



Regione Calabria



A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

REPORT FINALE

‘MONITORAGGIO DELL’AREA MARINO COSTIERA PUNTA PELLARO – BRANCALEONE’

Coordinamento scientifico del progetto
Dott.ssa Angela Maria Diano

Direttore del Dipartimento Provinciale di Reggio Calabria
Dott. Elio Fatta

Impaginazione ed editing a cura di:
Daniela Iraci Sareri
Antonino Nicolò

Personale impegnato nel progetto:

Staff Tecnico-scientifico Laboratorio Bionaturalistico:

Dott.ssa M. Grazia Aloï
Dott.ssa Emanuela Caloïero
Dott.ssa Stefania Cammaroto
Dott.ssa Rossella Grasso
Dott.ssa Daniela Iraci Sareri
Dott. Stefano Morabito
Dott.ssa Francesca Pedullà
Dott.ssa Elisabetta Pellegrini

Staff Tecnico-scientifico Laboratorio Chimico-tossicologico

Dott. Beniamino Mazza (Dirigente responsabile)
Dott. Francesco Barillaro
Dott. Antonino Dascola
Dott.ssa Valeria Lanza
Dott.ssa Giuseppa Marino
Sig.ra Maria Massara
Dott. Maurizio Messina
Dott.ssa Letteria Settineri
Dott.ssa Teresa Papalia

Staff Tecnico scientifico Laboratorio Fisico-Ambientale

Sig.re Angelo Sartiano

Centro G.I.S./EMAS

Arch. Paolo Cuzzocrea
Dott.ssa Elisa Pellegrino

Staff tecnico

Dott. Francesco Marcellino
Sig. Paolo Polimeni
Sig. Antonino Presto

Indice

1. PREMESSA	5
2. FINALITA' DEL PROGETTO	5
3. AREA D'INDAGINE.....	6
4. ATTIVITA' DI CAMPIONAMENTO	7
4.1 Campionamento di sedimenti marini	8
4.2 Acquisizione dati sonda multiparametrica e campionamento acqua.....	9
4.3 Campionamento e analisi radiometrica delle sabbie del litorale.....	9
5. ANALISI DEL PESCATO	10
5.1 Specie ittiche demersali tipiche dell'area di studio	10
5.2 Biometria.....	11
5.3 Analisi morfologica	12
5.4 Analisi delle gonadi	12
5.5 Determinazione dell'età.....	12
5.6 Test del micronucleo in eritrociti di specie ittiche.....	13
6. ANALISI RADIOMETRICHE	15
6.1 PREPARAZIONE CAMPIONI	15
6.1.1 Sabbie marine	15
6.1.2 Sedimenti marini	15
6.1.3 Fauna ittica.....	16
7. ANALISI CAMPIONI	16
8. RISULTATI	17
8.1 Intensità di esposizione.....	17
8.2 Sabbie marine.....	17
8.3 Sedimenti marini.....	18
8.4 Fauna ittica	18
9. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	19
10. CONCLUSIONI	19
11. ANALISI DELLE COMUNITÀ DI MACROINVERTEBRATI BENTONICI	20
11.1 Materiali e metodi	22
11.2 Risultati.....	22
12. ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE	25
12.1 Risultati del test con <i>Vibrio fischeri</i>	26
12.2 Risultati del test con <i>Artemia franciscana</i> e <i>Brachionus plicatilis</i>	28
12.3 Conclusioni	29
13 ACQUISIZIONE DATI SONDA MULTIPARAMETRICA - CAMPIONAMENTO ACQUA	29
14. ANALISI CHIMICHE	30
14.1 MATERIALI E METODI.....	30
14.2 RISULTATI	31
14.2.1 Matrice Acqua.....	31
14.2.2 Azoto Ammoniacale	33
14.2.3 Azoto Nitroso	34
14.2.4 Azoto Nitrico	34



Regione Calabria



A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

14.2.5 Azoto Totale.....	35
14.2.6 Fosforo da Ortofosfatil	36
14.2.7 Fosforo Totale	37
14.2.8 Silice.....	38
14.3 MATRICE SEDIMENTO	39
14.3.1 Carbonio Organico Totale (TOC)	40
14.3.2 Elementi in tracce.....	41
15.CONCLUSIONI.....	41
Allegato A.....	42

1. PREMESSA

Le ricorrenti notizie di cronaca sulla possibile contaminazione derivante da affondamento in fondali profondi di navi con a bordo rifiuti tossici di natura sconosciuta e l'allarme per gli effetti sulla salute umana di eventuali sostanze tossiche rilasciate nell'ambiente marino hanno spinto l'A.R.P.A.Cal., quale Ente di riferimento tecnico-scientifico, a elaborare un progetto la cui attuazione potesse fornire elementi obiettivi e dati scientifici sullo stato di salute degli ecosistemi che insistono nel tratto di costa che va da Punta Pellaro a Brancaleone.

Il progetto di **"Monitoraggio dell'area marino costiera Punta Pellaro – Brancaleone"**, voluto dal "Comitato Istituzionale di Sorveglianza" della Provincia di Reggio Calabria è stato realizzato in sinergia con gli Enti Istituzionali di Tutela e Controllo dell'Ambiente Marino Costiero (A.R.P.A.Cal. e Capitaneria di Porto) e con il supporto dell'A.S.P.5 di Reggio Calabria e della Prefettura di Reggio Calabria.

2. FINALITA' DEL PROGETTO

Considerata la scarsità di informazioni disponibili per la definizione di un programma di monitoraggio, è stato effettuato uno studio preliminare ad ampio raggio per conoscere lo stato di salute degli ecosistemi marini dell'area interessata, attraverso l'analisi delle diverse matrici ambientali con approccio chimico, fisico ed eco tossicologico, nonché attraverso lo studio delle biocenosi e dei popolamenti dei fondali, nel tratto di mare adiacente alla costa compreso nella batimetrica dei 50m, nella zona del basso Jonio della provincia di Reggio Calabria. Il progetto prevede lo studio delle componenti biotiche e abiotiche della fascia costiera, con una valutazione integrata dei risultati ottenuti, considerando che la presenza di eventuali sostanze tossiche (rifiuti solidi o liquidi, scarti industriali o radioattivi) può essere affrontata tramite la ricerca diretta della sostanza o attraverso lo studio di eventuali effetti che questa può provocare sugli organismi viventi, riguardo la loro struttura, composizione e varietà, elementi fondamentali ai fini della valutazione dello stato di qualità di un ambiente marino. Le misure radiometriche sulle sabbie, sul pescato e sui sedimenti completerà il quadro conoscitivo con le indicazioni sulla sospetta presenza di radioattività nell'area considerata.

3. AREA D'INDAGINE

La scelta del sito deriva da indicazioni fornite dalla Capitaneria di Porto sugli affondamenti al largo di Capo d'armi e al largo di Brancaleone di navi il cui carico sconosciuto potrebbe rappresentare una potenziale fonte di inquinamento dell'ecosistema marino con ripercussioni sulla fauna ittica e quindi sulla salute umana.

Il sito si estende per circa 50 km sul litorale jonico della Provincia di Reggio Calabria e comprende i comuni di: Reggio Calabria, Motta San Giovanni, Montebello Ionico, Melito Porto Salvo, San Lorenzo, Condofuri, Bova Marina, Palizzi, Brancaleone (figura 1).

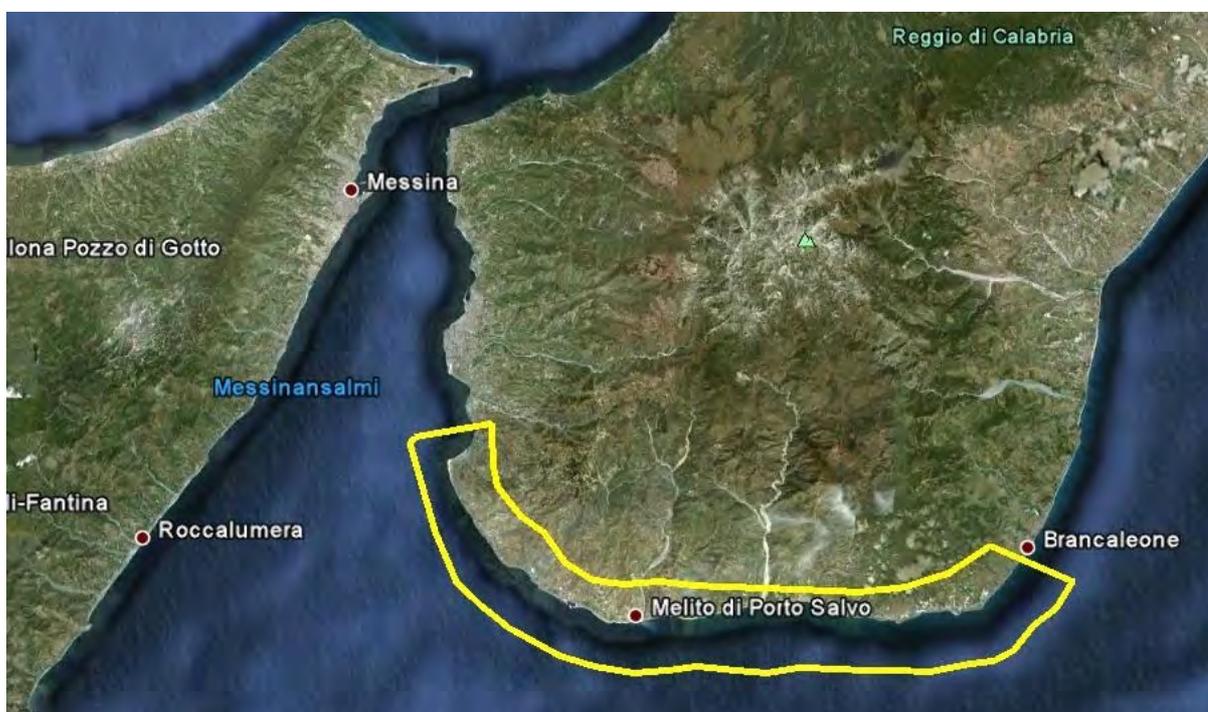


Figura 1. Area interessata dall'indagine

L'area d'indagine è stata suddivisa in tre macroaree:

Area 1: si estende da Punta Pellaro fino al Comune di Melito Porto Salvo;

Area 2: si estende dal Comune di Melito Porto Salvo fino al Comune di Bova Marina;

Area 3: si estende dal Comune di Palizzi fino al Comune di Brancaleone.

