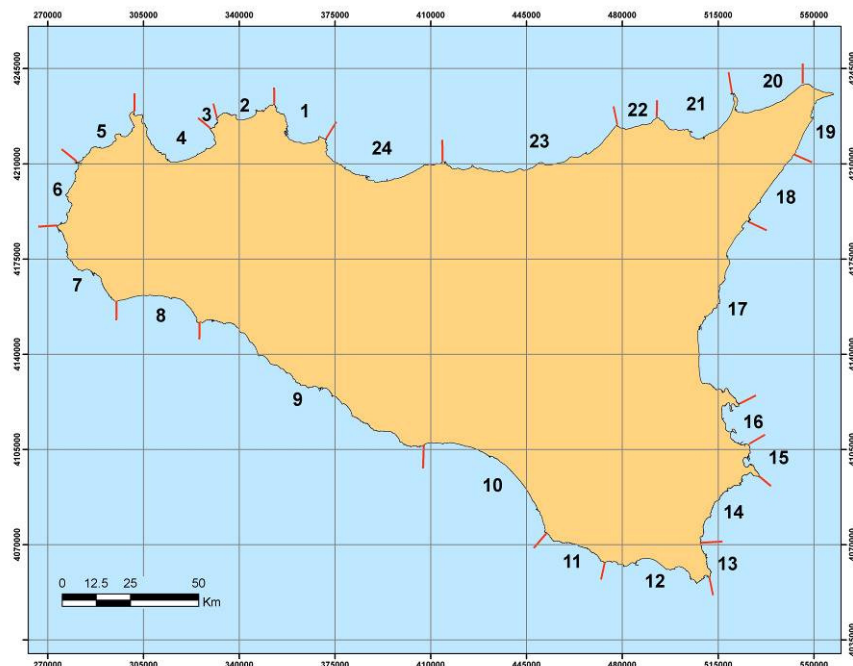


**Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente - Sicilia**

Università degli Studi di Palermo
**Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia
degli Ambienti Costieri (C.I.S.A.C.)**



STUDI APPLICATIVI FINALIZZATI ALL'ATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO COSTIERE DELLA REGIONE SICILIA

**Standardizzazione di descrittori biotici in *Posidonia oceanica* e nelle comunità
meiobentoniche di fondi mobili e predisposizione di criteri per il posizionamento di reti
di sorveglianza della qualità dell'acqua (D. Lgs. 152/99 e Direttiva 2000/60/UE)**

Relazione finale

Febbraio 2007



INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INTRODUZIONE	4
2.1 Ripartizione dei compiti e Unità Operative coinvolte.....	5
2.1.1 Scheda del C.I.S.A.C.....	5
2.1.2 Scheda del laboratorio di Ecologia Acquatica (DSB –LEA)	7
2.1.2 Scheda del Laboratorio di Biologia Marina e Risorse (DBA –LBMR)	8
2.1.3 Scheda del Gruppo di Ricerca per l'Applicazione della Statistica ai Problemi Ambientali (DSSM – GRASPA).....	10
2.2 Componenti delle Unità Operative e loro ruolo nel progetto.....	11
2.3 Il territorio siciliano.....	11
2.3.1 Generalità.....	11
2.3.2 La prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	13
3. METODI E TECNICHE.....	15
3.1 Corpi idrici significativi ed identificazione delle stazioni	15
3.2 Campagna preliminare.....	16
3.3 Campagne per osservazioni, misure e prelievo di sedimenti e <i>P. oceanica</i>	19
3.3.1 Indagini sulle praterie di <i>P. oceanica</i>	19
3.3.2 Indagini sui sedimenti e sulla meiofauna associata.....	22
3.4 Limiti inferiori della prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	25
3.4.1 Transetti R.O.V.	27
3.4.2 Analisi geostatistica.....	31
4. RISULTATI E DISCUSSIONI	32
4.1 Schede monografiche dei tratti costieri.....	32
4.1.1 Tratto costiero 1 - da Capo Zafferano a Capo Gallo	32
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	32
Indagini sui sedimenti	35
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	36
4.1.2 Tratto costiero 2 - da Capo Gallo a Punta Raisi.....	38
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	38
Indagini sui sedimenti	41
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	42
4.1.3 Tratto costiero 3 - da Punta Raisi a Capo Rama.....	44
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	44
Indagini sui sedimenti	47
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	47
4.1.4 Tratto costiero 4 - da Capo Rama a Capo San Vito	49
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	49
Indagini sui sedimenti	52
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	53
4.1.5 Tratto costiero 5 - da Capo San Vito a Punta Ligny.....	55
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	55
Indagini sui sedimenti	58
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	59
4.1.6 Tratto costiero 6 - da Punta Ligny a Capo Lilibeo.....	61
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	61
Indagini sui sedimenti	64
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	65
4.1.7 Tratto costiero 7 - da Capo Lilibeo a Capo Granitola	67
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	67
Indagini sui sedimenti	70
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	71
4.1.8 Tratto costiero 8 - da Capo Granitola a Capo San Marco.....	73
Indagini sulla prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	73
Indagini sui sedimenti	76
Indagini sulla comunità meiobentonica.....	77



4.1.9	Tratto costiero 9 - da Capo San Marco a Licata.....	79
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	79
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	82
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	83
4.1.10	Tratto costiero 10 - da Licata a Capo Scalambri.....	85
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	85
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	88
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	88
4.1.11	Tratto costiero 11 - da Capo Scalambri a Punta Religione.....	90
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	90
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	93
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	94
4.1.12	Tratto costiero 12 - da Punta Religione a Capo Passero	96
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	96
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	99
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	100
4.1.13	Tratto costiero 13 - da Capo Passero a Torre Vendicari	102
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	102
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	105
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	106
4.1.14	Tratto costiero 14 - da Torre Vendicari a Capo Murro di Porco	108
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	108
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	111
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	112
4.1.15	Tratto costiero 15 - da Capo Murro di Porco a Capo Santa Panagia	114
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	114
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	117
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	117
4.1.16	Tratto costiero 16 - da Capo Santa Panagia a Capo Santa Croce.....	119
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	120
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	122
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	123
4.1.17	Tratto costiero 17 - da Capo Santa Croce a Torre Archirafi	125
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	125
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	128
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	129
4.1.18	Tratto costiero 18 - da Torre Archirafi a Capo Scaletta	131
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	131
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	134
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	134
4.1.19	Tratto costiero 19 - da Capo Scaletta a Capo Rasocolmo.....	136
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	137
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	139
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	140
4.1.20	Tratto costiero 20 - da Capo Rasocolmo a Capo Milazzo	142
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	142
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	145
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	146
4.1.21	Tratto costiero 21 - da Capo Milazzo a Capo Calavà.....	148
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	148
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	151
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	152
4.1.22	Tratto costiero 22 - da Capo Calavà a Capo d'Orlando.....	154
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	154
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	157
	<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	158
4.1.23	Tratto costiero 23 - da Capo d'Orlando a Cefalù	160
	<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	160
	<u>Indagini sui sedimenti</u>	163