I confini di tali macroaree sono individuati nella figura 2 e contraddistinte da coordinate secondo il sistema di riferimento WGS 84 – UTM 33:

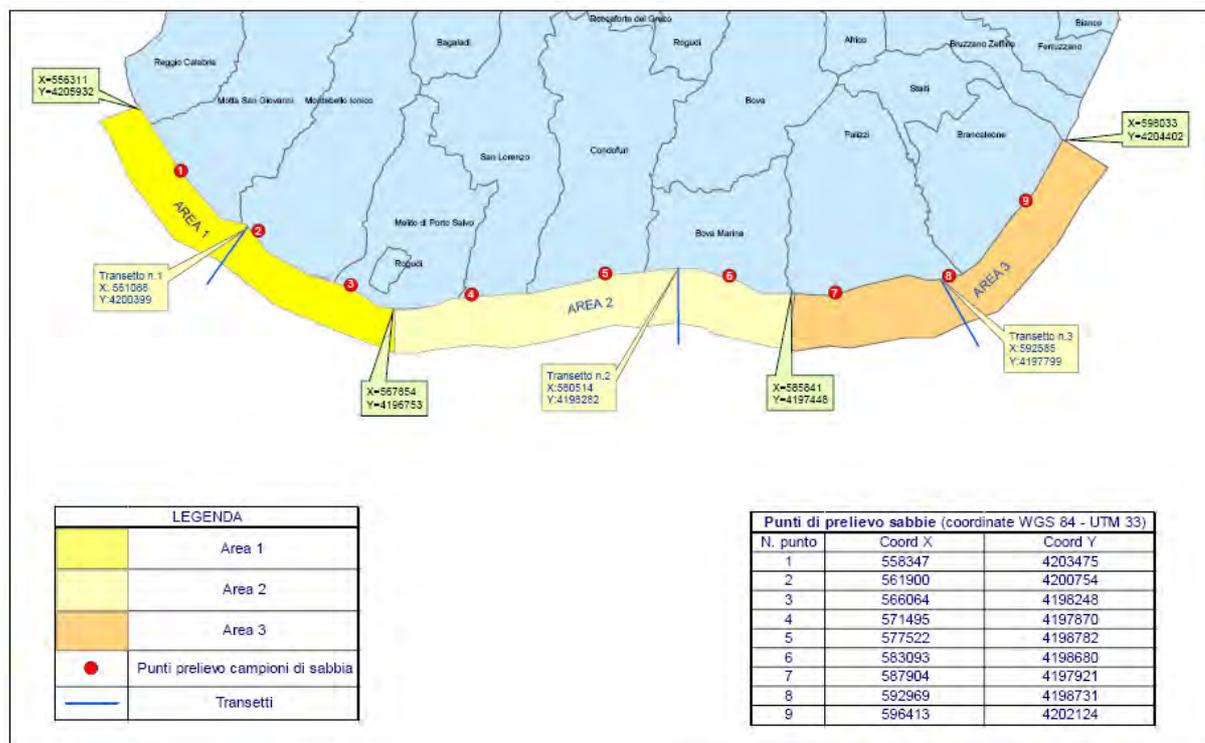


Figura 2. Indicazione dei confini delle singole aree e localizzazione dei transetti.

All'interno di ogni area è stato individuato un transetto lungo il quale sono state posizionate due stazioni di monitoraggio, a differenti distanze dalla costa.

I transetti sono stati situati su una direttrice che ha, rispettivamente, come suo estremo sul litorale i seguenti punti:

Transetto 1: X=561088; Y=4200399;

Transetto 2: X=580514; Y=4198282;

Transetto 3: X=592585; Y=4197799.

4. ATTIVITA' DI CAMPIONAMENTO

L'attività di monitoraggio è stata effettuata in campo e in laboratorio con campionamento di diverse matrici biotiche e abiotiche, rilievi chimico-fisici e analisi sui campioni come di seguito descritte:

Tabella 2. Schema riassuntivo delle matrici e dei rispettivi parametri indagati

Matrici indagate	Parametri
Acqua	Temperatura, pH, Salinità, Ossigeno disciolto, Clorofilla 'a', Azoto totale, Azoto ammoniacale, Azoto nitroso, Azoto nitrico; Fosforo totale, o-Fosfato, Silicati, Trasparenza. Analisi radiometrica
Sedimenti	Granulometria, Metalli pesanti, Carbonio organico totale. Analisi radiometrica Saggi biologici su tre livelli trofici.
Pesci	Analisi dei parametri biometrici, della morfologia e istopatologico. Analisi radiometrica. Test del micronucleo
Benthos	Lista delle specie completa o in alternativa la lista delle specie guida della biocenosi. Numero di individui per specie e parametri strutturali della biocenosi.
Sabbie	Analisi radiometrica

4.1 Campionamento di sedimenti marini

Il prelievo dei sedimenti marini è stato eseguito nel rispetto della suddivisione delle seguenti aliquote:

- a. analisi radiometrica:** per ogni sito d'indagine è previsto presso la stazione di costa un prelievo di sedimenti marini superficiali di almeno 2 Kg;
- b. analisi chimiche e granulometriche:** sulla stazione di costa sono stati prelevati 3 campioni indisturbati di sedimento, attraverso l'utilizzo di *box corer* o carotatore da cui sono state estratte e mescolate separatamente le porzioni superficiali (0-5 cm) del sedimento e quelle profonde (15-20 cm) al fine di ottenere e analizzare 2 campioni misti, su cui sono state effettuate le seguenti analisi:
- c. analisi ecotossicologiche:** sono stati effettuati i test di tossicità su sedimento tal quale, elutriato e acqua. A tale scopo è stata utilizzata una batteria di specie – test, selezionata in base a determinati criteri, quali l'appartenenza a differenti *taxa* filogenetici e a differenti livelli trofici, la diversa rilevanza ecologica e la diversa sensibilità a differenti contaminanti, in modo da rappresentare nel modo più completo possibile l'ambiente marino (*Vibrio fisheri*, *Brachionus plicatilis*, *Artemia franciscana*).
- d. analisi delle comunità di macroinvertebrati bentonici (benthos di fondi mobili):** sulle 2 stazioni poste lungo il transetto, in corrispondenza della biocenosi della granulometria delle

sabbie fini ben calibrate e della biocenosi dei fanghi terrigeni costieri, sono stati prelevati tramite benna campioni per analisi del *benthos* di fondi mobili (4 repliche per stazione- tre per analisi faunistica + 1 per granulometria)

4.2 Acquisizione dati sonda multiparametrica e campionamento acqua

In ciascuna stazione si è proceduto all'acquisizione tramite sonda multiparametrica dei parametri di pressione, temperatura, pH, conducibilità, clorofilla e ossigeno e sono stati prelevati:

- 4 campioni di acqua da 1L per l'analisi dei nutrienti
- 4 campioni di acqua da 250 ml per l'analisi di azoto e fosforo
- 1 campione del volume di circa 1L di zooplancton
- 1 campione del volume di circa 500 ml di fitoplancton
- 1 campione di acqua per l'analisi ecotossicologica

I campioni sono stati conservati e fatti pervenire in laboratorio dove sono state avviate le analisi oggetto della seconda fase d'indagine.

4.3 Campionamento e analisi radiometrica delle sabbie del litorale

Sono stati individuati sul litorale i seguenti punti di prelievo dei campioni di sabbia per la successiva analisi radiometrica in laboratorio:

Punti di prelievo campioni di sabbia (WGS 84 - UTM 33)

N. punto	Coord X	Coord Y
1	558347	4203475
2	561900	4200754
3	566064	4198248
4	571495	4197870
5	577522	4198782
6	583093	4198680
7	587904	4197921
8	592969	4198731
9	596413	4202124

In ogni tratto di 1Km lineare di costa, sono state effettuate due misure di intensità di dose gamma assorbita in aria (intensità di esposizione), utilizzando una camera di ionizzazione a pressione per un tempo di 30 minuti e posta all'altezza di 1 m dal suolo e prelievo di campioni composti di sabbia (due prelievi ogni 5 Km lineari di costa).

5. Analisi del PESCATO

5.1 Specie ittiche demersali tipiche dell'area di studio

Al fine di valutare l'eventuale presenza di radionuclidi nel pescato oggetto di commercializzazione, sono state considerate le specie caratteristiche dell'area con campionamento, mediante l'ausilio di imbarcazioni semplici dotate di rete a strascico, di un numero statisticamente significativo di individui delle quattro seguenti specie bioindicatrici:

Triglia di fango: *Mullus barbatus*

Sogliola: *Solea vulgaris*

Pagello: *Pagellus erithrynus*

Merluzzo: *Merluccius merluccius*

Tutte e quattro le specie, raccolte con un numero minimo di 15 esemplari per specie, sono state prelevate nelle tre aree d'indagine alle batimetriche di 50, 100 e 200 m, peculiari per ciascuna specie (tabella 3 e figura 3).

Tabella 3. Coordinate dei punti di prelievo dei campioni ittici.

Punto di prelievo	Codice pescata	Coordinate	
		Latitudine N	Longitudine E
Spropoli	1A	37°53'348"	16°02'974"
	1B	37°53'491"	16°03'631"
Marina di San Lorenzo	2A	37°54'475"	15°50'972"
	2B	37°54'467"	15°51'476"
Riace (Motta S.Giovanni)	3A	37°56'381"	15°41'727"
	3B	37°56'618"	15°41'022"



Figura 3. Localizzazione dei punti di prelievo dei campioni ittici.

Il pescato è stato immediatamente processato a bordo. Sono stati rilevati i parametri biometrici (L.T. L.F) ed è stata condotta un'analisi macroscopica al fine di individuare eventuali anomalie morfologiche. Inoltre è stato effettuato in laboratorio un prelievo ematico per la ricerca dei micronuclei e un prelievo delle gonadi ed uno studio istopatologico al fine di osservare gli effetti degli eventuali radionuclidi sulla riproduzione.

Per le analisi chimiche e radiometriche sono stati ricavati due campioni per una biomassa di 2 kg ciascuno.

5.2 Biometria

Su ciascun individuo catturato è stata effettuata la biometria. La lunghezza totale (L.T.) è stata rilevata tramite un ittiometro. Il peso (P) espresso in grammi attraverso una comune bilancia elettronica.

I dati acquisiti sono stati elaborati in classi di frequenza per taglia per le specie bersaglio *Mullus barbatus* e *Pagellus acarne*. Le classi più rappresentate sono rispettivamente quelle dei 17 cm per la triglia di fango (*Mullus barbatus*) con una frequenza compresa tra il 25 e 30% e quelle dei 16 e 18 cm per il Pagello (*Pagellus acarne*) con una frequenza compresa tra il 25 e il 30%



Figura 4. Misura dei parametri biometrici

L'elaborazione dei dati relativi ai parametri peso-lunghezza (espressa dal coefficiente $R^2 = 0.974$) indica una buona correlazione per entrambe le specie.

5.3 Analisi morfologica

L'analisi morfologica macroscopica condotta su tutti gli esemplari catturati non ha evidenziato alcuna anomalia. Infatti, l'esame ispettivo-autoptico, effettuato al fine di evidenziare eventuali malformazioni anatomo-patologiche correlate all'esposizione di sostanze chimiche nocive per la salute umana, non ha rilevato segni patognomonicamente indicativi per la ricerca in essere.



Questo dato associato a quello della buona correlazione tra il peso e la lunghezza può rappresentare una indicazione positiva sullo stato di salute del pescato.

Figura 5. Esempio degli stock prelevati.

5.4 Analisi delle gonadi

Su ogni individuo catturato sono state prelevate le gonadi, osservate al microscopio con un preparato a fresco al fine di determinarne il sesso e lo stadio di maturità sessuale. Dalle analisi effettuate si è riscontrato che la maggior parte degli esemplari catturati aveva raggiunto la maturità sessuale III /IV stadio.

5.5 Determinazione dell'età

Al fine di determinare l'età degli esemplari catturati, sono stati prelevati gli otoliti (formazioni di carbonato di calcio ubicate nell'orecchio interno). Successivamente è stata effettuata la lettura, allo stereo microscopio, degli annuli di accrescimento (alternarsi delle zone diafane a quelle trasparenti), da cui si è dedotto che la maggior parte degli individui catturati appartengono alle classi di età 1-2 per il *Mullus barbatus* e 1 per il *Pagellus acarne*.

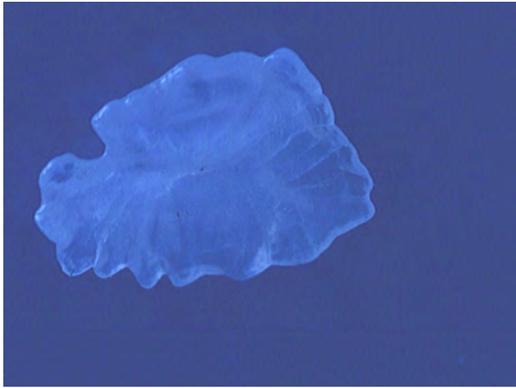


Figura 6. Immagini degli otoliti

5.6 Test del micronucleo in eritrociti di specie ittiche

Numerosi studi hanno dimostrato che gli eritrociti del sangue periferico di specie ittiche presentano un'elevata incidenza di micronuclei dopo esposizione agli inquinanti ambientali. Affinché sia possibile una esatta valutazione dell'incidenza dei micronuclei presenti nelle specie ittiche è fondamentale il prelievo dai vari siti di un numero adeguato di animali (da 10 a 20) della stessa specie, delle stesse dimensioni e possibilmente della stessa età. Il prelievo ematico viene effettuato mediante puntura della vena caudale o puntura cardiaca.



Figura 7. Prelievo dei campioni ematici.

Dopo l'esecuzione del prelievo, sono stati allestiti gli strisci ematici (almeno due vetrini per pesce).

Si è proceduto dopo 24h alla colorazione con Giemsa al 10% rispettando i tempi previsti dal protocollo e dopo asciugatura all'aria, si è effettuata la lettura dei vetrini al microscopio ottico ad immersione e con obiettivo 100X.



Figura 8. Esecuzione degli strisci

Sono stati contati circa 2000 eritrociti e si sono annotati sul foglio di lavoro gli eritrociti normali (EN), gli eritrociti con 1 micronucleo (E1MN) e gli eritrociti con 2 micronuclei (E2MN). La genotossicità è stata espressa come frequenza media di micronuclei (FMN) ottenuta dal rapporto tra il numero totale dei micronuclei e il numero totale di eritrociti osservati.

Nella seguente tabella 4 vengono riportati i dati relativi alle specie catturate e i valori ottenuti, secondo la metodica utilizzata:

Tabella 4. Risultati del test dei micronuclei del pescato.

Codice Stazione	Specie	N° individui	Data	EN tot	E1MN	E2MN
1A	<i>Merluccius merluccius</i>	2	13/11/2009	4647	5	0
1B	<i>Merluccius merluccius</i>	1	13/11/2009	2500	1	0
2A	<i>Mullus barbatus</i>	1	18/11/2009	2174	3	0
2A	<i>Pagellus acarne</i>	1	18/11/2009	2250	1	0
2B	<i>Lophius piscatorius</i>	1	18/11/2009	2117	1	0
3A	<i>Pagellus erythrinus</i>	12	27/11/2009	27161	11	2
3A	<i>Pagrus pagrus</i>	1	27/11/2009	1954	3	2
3A	<i>Trachurus trachurus</i>	1	27/11/2009	2112	1	0
3B	<i>Heliconeus dactylopterus</i>	1	27/11/2009	2320	2	0
3B	<i>Trigla lucerna</i>	3	27/11/2009	6612	5	0
3B	<i>Solea vulgaris</i>	1	27/11/2009	1397	0	0

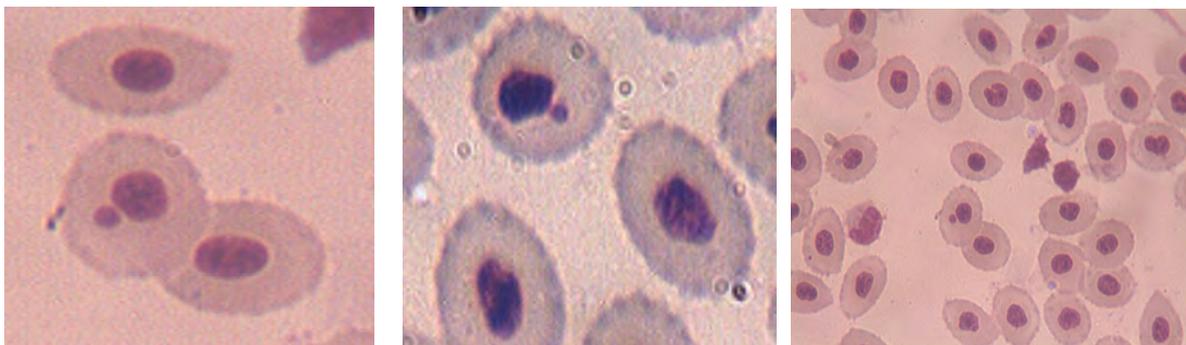


Figura 9. Immagini al microscopio dei micronuclei

Il presente studio ha carattere di messa a punto del metodo, attraverso il quale si potrà definire un protocollo da utilizzarsi per le successive indagini.

6. ANALISI RADIOMETRICHE

6.1 PREPARAZIONE CAMPIONI

6.1.1 Sabbie marine

Il trattamento dei campioni è stato finalizzato alla costituzione di un campione rappresentativo della quantità di sabbia prelevata. La procedura di trattamento si è svolta secondo le seguenti due fasi di *essiccazione e setacciatura*:

- *L'essiccazione* in stufa a 60°C ha avuto lo scopo di determinare la massa secca del campione. Una volta raggiunta la massa costante, si è proceduto alla separazione manuale di materiale macroscopico formato da frammenti più grossolani della matrice minerale.
- *La setacciatura*, finalizzata alla classificazione granulometrica e quindi alla individuazione della distribuzione percentuale in massa dei grani costituenti il terreno in esame per dimensione, è stata attuata mediante una serie di setacci tarati (1mm-2mm; >2mm).

6.1.2 Sedimenti marini

Su ciascun materiale raccolto si è proceduto alla separazione degli elementi estranei (residui di conchiglie, radici di alghe, ecc). Successivamente si è proceduto alla:

- *Determinazione della componente organica*. 20 grammi del materiale setacciato a 1mm ed essiccato a 60°C per 24 ore è stato sottoposto a calcinazione in muffola a 500°C per 24 ore valutando il contenuto di materiale organico connesso alla perdita di massa.

-
Determinazione del fattore di conversione massa fresca/massa secca. Una seconda aliquota di 10 grammi, priva dell'eccesso di acqua, è stata sottoposta ad essiccazione in stufa a 105°C per 48 ore per stabilire il fattore di conversione massa fresca/massa secca, in modo da poter esprimere i risultati in Bq/kg di massa secca. Le matrici, prive dell'eccesso di acqua attraverso sedimentazioni successive, setacciate a 1mm, sono state sottoposte ad analisi radiometrica.

6.1.3 Fauna ittica

I campioni preparati come per il consumo, cioè ripuliti dalle parti non eduli, sono stati calcinati in muffola ad una temperatura progressiva fino a 200°C per facilitarne la successiva omogeneizzazione ed ottenere campioni rappresentativi utili per l'analisi; questo ha inciso sulla concentrazione e di conseguenza sul calcolo dell'attività dei singoli radionuclidi.

7. ANALISI CAMPIONI

Dopo i suddetti trattamenti, ciascun campione è stato pesato, datato al momento del riempimento in *beaker Marinelli da 1 litro* e sottoposto ad acquisizione ed analisi alla spettrometria gamma da laboratorio per un tempo di *70.000 secondi (~ 20 ore)*.

(In tale configurazione è stato acquisito uno spettro di fondo per la sottrazione in fase di calcolo delle aree nette dei picchi osservati negli spettri relativi ai diversi campioni).

Su ogni spettro acquisito è stata effettuata una prima analisi qualitativa per l'identificazione dei picchi, operazione fondamentale per poter risalire al contenuto di radionuclidi emettitori in ogni campione; successivamente si è proceduto al calcolo delle aree nette e all'attività degli elementi identificati. Tale procedura, utilizzando apposite *librerie d'analisi*, privilegiando i principali isotopi di fissione, ha consentito di accertare in tutti i campioni la presenza di un'eventuale contaminazione radioattiva artificiale.

Il metodo impiegato ha permesso di ottenere valori riproducibili entro approssimazioni di qualche unità per cento; per le matrici di sabbia e sedimenti è stata effettuata la correzione dell'efficienza del rivelatore per la densità. L'attività rilevata su tutte le matrici analizzate è stata espressa in Bq/kg.

Occorre sottolineare che, in generale, la concentrazione di ¹³⁷Cs nei suoli viene valutata per unità di superficie; infatti, il valore di concentrazione per unità di peso dipende notevolmente da alcuni fattori, tra i quali i principali sono le caratteristiche chimico-fisiche del terreno, la collocazione del sito di campionamento e la profondità alla quale si esegue il prelievo. Questi parametri permettono spesso di spiegare eventuali valori anomali di concentrazione, causati essenzialmente da fenomeni locali di accumulo del radionuclide di interesse nel corso degli anni. Per tali motivi, per le matrici di sabbia le concentrazioni sono state espresse anche in Bq/m².

I radioisotopi le cui concentrazioni hanno dato esito negativo, in quanto i valori rilevati sono risultati al disotto del limite strumentale, sono stati indicati come "minima attività rilevabile" (M.A.R.).

8. RISULTATI

8.1 Intensità di esposizione

I valori della misura di intensità di dose gamma in aria nei punti sottoposti a controllo per un tempo di 30 minuti sono risultati compresi tra 90 e 100 nG/h $\pm 10\%$, valori pressochè lineari che si collocano nella fascia medio bassa dei valori italiani.

8.2 Sabbie marine

Le misure hanno evidenziato in tutti i campioni la presenza di radionuclidi naturali delle famiglie dell'*uranio* e del *torio*, il *berillio* e il *potassio*.

Il ^{7}Be si riscontra, prevalentemente, negli strati superficiali delle sabbie per poi diminuire e le concentrazioni sono comprese tra valori inferiori alla M.A.R. e 5,15 Bq/kg.

Il radionuclide artificiale rilevato è il ^{137}Cs le cui attività sono comprese tra valori inferiori alla M.A.R. e 0,38 Bq/kg, con un'incertezza (medi) statistica di conteggio dello strumento del 13%. Le analisi lo riscontrano in quasi tutti i profili, tranne in tre siti (Saline J. – Annà – San Pasquale) dove si rileva solo negli strati profondi.

Le concentrazioni, in tutti i tratti di costa esplorati, sono irrilevanti e in gran parte vicini alla sensibilità strumentale. Il loro contributo all'intensità di esposizione media misurata è inferiore a 1/100.

Le attività di ^{137}Cs per m^2 sono comprese tra valori inferiori alla M.A.R. e 62 Bq/ m^2 .

La ragione della sua presenza in superficie dipende dalla natura della sabbia che ne rallenta il movimento verticale; la minima variabilità dei valori riscontrati lungo tutti i profili dipende dal continuo rimescolamento dovuto all'azione del mare.

Il ^{40}K si trova in tutti i campioni con attività comprese tra 511 Bq/kg e 720 Bq/kg e quindi il maggior contributo è riferibile a questo radionuclide.