<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	164
4.1.24 <u>Tratto costiero 24 - da Cefalù a Capo Zafferano</u>	166
<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	166
<u>Indagini sui sedimenti</u>	169
<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	170
4.1.25 <u>Tratti costieri 25 - 27 – Arcipelago delle Egadi</u>	172
<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	173
<u>Indagini sui sedimenti</u>	176
<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	177
4.1.26 <u>Tratto costiero 28 - Isola di Pantelleria</u>	179
<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	179
<u>Indagini sui sedimenti</u>	182
<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	183
4.1.27 <u>Tratti costieri 29-30 – Isole Pelagie</u>	185
<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	185
<u>Indagini sui sedimenti</u>	188
<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	189
4.1.28 <u>Tratti costieri 31 - 37 – Arcipelago delle Eolie</u>	191
<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	192
<u>Indagini sui sedimenti</u>	195
<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	198
4.1.29 <u>Tratto costiero 38 – Isola di Ustica</u>	200
<u>Indagini sulla prateria di Posidonia oceanica</u>	200
<u>Indagini sui sedimenti</u>	203
<u>Indagini sulla comunità meiobentonica</u>	204
4.2 Identificazione delle scale di variabilità del limite inferiore	206
4.3 Approccio statistico alla costruzione di griglie di valutazione della qualità	212
4.3.1 <u>Indicatori di qualità delle praterie di Posidonia oceanica</u>	212
4.3.1.1 <u>Identificazione e pre-elaborazione delle variabili</u>	212
4.3.1.2 <u>Individuazione dei gruppi omogenei di stazioni</u>	215
4.3.1.3 <u>Definizione dell'indicatore aggregato e della griglia di valutazione di qualità delle praterie</u>	220
4.3.2 <u>Indicatori di qualità dei sedimenti e della meiofauna associata</u>	222
4.3.2.1 <u>Identificazione e pre-elaborazione delle variabili</u>	222
4.3.2.2 <u>Individuazione dei gruppi omogenei di stazioni</u>	223
5. CONCLUSIONI	230
5.1 Criteri per il posizionamento di balisage nell'ambito di un piano di monitoraggio	230
5.1.1 <u>Ripartizione batimetrica del limite inferiore lungo le coste siciliane</u>	230
5.1.2 <u>Stima del numero ottimale e distanza reciproca dei balisages</u>	230
5.2 Procedura per il calcolo del POSIX e qualità delle praterie siciliane	232
5.2.1 <u>Procedura per il calcolo del POSIX ed attribuzione delle classi di qualità</u>	232
5.2.2 <u>Esempio di impiego della procedura operativa per il calcolo del POSIX</u>	232
5.2.3 <u>Classificazione delle praterie siciliane mediante l'Indice POSIX</u>	233
5.3 Indicatori di qualità dei sedimenti e della meiofauna associata	240
6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	241
RINGRAZIAMENTI	245



1. PREMESSA

Il D. Lgs. 11 maggio 1999 n. 152 rappresenta nel panorama della legislazione ambientale italiana un punto di svolta nel quadro degli interventi tendenti alla valutazione, salvaguardia e recupero dei corpi idrici.

Per espressa previsione contenuta nell'Art. 1, il decreto legislativo si propone per definire la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee perseguendo i seguenti obiettivi:

- a) prevenire e ridurre l'inquinamento ed attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Per raggiungere detti obiettivi il decreto traccia una serie di strumenti attuativi nei quali sono compresi, tra l'altro, l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito di ciascun bacino idrografico.

L'obiettivo di qualità ambientale, inserito nel decreto 152/99, esprime un concetto che, per la prima volta, non riguarda solo la qualità chimica ed igienico-sanitaria del corpo idrico ma l'intero ecosistema acquatico (acque, sedimenti e comunità vivente), sia sotto l'aspetto quantitativo che qualitativo. In particolare, esprime lo stato dei corpi idrici in funzione della loro capacità di mantenere e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate, il più possibile vicine alla condizione di naturalità.

Lo stato di qualità ambientale delle acque è quindi definito, oltre che dallo stato chimico, anche sulla base dello stato ecologico. Lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali è l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici ed in particolare della natura fisica e chimica delle acque e dei sedimenti, considerando prioritario lo stato degli elementi biotici dell'ecosistema. Al fine di una valutazione completa dello stato ecologico il decreto 152/99 ha individuato alcuni indicatori ambientali (quale il TRIX) e nel contempo ha dato esplicito mandato all'A.N.P.A. di mettere a punto metodi per la rilevazione e la valutazione della qualità dei corpi idrici.

Lo stesso decreto legislativo indica nelle biocenosi di maggior pregio ambientale – quali le praterie



a fanerogame, le biocenosi bentoniche di substrato duro, il coralligeno, ecc... – le componenti del biota da cui trarre gli indicatori e gli indici ambientali utili ai fini di una più completa definizione dello stato ecologico.

Le comunità bentoniche rivestono, infatti, un ruolo fondamentale nella caratterizzazione degli ecosistemi marini costieri in quanto, per le loro caratteristiche di persistenza, costituiscono delle vere e proprie “memorie biologiche”, in grado di “registrare” nel tempo eventi ambientali di varia natura e di fornire informazioni integrate sugli effetti indotti da differenti fattori impattanti, sia naturali che antropici.

Lungo la fascia costiera gli effetti dell'inquinamento si manifestano, oltre che sulla qualità delle acque, anche sul comparto biotico ed in particolare sulla struttura e composizione delle biocenosi che colonizzano i fondali. In tale contesto le comunità che si insediano nei piani del sistema fitale subiscono le alterazioni più significative, fino alla virtuale scomparsa della copertura vegetale e delle zoocenosi.

In tale quadro, la prateria di *Posidonia oceanica*, ecosistema *climax* di serie successionali su substrati mobili nel piano infralitorale, risulta essere il sistema ambientale più vulnerabile alle alterazioni del comparto abiotico lungo la fascia costiera, tenuto conto delle caratteristiche biologiche della pianta (lenti ritmi di accrescimento) e della dinamica delle praterie (lentissimo recupero da disturbi esterni).