Le attività totali sono comprese tra 592 Bq/kg e 835 Bq/kg. Si può infine affermare che l'esposizione e alle radiazioni ionizzanti è imputabile alla radioattività naturale.

8.3 Sedimenti marini

E' stata rilevata la sola presenza di ^{137}Cs come radionuclide artificiale. I valori ottenuti sono compresi tra 0,34 e 0,52 Bq/kg con un'incertezza (media) statistica di conteggio dello strumento dell'11%. Le misure effettuate non mostrano differenze significative, infatti la distribuzione del ^{137}Cs è sostanzialmente omogenea in tutta l'area esaminata.

Le attività totali sono comprese tra 494 Bq/kg e 767. Il maggior apporto è attribuibile al potassio-40 (^{40}K) i cui valori risultano compresi tra 418 Bq/kg e 635 Bq/kg.

8.4 Fauna ittica

Dai dati ottenuti sulle matrici di pescato, si è rilevato che è assente una contaminazione dovuta ad elementi *radioattivi artificiali*, eccezion fatta per il **Cesio-137** (^{137}Cs), le cui concentrazioni, sono molto vicine alla sensibilità strumentale e comprese tra valori inferiori alla M.A.R. e 0,13 Bq/kg.

Per comparazione con l'attività totale, nella tabella e nel grafico seguenti è riportata l'attività del potassio-40 (^{40}K); come si evince, il maggior contributo è attribuibile a questo radionuclide.

<u>Zone di prelievo</u>	^{137}Cs (Bq/Kg)	^{40}K (Bq/Kg)	Attività Tot. (Bq/Kg)
<i>Spropoli – Palizzi Mar.</i>	0,13 ± 8,1%	76 ± 0,95%	80
<i>Marina di S.Lorenzo</i>	0,12 ± 11%	103 ± 0,79%	109
<i>Saline Joniche</i>	<M.A.R.	76 ± 0,84%	84

Le *concentrazioni* di ^{137}Cs misurate sono comprese tra **0,036 - 0,13Bq/Kg**, valore molto prossimo alla minima quantità che è possibile rilevare anche con strumentazione avanzata, quale quella utilizzata.

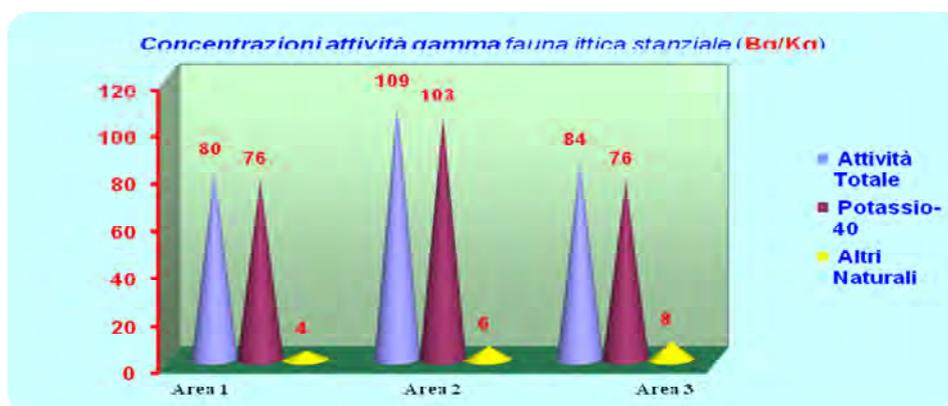


Grafico 1. Concentrazioni attività gamma fauna ittica stanziale

9. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per poter effettuare le analisi e discriminare tra radionuclidi naturali ed artificiali è stato necessario effettuare analisi spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo "N" con efficienza relativa a 1,33 Mev sul picco del ^{60}Co dell'ordine del 40%; l'alta risoluzione (FWHM) a 1,33 Mev sul picco del ^{60}Co di 1,85 Kev, ha permesso di distinguere i picchi generati sullo spettro e di identificare così i diversi radionuclidi presenti nei campioni raccolti.

10. CONCLUSIONI

I risultati delle analisi su tutti i campioni dell'area oggetto di indagine ci consentono di affermare che non sono stati rilevati radionuclidi di *origine antropica*, tranne il ^{137}Cs , le cui attività sono comunque *irrilevanti ed ampiamente inferiori* ai limiti indicati dal Regolamento (CE) n. 616 del Consiglio del 20/03/2000, che modifica il Regolamento CEE n. 7373/90 per la radioattività massima accumulata di ^{134}Cs e di ^{137}Cs , e cioè:

- Fauna ittica – 600 Bq/kg;
- Sabbie di mare – 69 kBq/m².

L'elemento **Cesio** (^{137}Cs) è il *radionuclide artificiale* tuttora ubiquitario, sia pure in piccole quantità, nell'ambiente terrestre e marino; trae origine essenzialmente dalle ricadute delle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '60 e dal più recente incidente di Chernobyl, aprile 1986.

La persistenza è dovuta al suo lungo tempo di dimezzamento; viceversa le analisi confermano, ormai, la totale scomparsa del ^{134}Cs .

Le misure di spettrometria gamma hanno evidenziato la presenza di radionuclidi di origine naturale, i cui capostipiti ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th e **Potassio** sono presenti sulla terra già dalla sua formazione in concentrazioni variabili.

Si può infine concludere che le *concentrazioni gamma* di origine antropica rilevate nel tratto di costa esaminato sono del tutto simili a quelle che si misurano nel Mediterraneo occidentale, non hanno rilevanza sanitaria e presentano *valori* tipici in linea con quelli mediamente riscontrati nelle matrici dello stesso genere. La presenza del ^{137}Cs , come già detto, si può attribuire alle deposizioni radioattive dovute agli esperimenti nucleari in atmosfera e all'incidente di Chernobyl.

I risultati delle reti annuali di rilevamento della radioattività ambientale in Italia mostrano come questo elemento sia ancora presente, sia pure in piccole quantità, in alcune matrici ambientali ed alimentari.

L'esposizione alle radiazioni ionizzanti risulta imputabile quindi alla radioattività naturale e il maggior contributo delle attività in tutte le matrici è attribuibile al ^{40}K .

11. ANALISI DELLE COMUNITÀ DI MACROINVERTEBRATI BENTONICI

Gli organismi che popolano i fondali marini (benthos) assumono un ruolo di rilievo nella valutazione del danno ambientale, poichè, vivendo a stretto contatto con il substrato ed essendo dotati di una scarsa mobilità, non hanno la possibilità di sottrarsi all'azione degli inquinanti e la subiscono passivamente. La composizione e la struttura di questi popolamenti consente di comprendere le eventuali alterazioni del sito e interpretare le conseguenze degli impatti ambientali a breve e lungo termine.

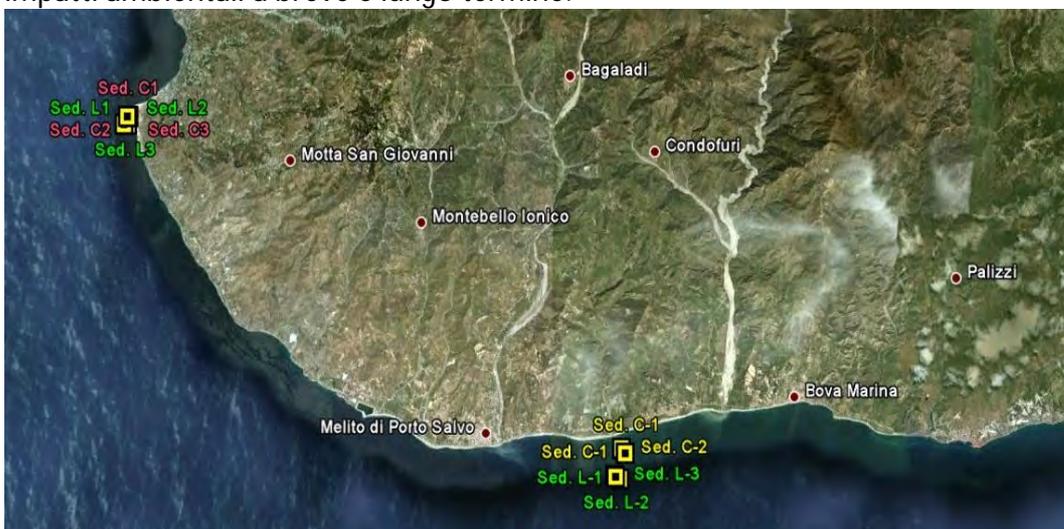


Figura 10. Punti di prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi

In ciascuna area i campioni di sedimento sono stati prelevati da aree di fondale omogeneo presso due stazioni poste lungo un transetto costa-largo:

- una stazione più vicina alla costa in un'area caratterizzata dalla biocenosi delle sabbie fini (SFBC)
- una stazione al largo localizzata in corrispondenza della biocenosi dei fanghi terrigeni costieri (VTC).

I campioni sono stati raccolti con l'ausilio di una benna Van Veen dalla capacità di 15 l.

Nella Tabella 5 sono indicate le date e le coordinate dei punti di raccolta. I campioni sono contrassegnati da un codice alfanumerico (c: costa; l: largo; numeri da 1 a 3: repliche)

Tabella 5 . Caratterizzazione dei punti di prelievo

Località	Stazione	Data prelievo	Codice replica	Latitudine N	Longitudine E
Pellaro	<i>costa</i>	18.02.2010	P-c1	38° 01' 018''	15° 37' 940''
			P-c2	38° 01' 018''	15° 37' 957''
			P-c3	38° 01' 021''	15° 37' 953''
	<i>largo</i>	18.02.2010	P-l1	38° 00' 874''	15° 37' 919''
			P-l2	38° 00' 874''	15° 37' 921''
			P-l3	38° 00' 876''	15° 37' 830''
Condofuri	<i>costa</i>	01.04.2010	C-c1	37° 54' 983''	15° 50' 774''
			C-c2	37° 54' 984''	15° 50' 677''
			C-c3	37° 54' 970''	15° 50' 680''
	<i>largo</i>	01.04.2010	C-l1	37° 54' 429''	15° 50' 632''
			C-l2	37° 54' 476''	15° 50' 523''
			C-l3	37° 54' 498''	15° 50' 495''

Lo studio delle comunità bentoniche dei fondi molli ha consentito di elaborare i dati relativi alla determinazione quali - quantitativa dei principali taxa dei popolamenti macrozoobentonici di due delle tre aree oggetto di indagine del progetto.

11.1 Materiali e metodi

I campioni sono stati prelevati su aree di fondale omogeneo con l'ausilio di un motopeschereccio a bordo del quale hanno avuto luogo anche le prime fasi di trattamento dei campioni (setacciamento e conservazione primaria in una soluzione di formalina e acqua di mare al 4%).

I campioni così trattati sono stati trasportati in un contenitore refrigerato presso i laboratori del servizio bionaturalistico del dipartimento di Reggio Calabria per essere sottoposti allo smistamento dei principali taxa ed alla identificazione a livello specifico tramite l'ausilio di binoculari e microscopi.

I dati raccolti sono serviti alla compilazione della lista completa delle specie rinvenute con le relative abbondanze e alla determinazione dei principali indici ecologici.

Campioni di sedimenti di ciascuna stazione di prelievo sono stati inviati presso il Centro Funzionale Strategico di Geologia e Ultrastrutture di Cosenza per la determinazione delle percentuali delle principali frazioni granulometriche presenti.