Inoltre, l'analisi delle comunità meiobentoniche nei sedimenti marini riveste una notevole importanza nella valutazione ambientale. I sedimenti, infatti, possono svolgere un ruolo di trasporto diretto della materia organica di natura autoctona ed alloctona e dei contaminanti e possono inoltre fungere da comparto di accumulo degli stessi.

In particolare, per le loro caratteristiche intrinseche, sia le praterie di *P. oceanica* che le comunità meiobentoniche di fondi mobili costituiscono un utile indicatore di stato ambientale, perché rispondono a disturbi antropogenici permettendo di caratterizzare le condizioni ambientali e di classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

L'entrata in vigore della Direttiva Comunitaria 2000/60/UE ha inoltre stabilito degli obiettivi complessivi di qualità e sostenibilità ambientale da raggiungere entro una tempistica predefinita, senza però stabilire, ad esempio nel caso degli ecosistemi di transizione, come questi obiettivi si concretizzino, nella pratica, con riferimento ai casi reali, che presentano peraltro un'ampia variabilità di situazioni specifiche. Resta quindi aperta e sempre più pressante l'esigenza, da parte



degli enti deputati all'implementazione delle politiche di gestione, salvaguardia e conservazione di queste zone, di definire tali politiche.

In tale quadro, il CISAC si è proposto come partner dell'ARPA Sicilia nello svolgimento delle attività previste per l'esecuzione del progetto del sistema di monitoraggio finalizzato alla prima caratterizzazione delle acque marine costiere della Regione Siciliana che sono state individuate significative ai sensi del D. Lgs. 152/99.

In particolare, per ottenere elementi di valutazione che concorrano a definire il giudizio di qualità dei corpi idrici oggetto dell'indagine, le attività di ricerca proposte comporteranno l'effettuazioni di osservazioni, misure e prelievi sui sedimenti e sulle praterie di *P. oceanica*, così come previsto nella relazione tecnica redatta dall'ufficio del Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e la Tutela delle Acque, relativa al *“Progetto del sistema di monitoraggio finalizzato alla prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Siciliana”*.



2. INTRODUZIONE

Nell'ambito del *“Progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici della Regione Siciliana”*, con ordinanza 186/TC del 10/12/2004, il Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e la Tutela delle Acque ha incaricato l'ARPA Sicilia di effettuare le attività previste dal Progetto, relativamente ai corpi idrici superficiali.

In tale quadro, in data 9 giugno 2005, il Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Costieri (C.I.S.A.C.) dell'Università di Palermo ha stipulato una convenzione di ricerca con l'ARPA SICILIA per *“Studi applicativi finalizzati all'attivazione del sistema di monitoraggio delle acque marino costiere della Regione Sicilia”*.

In particolare, la suddetta convenzione di ricerca prevedeva lo svolgimento di ricerche e studi applicativi atti a consentire la messa a punto del sistema di monitoraggio delle acque marine costiere della Regione Sicilia, al fine della caratterizzazione della qualità delle stesse e della redazione del piano di tutela delle acque.

Gli obiettivi della convenzione di ricerca si possono riassumere nei seguenti punti tra loro complementari:

- a. contribuire insieme all'ARPA a valutare l'assetto trofico e classificare le acque marino costiere attraverso l'effettuazione di quattro campagne idrologiche a cadenza stagionale;
- b. contribuire insieme all'ARPA a valutare la granulometria e gli inquinanti inorganici ed organici nei sedimenti nelle aree che sono state individuate a rischio ambientale nel territorio siciliano;
- c. valutare e misurare la risposta delle praterie di *P. oceanica* in condizioni ambientali diverse, identificando e convalidando alcuni descrittori all'interno di esse;
- d. valutare e misurare la risposta delle comunità meiobentoniche di fondi mobili in condizioni ambientali diverse, identificando e convalidando alcuni descrittori all'interno di esse;
- e. stabilire precise griglie multicriteriali che permettano l'utilizzo pratico e standardizzato di questi descrittori per la determinazione di classi di qualità;
- f. predisporre i criteri per il posizionamento di reti di sorveglianza della qualità dell'acqua, basate sul monitoraggio delle praterie di *P. oceanica*.

I punti *a* e *b* sono stati oggetto di 4 rapporti intermedi e di una relazione finale. Il presente rapporto riporta i risultati e le considerazioni conclusive relative ai punti *c-f*.



2.1 Ripartizione dei compiti e Unità Operative coinvolte

Tutte le attività di campo e di laboratorio sono state svolte dal C.I.S.A.C. attraverso delle U.O. facenti capo al Laboratorio di Ecologia Acquatica del Dipartimento di Scienze Botaniche (DSB - LEA), coordinato dal Prof. Sebastiano Calvo, ed al Laboratorio di Biologia Marina e Risorse del Dipartimento di Biologia Animale (DBA - LBMR), coordinato dal Prof. Antonio Mazzola ed al Laboratorio di Statistica Ambientale del Dipartimento di Scienze Statistiche e Matematiche (DSSM - LSA) coordinato dal Prof. Gianfranco Lovison. In particolare, sulla base delle specifiche competenze, ciascuna U.O. si è fatto carico di uno specifico ambito di attività secondo quanto riportato di seguito:

Laboratorio di Ecologia Acquatica	Coordinamento tecnico-scientifico della convenzione di ricerca, osservazioni, misure in campo e prelievo di sedimenti e <i>P. oceanica</i> , profili ROV nei limiti inferiori delle praterie di <i>P. oceanica</i> , analisi fenologiche e lepidocronologiche in laboratorio, elaborazione e stesura della relazione finale.
Laboratorio di Biologia Marina e Risorse	Collaborazione alle attività di campo relative al prelievo di sedimenti e <i>P. oceanica</i> , analisi dei sedimenti, elaborazione e stesura della relazione finale.
Unità di Palermo del Gruppo di Ricerca sulle Applicazioni della Statistica ai Problemi Ambientali (GRASPA)	Trattamento statistico dei dati finalizzato alla elaborazione di griglie di valutazione ambientale, elaborazione e stesura della relazione finale.

2.1.1 Scheda del C.I.S.A.C.

Il Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Costieri (C.I.S.A.C.) è un Istituto di Ricerca dell'Università degli Studi di Palermo istituito nel gennaio del 2005. Al Centro afferiscono 31 tra docenti e ricercatori dell'Università di Palermo impegnati nei campi dell'Ecologia di base ed applicata, Botanica, Zoologia, Fisica, Biochimica Marina, Chimica ambientale, Ingegneria e Statistica. In totale al centro operano docenti e ricercatori provenienti dai seguenti Dipartimenti e Istituti:

1. Dipartimento di Scienze Botaniche (DSB)
2. Dipartimento di Biologia Animale (DBA)
3. Dipartimento di Idraulica ed Applicazioni Ambientali (DIAA)
4. Istituto di Istologia



5. Dipartimento di Biologia dello Sviluppo (DBS)
6. Dipartimento di Ingegneria e Tecnologie Agro Forestali (ITAF)
7. Dipartimento di Fisica e Tecnologie Relative (DIFTER)
8. Dipartimento di Scienze Statistiche e Matematiche (DSSM)
9. Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISeG)

Il Centro è impegnato specificatamente nella conservazione e gestione degli ecosistemi marini ed è attivo nei seguenti campi:

- conservazione e gestione degli ecosistemi acquatici;
- individuazione di Parchi ed Aree Marine Protette;
- utilizzazione eco-sostenibile delle risorse biologiche;
- elaborazione di strategie per il mantenimento della biodiversità e sostenibilità della biosfera;
- formulazione di indicatori di qualità ambientale;
- valutazione di impatto ambientale;
- aspetti ecologici del risanamento e recupero ambientale.

Il Centro svolge, inoltre, attività anche nel campo della formazione (Master di I e II livello) e dell'educazione ambientale, del monitoraggio, dell'elaborazione, modellizzazione e rappresentazione di dati ecologici e dei sistemi informativi ambientali, degli aspetti metodologici relativi allo sviluppo di metodi e modelli statistici per l'analisi dei sistemi ecologici.

In particolare, i principali progetti portati avanti attraverso contributi e convenzioni sono:

- monitoraggio e gestione delle aree marine costiere;
- distribuzione e dinamica delle comunità bentoniche marine;
- ricerca di indici ed indicatori ambientali in *P. oceanica* e nelle comunità meiobentoniche;
- ecologia trofica e bioenergetica nei pesci;
- dinamica quali-quantitativa della sostanza organica particellata e sedimentaria;
- elementi in tracce e magnificazione biologica;
- ecologia degli isotopi stabili per individuare l'origine ed il destino della materia organica e più in generale la qualità ambientale;



- Studi di compatibilità ambientale e valutazione di incidenza di opere marittime.

Il C.I.S.A.C. opera inoltre nel campo della dinamica di popolazione di popolazioni giovanili di pesci di acque marine e salmastre ed in allevamenti off-shore. Recentemente alcuni docenti e ricercatori del Centro hanno realizzato una guida ai percorsi naturalistici nell'Area Marina protetta Capo Gallo – Isola delle Femmine (Palermo) ed una guida alla natura di Pantelleria. Attualmente sono in corso di elaborazione testi divulgativi finalizzati alla fruizione di AMP istituite nelle piccole isole siciliane.

L'attività fino ad oggi portata avanti dai docenti e ricercatori afferenti al C.I.S.A.C. è documentata in oltre 50 pubblicazioni prodotte su riviste internazionali. Il Centro è dotato di avanzate e moderne strumentazioni ed attrezzature da campo e da laboratorio.

2.1.2 Scheda del laboratorio di Ecologia Acquatica (DSB –LEA)

Il Laboratorio di Ecologia Acquatica è costituito da un gruppo di ricerca che svolge attività in diversi settori dell'ecologia di base ed applicata. In particolare l'attività di ricerca è prevalentemente rivolta verso studi di Idrobiologia e di Ecologia acquatica relativamente alle acque lentiche e lotiche ed agli ecosistemi marini costieri e di transizione (lagune e ambienti estremi ipersalati). In tale contesto sono state sviluppate ricerche su flora e vegetazione sommersa con particolare attenzione alle praterie di *P. oceanica*, telerilevamento da piattaforme mobili (aerei e satelliti) applicate alla cartografia delle comunità bentoniche in ambiente marino costiero, eutrofizzazione delle acque marine costiere, limnologia sulle acque interne con particolare riferimento ai bacini artificiali; ambienti estremi ipersalati e termali, indicatori ambientali nella gestione degli impianti di disinquinamento. I temi di ricerca avviati sono prevalentemente legati alla caratterizzazione delle praterie a fanerogame marine nel bacino meridionale del Mediterraneo ed alla ricerca, individuazione e standardizzazione di indicatori biotici in ambiente marino. Sono in corso studi e ricerche su fenologia, produzione primaria, variabilità genetica e riproduzione sessuata e vegetativa di *P. oceanica* nel bacino meridionale del Mediterraneo, standardizzazione di indicatori e indici ambientali di qualità nell'ambiente marino costiero, valutazione qualitativa e quantitativa degli effetti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione e vitalità delle praterie di *P. oceanica*, valutazione di impatto e sostenibilità ambientale.

Il laboratorio dispone della barca da ricerca “Antonino Borzi” 16 m. f.t. in grado di operare a scala mediterranea nella fascia costiera che si estende da 0-100 m. di profondità. L'imbarcazione ha in



dotazione i seguenti strumenti ed attrezzature: sistema integrato Multibeam-SSS mod. 8125 Reson; Rov Sirius classe Observer; sonda multiparametrica Idronaut 316 accessoriata con fluorimetro e turbidimetro; quantametro Licor; generatore marino 10 Kw trifase 400 V; dissalatore 230 V. 140 lt. ora; impianto di condizionamento; compressore ricarica bombole per ARA; sistema integrato di navigazione FURUNO Navnet; N. 2 congelatori da 90 lt. e n. 1 frigorifero da 130 lt.

Inoltre il laboratorio può contare anche sulle seguenti attrezzature: sistema a flusso continuo TRAACS 800; spettrofotometro Jasco; fluorimetro da campo e da laboratorio Turner; quantametro Licor con sensori terrestri e acquatici; microscopio a contrasto di fase e fluorescenza; stereomicroscopio ed invertoscopio dotati di sistemi automatici di fotografia; fuoristrada Land Rover 110, carrelli, gommoni e motori marini; attrezzature subacquee per immersioni, per fotografia e riprese scientifiche.