Le modalità di raccolta e di conservazione dei campioni, i metodi analitici e l'elaborazione dei dati sono state eseguite secondo le procedure indicate dall'ICRAM.

Per lo studio identificativo sono stati presi in considerazione tutti gli individui appartenenti ai taxa degli Anellidi Policheti, Molluschi, Crostacei Decapodi ed Echinodermi.

11.2 Risultati

Sono stati identificati in totale 226 individui riconducibili a 110 taxa di livello specifico (Allegato A). In Tabella II vengono proposte le abbondanze e le ricchezze specifiche per ciascuna replica.

Tabella 6. Valori di abbondanza e ricchezza specifica dei principali gruppi di macroinvertebrati nelle singole repliche.

	P-c1	P-c2	P-c3	P-I1	P-I2	P-I3	C-c1	C-c2
Ricchezza Specifica	11	32	24	21	23	21	7	9
Abbondanza	20	39	34	42	61	29	10	16

La stazione più ricca in termini di specie è stata quella costiera di Pellaro (55) mentre quella con minore 'biodiversità' è stata quella costiera di Condofuri (24). Entrambe le stazioni di Pellaro hanno mostrato una maggiore ricchezza specifica di quelle di Condofuri. La stazione più ricca in esemplari è stata quella al largo di Pellaro (132) mentre anche in questo caso la meno ricca è stata quella di Condofuri costa (48) (Grafico 1).

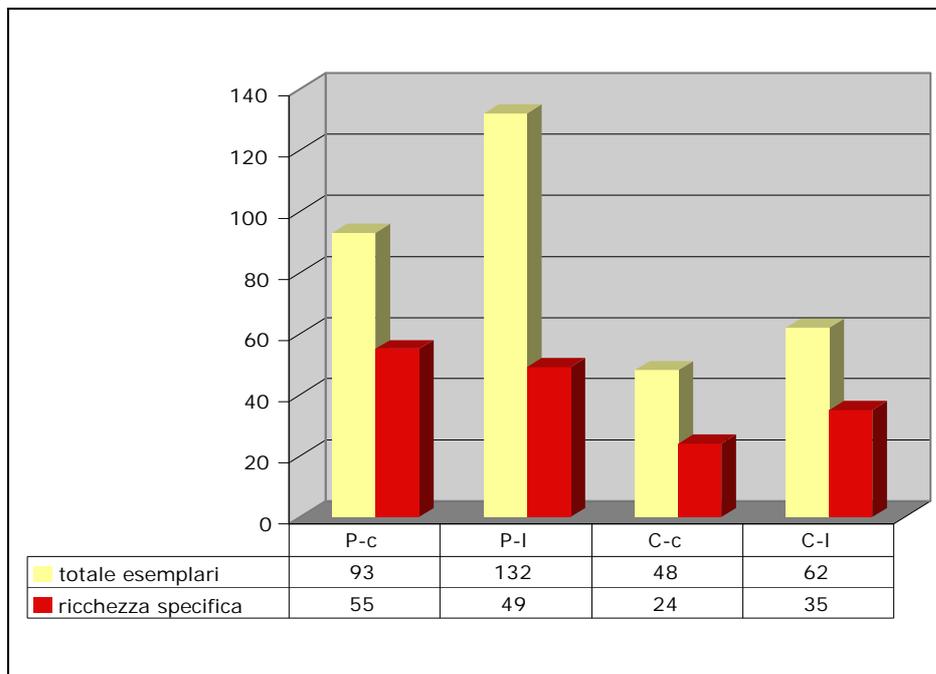


Grafico 2. Andamento delle abbondanze e delle ricchezze specifiche nelle singole stazioni

Le specie più rappresentate numericamente sono state *Lumbrineris latreilli* Audouin & Milne-Edwards, 1834 e *Anodontia fragilis* (Philippi, 1836) rispettivamente 16 e 14 individui; numeroso anche un gruppo di Paraonidi nd (16 individui) non identificabili a livello specifico per il modesto stato di conservazione del materiale biologico. Da notare che l'*A. fragilis* era presente unicamente nella stazione costiera di Condofuri, mentre *L. latreilli* mostra una distribuzione più uniforme.

Ben 38 specie erano rappresentate da un singolo individuo in un'unica stazione per cui il loro ritrovamento va considerato "casuale".

Degna di nota l'abbondante tanatocenosi a carico di numerosi individui di *Turritella comunis* Risso, 1826, nelle stazioni del transetto di Condofuri, caratteristica della biocenosi dei fanghi terrigeni costieri.

L'applicazione dei principali indici ecologici ha messo in evidenza valori che riflettono situazioni ambientali prive di squilibri o alterazioni sensibili; vengono di seguito riportate in Tabella III i valori dei principali parametri statistici.

Tabella 7. Valori dei principali indici statistici ricavati per le singole stazioni.

	P-c2	P-c3	P-I1	P-I2	P-I3	C-c1	C-c2	C-c3	C-I1	C-I2	C-I3
Margalef	8,46	6,52	5,35	5,35	5,94	2,61	2,89	4,21	5,83	4,06	3,61
Pielou	0,98	0,97	0,95	0,92	0,96	0,97	0,88	0,91	0,98	0,98	0,96
Shannon	3,40	3,09	2,89	2,88	2,93	1,89	1,93	2,41	2,94	2,43	2,38
Simpson	0,99	0,98	0,96	0,94	0,97	0,93	0,86	0,92	0,98	0,97	0,94

L'individuazione delle principali classi granulometriche nelle singole stazioni ha fornito le percentuali mostrate nel Grafico 3; si evince la netta predominanza delle ghiaie nel transetto di Pellarò, totalmente assenti, invece a Condofuri, a favore delle frazioni medio-fini.

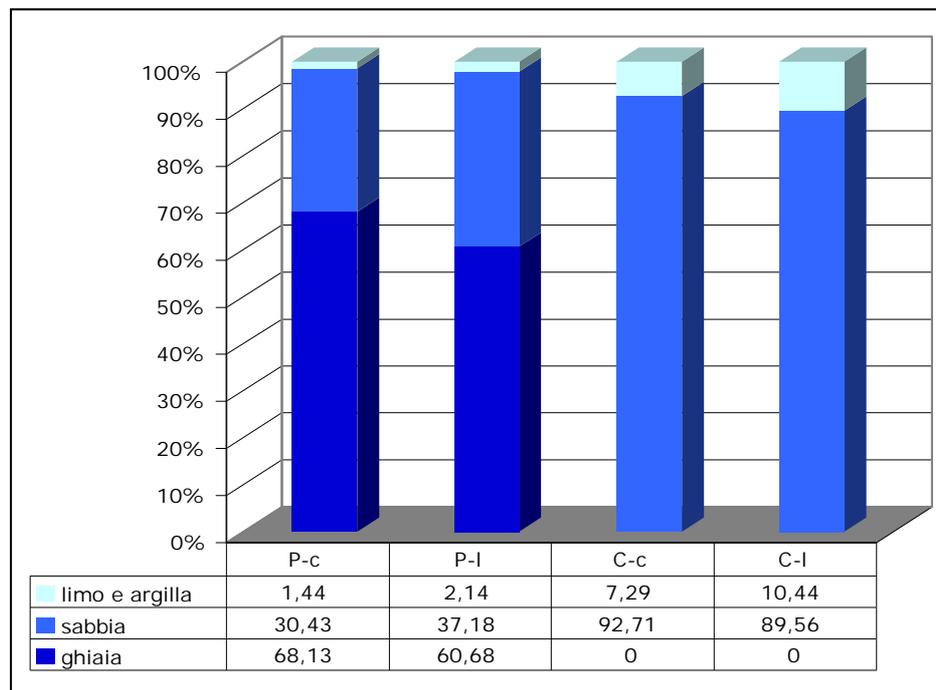


Grafico 3. Percentuali delle singole classi granulometriche nelle varie stazioni

12. ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE

Le analisi ecotossicologiche sono state svolte avvalendosi di una batteria di specie-test appartenenti a differenti taxa filogenetici, a differenti livelli trofici ed aventi diversa sensibilità nei confronti di sostanze contaminanti e tossiche. Allo scopo sono stati utilizzati il batterio marino *Vibrio fischeri*, il crostaceo anostraco *Artemia franciscana* ed il rotifero *Brachionus plicatilis*.

Il test con *Vibrio fischeri* è stato applicato sia sulla matrice acquosa (acqua di mare ed elutriato) che su quella solida (sedimento marino), mentre i test con *Artemia franciscana* e *Brachionus plicatilis* sono stati eseguiti solo sulla matrice acquosa (acqua di mare ed elutriato).

I campioni di acqua ed i campioni di sedimento per le analisi ecotossicologiche sono stati prelevati nelle stazioni in prossimità della costa di ciascuna area di indagine, secondo il calendario e le modalità di prelievo riportate nella tabella n.1. L'acqua di mare è stata prelevata tramite la bottiglia Niskin in prossimità del fondo marino, mentre il sedimento marino, prelevato con l'ausilio della benna Van Veen della capacità di 15 l, è stato separato a bordo dell'imbarcazione nelle sue parti superficiale (primi 5 cm) e profonda

Tabella 8. Prelievo dei campioni per analisi eco tossicologiche

Stazione	Coordinate		Data prelievo	Matrice	Modalità prelievo
	Latitudine	Longitudine			
Pellaro costa	-	-	08/02/2010	Acqua	Bottiglia Niskin
	38°01'018''	15° 37' 940''	18/02/2010	Sedimento	Benna
Condofuri costa	37°54'900''	15°50'800''	25/03/2010	Acqua	Bottiglia Niskin
	37°54'983''	15°50'774''	01/04/2010	Sedimento	Benna
Capo Spartivento costa	37°54'900''	16°03'170''	25/03/2010	Acqua	Bottiglia Niskin

Le analisi ecotossicologiche sono state svolte nel laboratorio Bionaturalistico del Dipartimento Arpacal di Reggio Calabria.

12.1 Risultati del test con *Vibrio fischeri*

I test con il batterio *Vibrio fischeri* sono stati effettuati tramite la strumentazione SDI Microtox® M500 Analyzer 2002, i batteri liofilizzati originali SDI – Azur e fenolo come tossico di riferimento.

Per ciascun campione di matrice acquosa (acqua di mare ed elutriato) sono state eseguite 2 letture di bioluminescenza dopo 5, 15 e 30 minuti di esposizione. I risultati del test di tossicità acuta, riportati nella tabella 2, sono stati espressi in termini di riduzione percentuale di bioluminescenza come media delle 2 letture effettuate.