Barca da ricerca "Antonino Borzi" dell'Università degli Studi di Palermo

2.1.2 Scheda del Laboratorio di Biologia Marina e Risorse (DBA –LBMR)

Il Laboratorio di Biologia Marina e Risorse si occupa da circa un ventennio di Biologia ed Ecologia Marina. Il laboratorio si suddivide in tre reparti "Ecologia Isotopica", "Biologia Marina e Acquicoltura" e "Analisi dei contaminanti ambientali" all'interno dei quali lavorano Unità Operative che sviluppano tematiche di ricerca inerenti la gestione delle risorse naturali marine,



l'acquacoltura e la maricoltura, la biologia ed ecologia degli ambienti costieri. In particolare, vengono portate avanti linee di ricerca riguardanti: l'ampliamento delle conoscenze sulle aree di concentrazione e rimonta dei giovanili di specie ittiche attraverso l'uso di descrittori trofici; la valutazione della reale applicazione di tecniche di acquicoltura sostenibile in aree sensibili; l'analisi delle alterazioni ambientali a diversi livelli ecosistemici delle attività di allevamento in mare attraverso descrittori trofici, biochimici ed isotopici. Vengono condotti anche studi degli effetti indotti dalle attività di pesca sulla struttura trofica ecosistemica; studi sulle relazioni trofiche tra le specie ittiche attraverso i flussi di materia organica all'interno delle reti trofiche ed i fenomeni di ripartizione delle risorse e competizione interspecifica; studi sui sistemi lagunari mediterranei attraverso approcci che riguardano l'analisi del funzionamento e dei processi trofici, e la valutazione dello stato ambientale mediante attività di monitoraggio e di ricerca basata sull'individuazione di opportuni indicatori biotici e chimici; studi sui livelli di contaminazione ambientale attraverso il controllo della concentrazione di metalli pesanti in vari comparti ecosistemici e l'analisi dei processi di biomagnificazione; studi di VIA relativi alla realizzazione di infrastrutture in ambiente costiero. Il laboratorio nel suo complesso si occupa pertanto di ricerche di base condotte con i più avanzati metodi sperimentali e di ricerche applicate alle risorse biologiche marine ed alla conservazione e gestione degli ecosistemi costieri anche con l'ottica di una diretta ricaduta dei risultati sulla gestione di questi ambienti da parte degli organismi pubblici deputati al loro controllo.

Le ricerche vengono condotte sia attraverso l'uso di attrezzature da campo per il controllo delle variabili chimico-fisiche (sonda multiparametrica), per il prelievo di materiale biologico (plancton, benthos e necton), e per la raccolta di campioni di sedimento ed acqua, nonché di attrezzature da laboratorio (spettrofotometri a doppio raggio e con lettore per micropiastre, spettrofluorimetro e luminometro con lettore per micropiastre, stereomicroscopi e miscoscopi provvisti di sistemi di analisi di immagine, microcosmi per prove sperimentali in laboratorio provvisti di sistemi di videocontrollo). Inoltre il laboratorio può contare sulle seguenti grandi attrezzature: sistema della ThermoElectron per analisi di isotopi stabili comprendente uno spettrometro di massa Delta Plus XP accoppiato ad un sistema di analizzatori elementari Flash EA 1112 + TC/EA per combustione e pirolisi per analisi isotopica di C, N, S, H/D e O e ad un gas cromatografo Trace GC Ultra HP 6890 per determinazione del rapporto isotopico $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ in matrici organiche; ICP-OES (spettrometro ad emissione ottica mediante plasma induttivamente accoppiato) Varian Vista MPX per la determinazione degli elementi in traccia.



2.1.3 Scheda del Gruppo di Ricerca per l'Applicazione della Statistica ai Problemi Ambientali (DSSM – GRASPA)

GRASPA (*Gruppo di Ricerca per l'Applicazione della Statistica ai Problemi Ambientali*) è un gruppo di ricerca nazionale che coinvolge nove Unità Locali (Bergamo, Padova, Venezia, Bologna, Firenze, Pescara, Roma, Siena, Palermo) e che dal 1995 si occupa dello sviluppo di metodi statistici per le applicazioni nell'ambito dell'ecologia e delle scienze ambientali. Fin dalla sua fondazione, GRASPA è stato estremamente attivo nel coordinamento e lo stimolo alla ricerca statistica in campo ambientale, come testimoniato dai sette progetti di ricerca nazionali presentati dal gruppo che hanno ottenuto il finanziamento del MIUR in questi 12 anni: “Metodi Statistici per il Controllo e la Valutazione del Rischio Ambientale” (1995 e 1996), “Metodi Statistici per l'Analisi dell'Ambiente e delle Interazioni Ambiente-Salute” (1998), “Statistica nella Valutazione del Rischio Ambientale” (2000), “Statistica nel supporto alle decisioni ambientali: identificazione, monitoraggio e valutazione di interventi” (2002), “Trattamento statistico della complessità e dell'incertezza negli studi ambientali” (2004), “Modellazione statistica dell'impatto e del rischio per fenomeni ambientali con componenti spaziali e temporali” (2006).

L'Unità di Palermo di GRASPA è coordinata dal Prof. Gianfranco Lovison. I principali temi affrontati in questi anni di attività di ricerca sono: lo sviluppo di metodi statistici per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico urbano e la valutazione del suo impatto sulla salute umana; l'affinamento dei modelli statistici per l'analisi di sistemi ecologici complessi; l'impiego di processi spaziali di punto per l'analisi degli eventi geosismici; il trattamento di dati mancanti in serie spazio-temporali ambientali; la costruzione di indicatori ambientali per la valutazione di media ambientali (aria, acque costiere); l'uso di miscele campionarie (*composite sampling*) nel monitoraggio ambientale.

2.2 Componenti delle Unità Operative e loro ruolo nel progetto

Nome	Ruolo nel progetto	Unità Operativa
Prof. Sebastiano Calvo	Responsabile tecnico-scientifico della convenzione di ricerca	DSB – LEA
Prof. Carla Orestano	Trattamento, elaborazione ed interpretazione dei dati	DSB – LEA
Dr. Agostino Tomasello	Trattamento, elaborazione ed interpretazione dei dati	DSB – LEA
Dr. Maria Pirrotta	Trattamento, elaborazione ed interpretazione dei dati	DSB – LEA
Dr. Germana Di Maida	Trattamento, elaborazione ed interpretazione dei dati	DSB – LEA
Dr. Filippo Luzzu	Campionamento e misure in campo	DSB – LEA
Dr. Antonino Scannavino	Campionamento e misure in campo	DSB – LEA
Dr. Luciano Fici	Campionamento e misure in campo	DSB – LEA
Dr. Alessandro Todaro	Campionamento e misure in campo	DSB – LEA
Dr. Maria Concetta Favarò	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Rosalia Ferreri	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Valentina Gottuso	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Viviana Lombardo	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Palma Rattoballi	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Giovanna Scardaci	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Maria Laura Tedesco	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Dr. Anna Vassallo	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Carmelina Bellavia	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Cesare Costantini	Analisi lepidocronologiche e fenologiche	DSB – LEA
Prof. Antonio Mazzola	Coordinamento per gli aspetti relativi al sedimento e alle comunità meiobentoniche	DBA - LRBM
Dr. Salvatrice Vizzini	Analisi ed interpretazione dei dati	DBA – LRBM
Dr. Benedetto Savona	Analisi isotopiche	DBA – LRBM
Dr. Giusy Mocciano	Analisi meiobenthos	DBA – LRBM
Dr. Andrea Savona	Indagini di campo	DBA – LRBM
Dr. Cecilia Tramati	Analisi di laboratorio	DBA – LRBM
Dr. Adele Elisa Aleo	Analisi di laboratorio	DBA – LRBM
Dr. Valeria Tumbarello	Analisi di laboratorio	DBA – LRBM
Prof. Gianfranco Lovison	Coordinamento per gli aspetti relativi alle analisi statistiche	DSSM – GRASPA-PA
Dr. Giancarlo Ferrara	Analisi statistiche	DSSM – GRASPA-PA
Dr. Mariangela Sciandra	Analisi statistiche	DSSM – GRASPA-PA

2.3 Il territorio siciliano

2.3.1 Generalità

La Sicilia, estesa circa 25.000 km², è la più grande delle isole del Mediterraneo. Sotto l'aspetto geologico l'isola può essere suddivisa in tre grandi aree: il settore settentrionale (Catene dei Nebrodi e dei Peloritani) costituito da numerose unità strutturali stratigrafiche rappresentate da rocce dolomitiche e carbonatiche, e da rocce metamorfiche; le zone sud orientali (Tavolato Ibleo) e sud occidentali formate per la maggior parte da rocce carbonatiche. Queste ultime due zone, dopo la fase tettonica del Miocene Medio, furono ricoperte da sedimenti ed evaporiti del Messiniano (serie gessoso solfifera).

Le caratteristiche geomorfologiche del territorio sono estremamente varie. Le colline costituiscono il 50% dell'intero territorio, le montagne rappresentano il 36%, mentre le pianure, distribuite lungo



le coste e le valli fluviali, solo il 14% della superficie. Il clima è tipicamente mediterraneo. Lunghi periodi di stagioni secche sono seguiti da precipitazioni di intensità eccezionale, concentrate in pochi giorni nel periodo autunno-inverno (90% del totale annuale). La media annuale di precipitazioni è circa 700mm, variando da 400 sulle pianure costiere a 1250mm sui rilievi più elevati. Le temperature medie variano da 16°C a 18°C; il mese più freddo è gennaio, ma la temperatura raramente raggiunge 0°C. Il mese più caldo è luglio e durante l'estate la temperatura può raggiungere valori di 35°- 40°C all'ombra (Fierotti, 1975).

Il reticolo idrografico è principalmente costituito da corsi d'acqua a carattere torrentizio (fiumare) lungo le coste settentrionali e nord orientali e da fiumi (Simeto, Platani, Salso, Belice, ecc.) soprattutto lungo le coste meridionali.

La Sicilia ha uno sviluppo costiero di circa 1100 km che arriva a circa 1600 km se si includono le isole minori. L'isola è lambita da tre mari: il Mar Tirreno a nord e ovest, il Mar Ionio ad est ed il Canale di Sicilia a sud. Le coste più estese sono quelle tirreniche, con 440 km, e sono anche le più articolate e più varie presentandosi generalmente alte e frastagliate. Da Capo Peloro, estrema punta orientale, alla punta più occidentale Capo Lilibeo esse si presentano incise da una serie di golfi ed insenature generalmente assai vaste e con concavità più o meno pronunziate. Procedendo da Messina verso Trapani si incontrano il promontorio di Capo Milazzo proteso verso l'arcipelago eoliano ed il Golfo di Patti chiuso verso occidente da Capo Calavà e da Capo d'Orlando. La costa prosegue pressoché rettilinea fino a Cefalù dove si apre il Golfo di Termini Imerese separato dal Golfo di Palermo da Capo Zafferano; Capo Gallo costituisce l'estremità occidentale del suddetto golfo. Verso occidente, a poche decine di chilometri da Trapani, si incontra il Golfo di Castellammare, profondamente inciso e delimitato ad est da Punta Raisi ed a ovest dal pronunciato promontorio di Capo S. Vito. Nell'area coesistono, insieme a biotopi di elevato valore naturalistico ed ambientale (Isole Egadi, Stagnone di Marsala, Zingaro, Ustica, Capo Gallo, Tindari, Isole Eolie, ecc), attività industriali di notevole impatto (Milazzo e Termini Imerese) e grossi centri urbani (Palermo e Trapani).

Da Trapani a Marsala si snoda il breve tratto di costa occidentale dell'isola: il paesaggio costiero muta repentinamente rispetto alle alte scogliere dell'ultima parte della costa settentrionale, presentandosi basso e monotono. Lungo la costa si sviluppano ambienti costieri naturali (Stagnone di Marsala) ed artificiali (saline) di notevole pregio naturalistico e paesaggistico.

La costa meridionale della Sicilia mantiene questa connotazione morfologica lungo tutto il suo sviluppo meridionale fino a Capo Passero, estrema propaggine sud-orientale dell'isola. Blande



insenature interrompono la linearità della costa presso alcuni tra i principali centri costieri come Mazara del Vallo, Sciacca e Gela posta al centro dell'omonimo golfo, compreso tra Licata e Marina di Ragusa. Il profilo costiero e l'elevata dinamica del sistema marino, condizionato dalle correnti fredde del Canale di Sicilia, determina una notevole diminuzione della trasparenza lungo la costa ed un veloce ricambio delle acque. Da segnalare nell'area l'impianto petrolchimico di Gela e le intense attività agricole lungo le coste sud orientali.