Tabella 9. Risultati del test con *Vibrio fischeri* sulla matrice acquosa

STAZIONE	CAMPIONE	RIDUZIONE % BIOLUMINESCENZA			GIUDIZIO di tossicità' acuta
		a 5 min	a 15 min	a 30 min	
Pellaro	Acqua di mare	15,79	-31,53	-28,11	Lieve (ormesi)
	Elutriato del sedimento superficiale	8,47	9,92	12,44	Assente
	Elutriato del sedimento profondo	69,23	77,84	82,79	Alta
Condofuri	Acqua di mare	- 3,66	-11,63	-14,61	Lieve (ormesi)
	Elutriato del sedimento superficiale	- 8,38	-11,36	-9,19	Assente
	Elutriato del sedimento profondo	- 9,44	-14,18	-12,16	Lieve (ormesi)
Capo Spartivento	Acqua di mare	6,35	-15,94	-15,48	Lieve (ormesi)

Si evidenzia che tutti i campioni di acqua di mare analizzati hanno mostrato una lieve ormesi. Un solo campione, l'elutriato del sedimento profondo di Pellaro, è risultato molto tossico, per cui sullo stesso sono state eseguite delle diluizioni seriali per il calcolo dell'EC50 e dell'EC20 che ha fornito i valori riportati nella seguente tabella:

Tabella 10. Valori di EC20 ed EC50 per *Vibrio fischeri*

CAMPIONE PELLARO – elutriato del sedimento profondo						
EC20 (%)			EC50 (%)			R ²
5 min	15 min	30 min	5 min	15 min	30 min	
14,65	11,76	9,5	46,53	35,65	28,91	0,999

Su ciascuna porzione – superficiale e profonda – in cui è stato suddiviso il sedimento marino è stato effettuato il test sulla fase solida centrifugata. La lettura di bioluminescenza è stata effettuata in doppio dopo 30 minuti di esposizione. La percentuale di effetto di riduzione di bioluminescenza, dalla media delle 2 letture effettuate, ha evidenziato la presenza di tossicità nei campioni di sedimento sia superficiale che profondo prelevati nella stazione di Pellaro, mentre nessun effetto tossico è stato registrato su quelli della stazione di Condofuri, come si evince dai valori riportati nella tabella 11.

Tabella 11. Risultati del test con *Vibrio fischeri* sulla fase solida centrifugata

STAZIONE	CAMPIONE	RIDUZIONE % BIOLUMINESCENZA a 30 min
Pellaro	Sedimento superficiale	78,35
	Sedimento profondo	85,90
Condofuri	Sedimento superficiale	-1,17
	Sedimento profondo	-13,34

Sul campione risultato più tossico è stato effettuato un ulteriore test che prevede l'impiego di 8 diluizioni, 2 controlli e 1 singola lettura da cui sono state calcolate le unità tossiche al 50% di effetto. Il livello di tossicità acuta viene espresso come indice di tossicità del sedimento (S.T.I.) ed è risultato essere alto per il campione in esame (tabella 12).

Tabella 12. Valori di unità tossiche e tossicità acuta del sedimento

CAMPIONE PELLARO – sedimento profondo			
T.U. 50	R ²	S.T.I.	Tossicità acuta
48,03	0,87	7,77	Alta

12.2 Risultati del test con *Artemia franciscana* e *Brachionus plicatilis*

I test di tossicità acuta condotti con gli organismi marini *Artemia franciscana* e *Brachionus plicatilis* sono stati effettuati sulla matrice acquosa dei campioni raccolti, utilizzando bicromato di potassio come tossico di riferimento ed effettuando il conteggio degli organismi immobili o morti dopo 24 ore di esposizione.

Tabella 13. Risultati del test con *Artemia franciscana* e *Brachionus plicatilis* sulla matrice acquosa.

STAZIONE	CAMPIONE	% MORTI	
		<i>Artemia franciscana</i>	<i>Brachionus plicatilis</i>
Pellaro	Acqua di mare	3,33	0
	Elutriato del sedimento superficiale	0	0
	Elutriato del sedimento profondo	0	100
Condofuri	Acqua di mare	0	0
	Elutriato del sedimento superficiale	0	17,20
	Elutriato del sedimento profondo	0	10
Capo Spartivento	Acqua di mare	3,33	3,23

Dalle percentuali di organismi morti dopo 24 ore di esposizione riportate nella tabella 6, si evince che il rotifero *Brachionus plicatilis* si è mostrato più sensibile rispetto al crostaceo *Artemia franciscana*, dato il maggior numero di campioni che hanno causato morte nei rotiferi.

Un solo campione, l'elutriato del sedimento profondo di Pellaro, ha mostrato una tossicità molto alta nel test con i rotiferi, causando la morte di tutti gli organismi. Per tutti gli altri campioni, l'EC20 risulta maggiore di 90% in entrambi i test, determinando quindi un livello di tossicità acuta assente.

12.3 Conclusioni

I risultati dei test ecotossicologici evidenziano la tossicità del campione di sedimento marino profondo prelevato a Pellaro. Infatti, sia la matrice acquosa (elutriato) che la matrice solida del campione hanno mostrato un alto livello di tossicità nei confronti sia del batterio *Vibrio fischeri* che del rotifero *Brachionus plicatilis*. Anche il sedimento marino superficiale della stessa stazione ha mostrato una tossicità elevata nell'analisi condotta con *Vibrio fischeri* sulla fase solida centrifugata. Tutti gli altri campioni hanno mostrato tossicità assente o lieve in tutti i test condotti.

13 ACQUISIZIONE DATI SONDA MULTIPARAMETRICA - CAMPIONAMENTO ACQUA

Il personale A.R.P.A.Cal. del Laboratorio Bionaturalistico di Reggio Calabria ha proceduto insieme al personale della Capitaneria di Porto alle operazioni di rilievo dei parametri chimico-fisici di maggiore rilevanza e prelievo di acqua.

Nello schema che segue (Tab.14 e 15) sono specificati i punti di campionamento, i rilievi con la sonda multiparametrica e i prelievi dei nutrienti.

Tabella 14. Punti di campionamento e rilievo parametri

Punto	Stazione	Coordinate Sistema WGS8		Data Campionamento
		Latitudine	Longitudine	
Pellaro	costa	38°01'018"N	15°37'940 E	07/04/2010
	largo	38°00'874"N	15°37'890"E	07/04/2010
Condofuri marina	costa	37°54.9'.N	15°50'E	25/03/2010
	largo	37°53'N	15°50'E	25/03/2010
Capo Spartivento	costa	37°54.9'N	16°03'.17E	25/03/2010
	largo	37°54'39.38"N	16°03'3.58E	25/03/2010

In ciascuna stazione si è proceduto all'acquisizione tramite sonda multiparametrica dei parametri di pressione, temperatura, pH, conducibilità, clorofilla e ossigeno e sono stati prelevati:

- 4 campioni di acqua da 1L per l'analisi dei nutrienti
- 4 campioni di acqua da 250 ml per l'analisi di azoto e fosforo
- 1 campione di acqua per l'analisi ecotossicologica

I campioni sono stati conservati e fatti pervenire in laboratorio dove sono state avviate le analisi.

Il grafico (fig.28) riassume i risultati ottenuti.

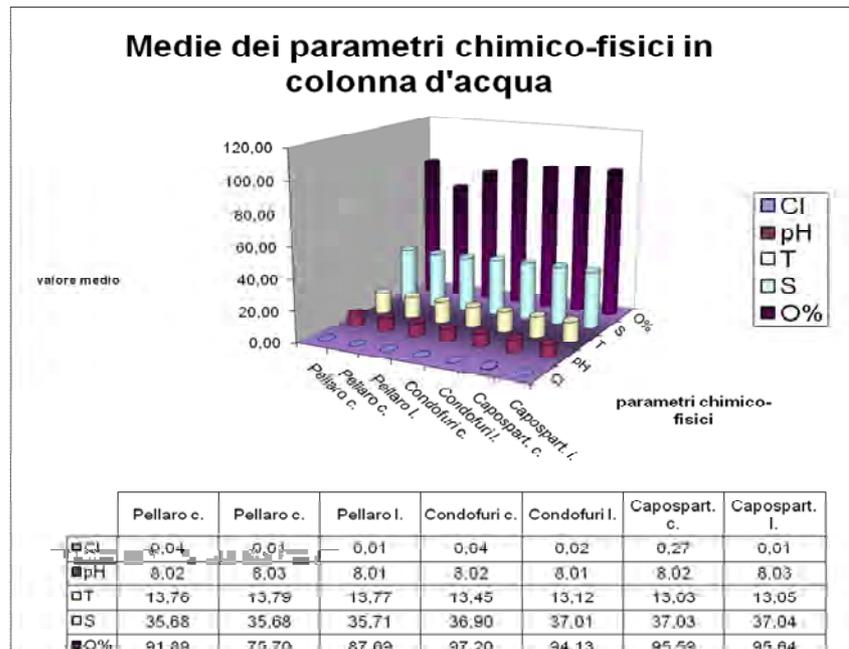


Grafico 4. Medie dei parametri chimico-fisici in colonna d'acqua

14. ANALISI CHIMICHE

Le analisi chimiche della matrice acqua e della matrice sedimento sono state eseguite presso il Laboratorio Chimico-Tossicologico ARPACal di Reggio Calabria.

14.1 MATERIALI E METODI

Le concentrazioni di nutrienti disciolti in acqua (azoto ammoniacale, nitroso, nitrico e totale, silice, fosforo da orto fosfati e totale) sono state determinate, su campioni di acqua filtrata e non, seguendo le metodologie di riferimento indicate dal Ministero dell'Ambiente- Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001-2003).

Le determinazioni analitiche su sedimenti sono state eseguite sempre secondo le metodiche indicate dal Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001-2003).

La quantificazione dei parametri determinati è stata eseguita mediante l'utilizzo della seguente strumentazione:

- spettrofotometro UV/Vis, mod. LAMBA25, marca PERKIN-ELMER;
- stufa, mod. DAS46010, marca INTERCONTINENTAL;
- setacciatore automatico, mod. AS200basic, marca RETSCH;
- mulino, mod. PULVERIZETTE 6, marca FRITSCH;

- mineralizzatore a microonde, mod. ETHOS PLUS1, marca MILESTONE;
- Spettrofotometro emissione atomica ICP/OES, mod. OPTIMA 2100 D, marca PERKIN ELMER;
- Analizzatore di Carbonio Organico Totale, mod. MULTI X-2000, marca ANALITIC JENA

14.2 RISULTATI

14.2.1 *Matrice Acqua*

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni della sola matrice acqua. In Tabella 1 sono riportate le concentrazioni dei parametri analizzati nel periodo di indagine per tutte le stazioni. In tabella i valori al di sotto dei limiti di rilevabilità sono indicati come < L.R.. Tali limiti sono rispettivamente 0,15 $\mu\text{mol/l}$ per azoto ammoniacale, 0,04 $\mu\text{mol/l}$ per azoto nitroso, 0,10 $\mu\text{mol/l}$ per azoto nitrico, 0,40 $\mu\text{mol/l}$ per azoto totale, 0,03 $\mu\text{mol/l}$ per fosforo da ortofosfati, 0,06 $\mu\text{mol/l}$ per fosforo totale e 0,10 $\mu\text{mol/l}$ per silice.

Tabella 15. Concentrazioni dei nutrienti nella matrice acquosa.