La costa orientale ionica, percorsa da sud verso nord, si presenta inizialmente bassa e articolata in tre principali insenature: il Golfo di Noto, compreso tra Capo Passero e Capo Murro di Porco, il Golfo di Augusta, delimitato dall'omonimo promontorio a nord e dalla penisola di Siracusa a sud, ed infine il largo Golfo di Catania, versante costiero della maggiore pianura siciliana. A nord di Catania il paesaggio litoraneo torna ad essere caratterizzato dalla presenza di alte scogliere sino a Messina, articolando imponenti falesie a picco sul mare. Nell'area si evidenziano aree costiere protette (Capo Passero, Vendicari, Ciclopi, Foce del Simeto), elevate presenze turistiche soprattutto nel periodo estivo e la più estesa zona industriale della Sicilia (il petrolchimico di Augusta-Priolo a nord di Siracusa).

2.3.2 La prateria di *Posidonia oceanica*

La natura e la struttura del substrato condizionano l'insediamento e lo sviluppo di *P. oceanica* lungo le coste della Sicilia. Praterie dense ed estese si rinvencono, infatti, lungo la fascia costiera sud orientale, nord occidentale ed occidentale, in corrispondenza delle più importanti emergenze carbonatiche e calcarenitiche dell'Isola. In tali settori, peraltro, la prateria trova condizioni di impianto anche su substrato roccioso, ricoperto o meno da un sottile strato di sedimento organogeno. Lungo la costa occidentale della Sicilia, favorevoli condizioni ecologiche, consentono l'insediamento e lo sviluppo di una delle più imponenti praterie di *P. oceanica* fino ad oggi osservate in tutto il bacino del Mediterraneo. L'evoluzione della prateria, insediata su estesi bassi fondali, ha determinato nell'area la formazione di peculiari formazioni a *Posidonia* (*plateau récifale* e *récif-barrière*) e di ecosistemi lagunari naturali (Stagnone di Marsala) ed artificiali (saline) di notevole interesse naturalistico ed ecologico.

La prateria di *P. oceanica* è rara lungo le coste centro orientali tirreniche e nord orientali ioniche che si caratterizzano per la presenza di pendii scoscesi e corsi d'acqua a regime torrentizio (fiumare) e dove dominano rocce metamorfiche, ignee e sedimentarie (Peloritani) e vulcaniche (Etna).



In particolare, nel versante centro meridionale dell'Isola e in alcuni settori tirrenici, la natura prevalentemente limoso-fangosa dei substrati ed il loro continuo rimaneggiamento ad opera del moto ondoso, bloccano la serie evolutiva su substrato mobile alla “pelouse” a *Cymodocea nodosa* (*climax* edafico).

Nelle isole minori ampie ed estese praterie si rinvencono nei fondali delle Egadi e di Lampedusa, mentre nelle isole vulcaniche (Eolie, Ustica, Pantelleria e Linosa) *P. oceanica* trova prevalentemente condizioni di insediamento su roccia e sabbie vulcaniche contenenti detriti calcarei di natura biogenica.

Nel complesso in Sicilia la prateria di *P. oceanica* si rinviene frequentemente lungo i fondali costieri dell'Isola, evidenziando, soprattutto in prossimità dei grossi insediamenti urbani ed industriali, segni evidenti di regressione fino alla completa scomparsa.

3. METODI E TECNICHE

3.1 Corpi idrici significativi ed identificazione delle stazioni

Nell'ambito del "Progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici della Regione Siciliana", redatto dal Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e la Tutela delle Acque in Sicilia, sono state considerate significative le acque marino-costiere dell'intero perimetro regionale e delle isole minori comprese entro i 3000 m dalla costa e comunque entro la batimetria dei 50 m. Lungo uno sviluppo costiero pari a circa 1600 km, relativo sia alla Sicilia sia alle isole minori, sono stati individuati tratti omogenei, caratterizzati in base all'identità morfologica della fascia costiera.

In particolare i tratti costieri dell'Isola maggiore sono stati scelti sulla base di criteri quali la presenza di golfi e/o di zone costiere sottoposte o meno a fonti di immissione (quali porti, canali, fiumi, insediamenti antropici). I tratti costieri omogenei, inoltre, risultano caratterizzati al loro interno da fattori simili sia di tipo abiotico (geomorfologia, sedimentologia, correntometria dominante, esposizione geografica) sia di tipo bio-ecologico (distribuzione delle biocenosi e facies bentoniche, morfobatimetria dei fondali ecc...).

Sulla base di tali criteri ed al fine di pervenire ad una caratterizzazione e classificazione dell'ambiente marino costiero, sono state individuate 24 aree biogeografiche lungo le coste della Sicilia e 14 unità territoriali omogenee corrispondenti alle 14 isole minori (Eolie, Egadi, Pelagie, Ustica e Pantelleria). I tratti costieri individuati sono dettagliati nella tabella 3.1.1.

Tabella 3.1.1 – Elenco dei tratti costieri con l'indicazione del numero delle stazioni

Codice	Tratti costieri	n. stazioni
1	da Capo Zafferano a Capo Gallo	3
2	da Capo Gallo a Punta Raisi	3
3	da Punta Raisi a Capo Rama	1
4	da Capo Rama a Capo San Vito	4
5	da Capo San Vito a P.ta Ligny	4
6	da Punta Ligny a Capo Lilibeo	4
7	da Capo Lilibeo a Capo Granitola	6
8	da Capo Granitola a Capo San Marco	2
9	da Capo San Marco a Licata	7
10	da Licata a Capo Scalambri	1
11	da Capo Scalambri a Punta Religione	2
12	da Punta Religione a Capo Passero	2
13	da Capo Passero a Torre Vendicari	5
14	da Torre Vendicari a Capo Murro di Porco	2
15	da Capo Murro di Porco a Capo Santa Panagia	1
16	da Capo Santa Panagia a Capo Santa Croce	2
17	da Capo Santa Croce a Torre Archirafi	4



Codice	Tratti costieri	n. stazioni
18	da Torre Archirafi a Capo Scaletta	1
19	da Capo Scaletta a Capo Rosocolmo	4
20	da Capo Rosocolmo a Capo Milazzo	2
21	da Capo Milazzo a Capo Calavà	3
22	da Capo Calavà a Capo d'Orlando	2
23	da Capo d'Orlando a Cefalù	3
24	da Cefalù a Capo Zafferano	7
25	Favignana	1
26	Levanzo	1
27	Marettimo	1
28	Pantelleria	2
29	Linosa	1
30	Lampedusa	2
31	Lipari	3
32	Vulcano	1
33	Salina	1
34	Panarea	2
35	Stromboli	1
36	Alicudi	1
37	Filicudi	1
38	Ustica	2

In totale sono stati definiti, sulla base dei criteri sopra esposti, 38 tratti costieri omogenei all'interno dei quali sono state posizionate 95 stazioni nelle quali effettuare osservazioni, misure in campo e prelievi di sedimento e di *P. oceanica*.

3.2 Campagna preliminare

Nel mese di giugno 2005 è stata condotta una campagna preliminare tendente a posizionare sul campo e a georeferenziare le stazioni per osservazioni, misure e prelievi di campioni di sedimento e *P. oceanica* in 95 transetti secondo i criteri riportati nel quadro del “Progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici della Regione Siciliana”, redatto dal Commissario Delegato per l’Emergenza Rifiuti e la Tutela delle Acque in Sicilia. In particolare, le stazioni sono state posizionate prevalentemente in coincidenza con la stazione A dei transetti idrologici.

In considerazione dell’assenza delle praterie in alcuni settori della fascia costiera siciliana (Golfi di Gela, Termini Imerese, ecc), in alcuni casi non è stato possibile posizionare la stazione dove campionare la prateria di *P. oceanica* ed i sedimenti in coincidenza con la stazione A dei 95 transetti idrologici.

In questi casi, anche al fine di conseguire gli obiettivi prefissati dalla convenzione di ricerca, sono



state campionate praterie e sedimenti non coincidenti con la stazione A dei transetti idrologici, prelevando campioni prevalentemente in aree caratterizzate da condizioni di alterazione ambientale sia naturale che antropica.

Le stazioni non coincidenti con la stazione A dei transetti idrologici sono state codificate dal numero 96 al numero 110. L'elenco delle stazioni è riportato nella tabella (3.2.1).

Tabella 3.2.1 – Elenco delle stazioni di misura e prelievo di campioni di sedimenti e di *P. oceanica*

Tratto costiero	Codice stazione	Località	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
1	2	Acqua dei Corsari	364685	4218008	14
	3	Vergine Maria	357293	4225459	11
	4	Capo Gallo	352989	4231982	10
2	5	Isola delle Femmine	346567	4229770	12
	6	Golfo di Carini	346025	4229329	5
	7	Torre Pozzillo	336735	4228372	5,5
3	8	Terrasini	332043	4225452	7
	9	Trappeto	328102	4215691	4
4	10	Castellammare del Golfo	314391	4211334	4
	11	Guidaloca	310559	4214485	5,5
	12	San Vito Lo Capo	301598	4228720	10
5	13	Punta del Saraceno	294523	4220011	10
	14	Pizzolungo	286292	4216123	6
	15	Trapani	281773	4211179	9
	98	Porto Trapani	279957	4210332	1
6	16	Nubia	279362	4206885	1,5
	17	Isola Grande	273890	4192955	1
	107	Stagnone Atolli	277208	4195055	1
	108	Stagnone Recife	276316	4192101	1
7	18	Marsala	275113	4184560	2
	19	Petrosino	277029	4179315	5,5
	20	Capo Feto	280449	4171633	5
	21	Mazara del Vallo	288556	4168564	7
	22	Capo Granitola	294244	4159376	6
	99	Marsala ovest Porto	273769	4186184	1
	23	Marinella	309045	4161356	4
8	24	Capo San Marco	325243	4151391	6,5
	25	Sciacca	328870	4152392	3
9	26	Torre Verdura	339833	4149046	6
	27	Capo Bianco	347125	4139213	9
	29	Secca Vasciufunnu - Porto Empedocle	371929	4120232	11
	30	Secca Vasciufunnu - San Leone	373244	4119968	12
	31	Punta Bianca	381309	4116880	4,5
	33	Licata	407053	4106229	2,5
	37	Punta Braccetto	451517	4074524	13
11	38	Marina di Ragusa	461268	4070181	4,5
	100	Irminio	463930	4069373	8
12	40	Pozzallo	486780	4064171	5,5
	41	Punta Castellazzo	499188	4060728	6
13	42	Isola di Capo Passero	511779	4061377	8,5



Tratto costiero	Codice stazione	Località	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
	43	Marzamemi	510812	4066632	12
	44	Vendicari	509064	4070167	8
	101	Porto Marzamemi	510763	4065216	1,5
	102	Scarico Pachino	511002	4064807	8,3
14	45	Marina di Avola	513595	4084058	5
	46	Capo Murro di Porco	526999	4095882	8,5
15	47	Ortigia	526226	4102548	3,5
16	48	Marina di Melilli	521071	4110929	3
	49	Rada di Augusta	520335	4121197	5,5
17	50	Brucoli	516930	4126707	5
	51	Agnone bagni	511628	4129464	7,5
	54	Capo Mulini	514561	4157251	7
	55	Giarre	518682	4175363	6
18	56	Taormina	526462	4189387	6
19	58	Paradiso	549824	4230962	7
	59	Capo Peloro	555530	4236368	11
	60	Capo Rasocolmo	547167	4239520	7
	103	Ganzirri	552556	4234145	9
20	62	Milazzo	521404	4230545	7
	63	Capo Milazzo	520658	4235895	11
21	66	Marina di Patti	496676	4223662	9
	67	Capo Calavà	494173	4226162	8,5
	106	dietro Milazzo	520732	4233172	11
22	68	Brolo (scoglio)	484659	4223811	8
	69	Capo d'Orlando	479083	4223402	6
23	71	Santo Stefano di Camastra	451050	4210525	3
	72	Finale di Pollina	425323	4209559	8
	73	Cefalù	414845	4210965	6
24	74	Campofelice di Roccella	404963	4208067	6,5
	76	San Nicola l' Arena	378020	4209066	7
	77	Capo Zafferano	371805	4218689	7
	96	San Nicola Porto	378757	4208690	8
	97	Porticello	371985	4216376	8
	109	Solanto (diving)	372333	4215106	8,2
	110	Sant'Elia	371933	4217579	7,5
25	80	Favignana	262740	4200160	5
26	81	Levanzo	266919	4207765	10
27	82	Marettimo	243087	4204079	10
28	83	Pantelleria 1	227465	4081228	11
	84	Pantelleria 2	235258	4069807	12
29	85	Linosa	307892	3969983	6
30	86	Lampedusa 1	283448	3933628	10
	87	Lampedusa 2	283803	3930158	8
31	89	Lipari 1	497852	4258768	8
	90	Lipari 2	491714	4262764	9,6
	104	Lipari controllo	498307	4259037	4,6
32	88	Vulcano	494785	4252082	17
33	93	Salina	485409	4266303	8,2
34	91	Panarea	506828	4276672	9,4
	105	Panarea Bottaro	509570	4276954	8