DATA	STAZIONE	CAMPIONE	NUTRIENTI							
			N-NH ₃ µmol/l	N-NO ₂ µmol/l	N-NO ₃ µmol/l	N _{tot} µmol/l	P-PO ₄ µmol/l	P _{tot} µmol/l	SiO ₂ µmol/l	
8-feb-10	PUNTA PELLARO	SOTTO COSTA	Superficiale	2,21	< L.R.	1,68	10,56	< L.R.	< L.R.	0,97
			Profondo	< L.R.	< L.R.	1,42	1,51	0,19	0,53	1,20
		LARGO	Superficiale	< L.R.	< L.R.	1,50	11,09	0,04	0,18	0,72
			Profondo	0,52	< L.R.	2,49	8,89	0,08	0,08	1,46
25-mar-10	CONDOFURI	SOTTO COSTA	Superficiale	< L.R.	< L.R.	1,52	4,66	0,15	0,16	5,20
			Profondo	< L.R.	< L.R.	1,89	14,01	1,29	1,62	3,29
		LARGO	Superficiale	< L.R.	< L.R.	2,26	7,53	0,16	0,18	4,62
			Profondo	< L.R.	< L.R.	2,93	6,00	0,11	0,16	6,01
25-mar-10	CAPO SPARTIVENTO	SOTTO COSTA	Superficiale	< L.R.	< L.R.	2,67	5,10	0,19	0,20	2,69
			Profondo	< L.R.	< L.R.	2,36	7,11	0,29	0,66	3,60
		LARGO	Superficiale	< L.R.	< L.R.	2,29	2,32	0,10	0,11	5,59
			Profondo	< L.R.	< L.R.	2,56	2,97	0,18	0,20	4,17

14.2.2 Azoto Ammoniacale

Le concentrazioni riscontrate risultano per l'84% dei campioni inferiori al limite di rilevabilità. Nella stazione di Punta Pellaro, il campione superficiale prelevato sotto costa ed il campione profondo prelevato a largo presentano concentrazioni pari rispettivamente a 2,21 e 0,52 $\mu\text{mol/l}$.

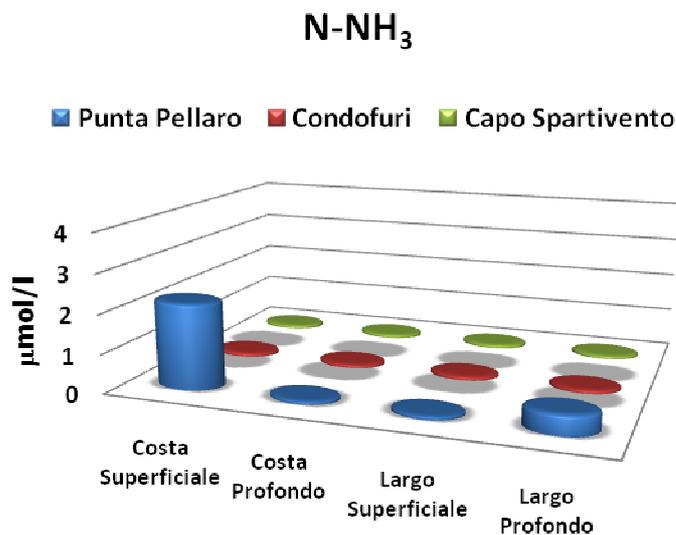


Grafico 5. Andamento dell'azoto ammoniacale

14.2.3 Azoto Nitroso

L'andamento dell'azoto nitroso non presenta gradienti con l'allontanamento dalla linea di costa né con la profondità di prelievo. Le concentrazioni riscontrate risultano inferiori al limite di rilevabilità per tutte le stazioni.

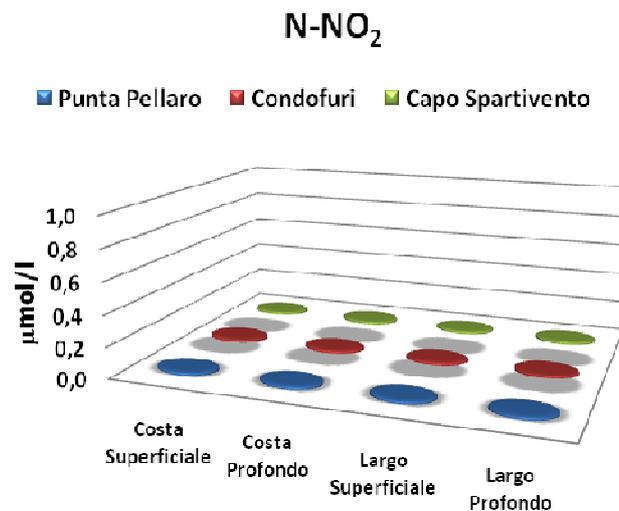


Grafico 6. Andamento dell'azoto nitroso

14.2.4 Azoto Nitrico

Le concentrazioni misurate vanno da un valore minimo di 1,42 µmol/l ad un valore massimo di 2,93 µmol/l, riscontrati rispettivamente nel campione profondo prelevato presso la stazione sotto costa di Punta Pellaro e nel campione profondo prelevato presso la stazione al largo di Condofuri.

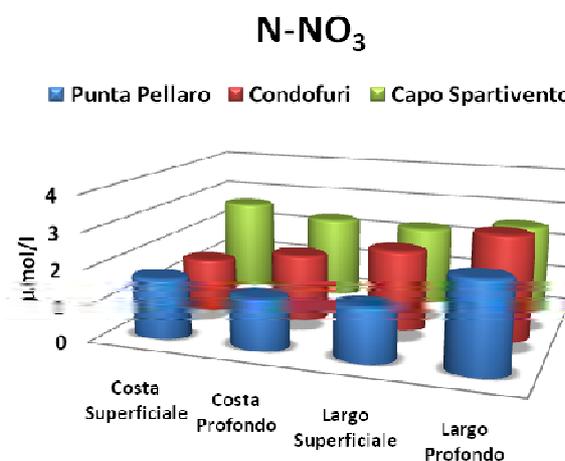


Grafico 7. Andamento dell'azoto nitrico

14.2.5 Azoto Totale

La distribuzione dei valori per la campagna di rilevamento ricalca abbastanza fedelmente quello dell'azoto nitrico. Le concentrazioni riscontrate oscillano tra un valore minimo di 1,51 $\mu\text{mol/l}$ ed un valore massimo pari a 14,01 $\mu\text{mol/l}$ misurati rispettivamente nel campione profondo prelevato nella stazione sotto costa di Punta Pellaro e nel campione profondo prelevato nella stazione sotto costa di Condofuri. Il valore medio misurato è pari a 6,81 $\mu\text{mol/l}$.

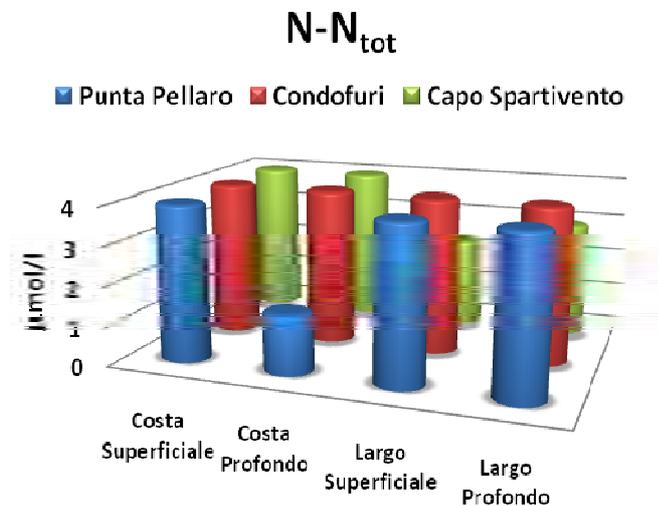


Grafico 8. Andamento dell'azoto totale

14.2.6 Fosforo da Ortofosfati

Le concentrazioni riscontrate presentano un valore medio pari a 0,23 $\mu\text{mol/l}$, con un valore massimo pari a 1,29 $\mu\text{mol/l}$ nel campione profondo della stazione sotto costa di Condofuri.

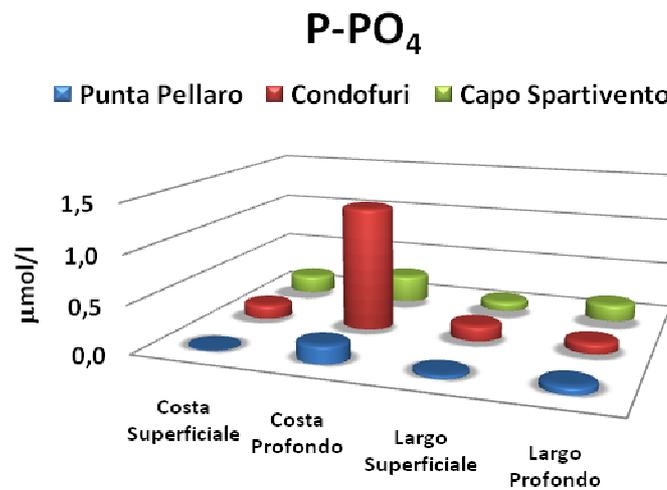


Grafico 9. Andamento dell'ortofosfato

A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

14.2.7 Fosforo Totale

Le concentrazioni riscontrate presentano un valore medio pari a 0,34 $\mu\text{mol/l}$, con un valore massimo pari a 1,62 $\mu\text{mol/l}$ nel campione profondo della stazione sotto costa di Condofuri.

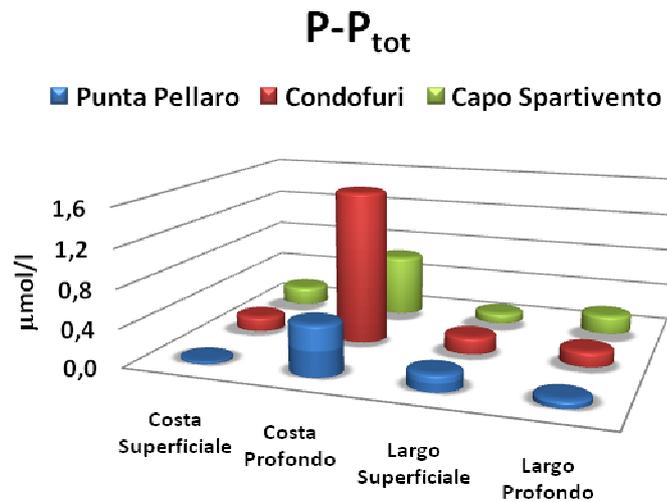


Grafico 10. Andamento del fosforo totale

14.2.8 Silice

Le concentrazioni riscontrate oscillano tra un valore minimo di 0,72 $\mu\text{mol/l}$ ed un valore massimo pari a 6,01 $\mu\text{mol/l}$ misurati rispettivamente nel campione superficiale prelevato nella stazione a largo di Punta Pellaro e nel campione profondo prelevato nella stazione a largo di Condofuri. Il valore medio misurato è pari a 3,29 $\mu\text{mol/l}$.

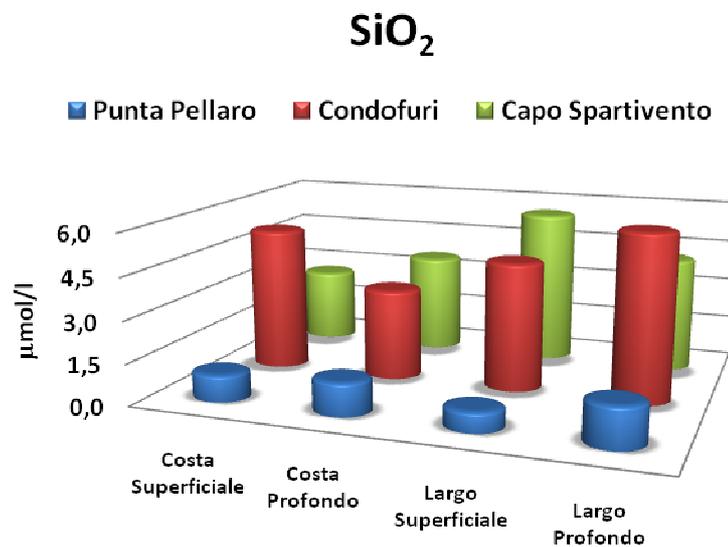


Grafico 11. Andamento della silice .

14.3 MATRICE SEDIMENTO

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di sedimento. Le concentrazioni relative ai parametri determinati, TOC e metalli pesanti (Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio e Zinco), sono riportati in tabella 2. In tabella con <L.I.Q. sono indicati i valori sotto il Limite Inferiore di Quantificazione, che per i metalli pesanti è pari a 2,0 mg/kg.

Tabella 16. Concentrazioni TOC e metalli pesanti nei sedimenti.

STAZIONE		PUNTA PELLARO		CONDOFURI	
		Superficiale	Profondo	Superficiale	Profondo
Data prelievo		18/02/2010	18/02/2010	01/04/2010	01/04/2010
Parametro	U.M.	Valore rilevato			
TOC	%	0,04	0,03	0,02	0,03
Cadmio	mg/kg ss	<L.I.Q.	<L.I.Q.	<L.I.Q.	<L.I.Q.
Cobalto	mg/kg ss	<L.I.Q.	<L.I.Q.	5,49	5,15
Cromo totale	mg/kg ss	7,36	7,90	18,25	17,27
Nichel	mg/kg ss	<L.I.Q.	<L.I.Q.	<L.I.Q.	<L.I.Q.
Piombo	mg/kg ss	5,30	56,06	<L.I.Q.	<L.I.Q.
Rame	mg/kg ss	7,56	7,71	7,26	7,69
Vanadio	mg/kg ss	9,23	9,41	22,50	21,52
Zinco	mg/kg ss	24,84	24,64	31,36	36,17

A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

14.3.1 Carbonio Organico Totale (TOC)

Tra i macronutrienti è stato determinato il carbonio organico totale, la cui percentuale media è risultata in tutti i campioni pari al 0,03%.

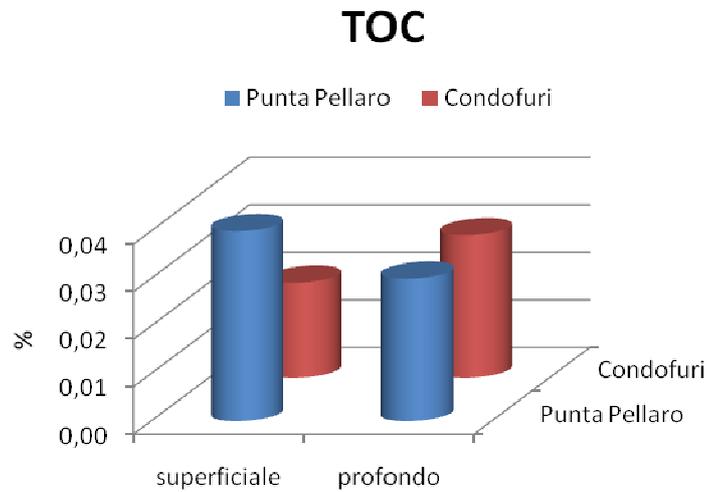


Grafico 12. Andamento del TOC

14.3.2 Elementi in tracce

Nei sedimenti è stata valutata anche la concentrazione di elementi in tracce (Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio e Zinco). Il 37% dei valori riscontrati risulta inferiore ai limiti di quantificazione.

Metalli Pesanti

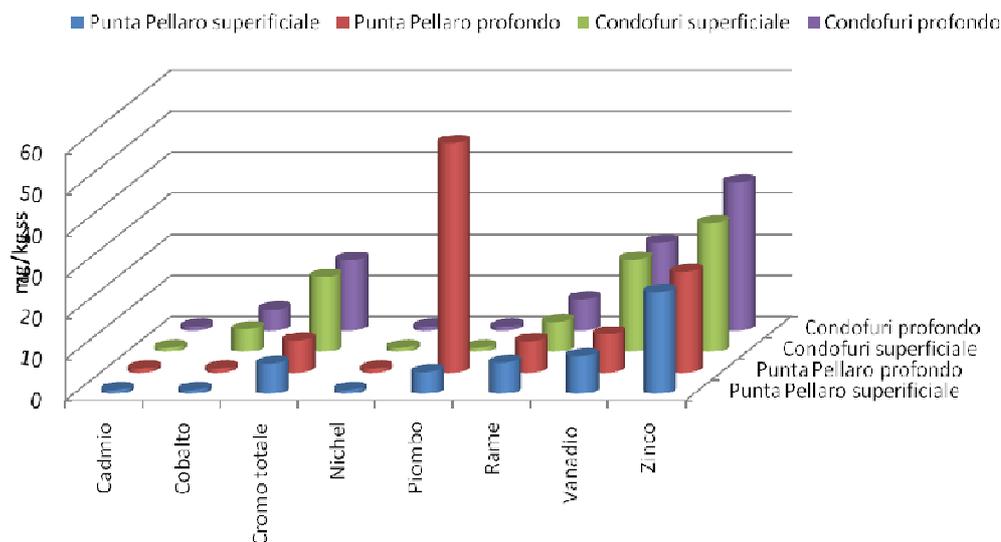


Grafico 13. Andamento dei singoli metallic

La stazione di Condofuri presenta, per cromo totale, vanadio e zinco, livelli di concentrazione più rilevanti rispetto alla stazione di Punta Pellaro, nella quale invece è stata riscontrata, nel campione profondo, una quantità significativa di piombo.

15.CONCLUSIONI

Il monitoraggio effettuato può considerarsi un primo momento di valutazione dello stato qualitativo delle acque marino costiere nell'area d'indagine. Ai fini di una valutazione più organica e complessiva dei dati è auspicabile che lo stesso si protragga per un arco temporale più significativo in modo da avere un numero di dati sufficiente per un'analisi statistica dei trend.

Allegato A

Specie	P - c 1	P - c 2	P - c 3	P - 1 1	P - 1 2	P - 1 3	C - c 1	C - c 2	C - c 3	C - 1 1	C - 1 2	C - 1 3	n° in d.
Famiglia Capitellidae													
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)				1	1			1					3
Capitellidae indet.			1		2	1				1			5
<i>Capitomastus minimus</i> (Langerhans, 1880)		1	2								1	1	5
Famiglia Maldanidae													
<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)		1		1									2
Maldanidae nd.		1	1	1		2							5
<i>Nicomache sp.</i>			1										1
Famiglia Opheliidae													
<i>Armandia cirrhosa</i> Filippi, 1861		1											1
Famiglia Orbiniidae													
Aricidea spp.				4	3		1					1	9
<i>Orbinia cuvieri</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)					2								2
Famiglia Paraonidae													
<i>Acmira catherinae</i> (Laubier, 1967)						2							2
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)				2	1	3							6
Paraonidae indet.				3	1	1						2	16
Famiglia Sigalionidae													
<i>Pelogenia arenosa</i> (Delle Chiaje, 1841)									1				1

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

<i>Sigalion mathildae</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1832							2	1		1			4
Famiglia Pisionidae														
<i>Pisione remota</i>	(Southern, 1914)		2											2
Famiglia Chrysopetalidae														
<i>Chrysopetalum debile</i>	(Grube, 1855)			1										1
Famiglia Hesionidae														
<i>Kefersteinia cirrata</i>	(Keferstein, 1862)						1							1
<i>Periboea cfr. longocirrata</i>	Ehlers, 1864		1											1
Famiglia Nereididae														
Nereididae indet.		2				2								4
<i>Nereis sp.</i>							2							2
Famiglia Syllidae														
Eusyllinae indet.					1	2					1			4
<i>Eusyllis assimilis</i>	Marenzeller, 1875		2											2
<i>Exogone (Exogone) verugera</i>	(Claparède, 1868)		1								1			2
<i>Odontosyllis ctenostoma</i>	Claparède, 1868		1	2										3
<i>Parapionosyllis elegans</i>	(Pierantoni, 1903)		1	1	1						1			4
Syllidae indet.				2		4								6
<i>Syllides fulvus</i>	(Marion & Bobretzy, 1875)										2			2
Famiglia Glyceridae														
<i>Glycera capitata</i>	Örsted, 1843		2		1							1		4
<i>Glycera lapidum</i>	Quatrefages, 1866			1			1				2	1		5
<i>Glycera tessellata</i>	Grube, 1863			2			1							3
Famiglia Goniadidae														
<i>Goniada maculata</i>	Örsted, 1843					2	1				2			5
Famiglia Nephtyidae														
<i>Nephtys cirrosa</i>	Ehlers, 1868										2	1		3
Famiglia Phyllodocidae														

A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

Serpulidae														
<i>Pomatoceros triquetus</i>	(Linnaeus, 1767)		1				1							2
<i>Spirobranchus polytrema</i>	(Philippi, 1844)			2			1							3
<i>Vermiliopsis striaticeps</i>	(Grube, 1862)			1	2		1							4
Famiglia Spirorbidae														
<i>Pileolaria nd.</i>				3										3
Famiglia Cirratulidae														
<i>Cauleriella bioculata</i>	(Keferstein, 1862)											1		1
<i>Chaetozone caputesocis</i>	(Saint-Joseph, 189						2					1	2	5
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	(Kirkegaard, 1959)													3
Famiglia Sternaspidae														
<i>Sternaspis scutata</i>	(Ranzani, 1817)											1	1	2
Famiglia Ampharetidae														
Ampharetidae nd.														1
Famiglia Pectinariidae														
<i>Pectinaria sp.</i>			1											2
Famiglia Terebellidae														
<i>Amphitrite variabilis</i>	(Risso, 1826)		1	1										2
<i>Lanice conchylega</i>	(Pallas, 1766)			1								1		2
Famiglia Trichobranchiidae														
<i>Terebellides stroemi</i>	M. Sars, 1835			2									1	3
Famiglia Magelonidae														
<i>Magelona sp.</i>												1		1
Famiglia Spionidae														
<i>Aonides oxycephala</i>	(M. Sars, 1862)												2	2
<i>Dispio uncinata</i>	Hartman, 1951											1		1

A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

<i>maculatus</i>															
<i>Parthenope massena</i>	(Roux, 1830)		1												1
Anomura															
<i>Paguristes syrtensis</i>	De Saint Laurent, 1971	1	1												2
<i>Pagurus sp.</i>			1												1
Echinodermata nd.										1					1
Ophiuroidea															
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)											1			1
<i>Amphiura sp.</i>							1			1					2
<i>Ophiura ophiura</i>	(Linnaeus, 1758)				4										4
Ophiuroidea indet.							6								6
Holoturoidea															
<i>Pseudocnus grubeii</i>	(Panning, 1962)							1							1
Holoturoidea nd.							3					1			4
Echinoidea															
<i>Echinocyanus pusillus</i>	(O. F. Müller, 1776)			1											1
<i>Spaerechinus granularis</i>	(Lamarck, 1816)	1													1
totale esemplari		2	3	3	4	6	2	1	1	2	2	1	2	33	
		0	9	4	2	1	9	0	6	2	6	5	1	5	
ricchezza specifica		1	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	11	
		1	2	4	1	3	1	7	9	4	0	2	2	0	



Regione Calabria



A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA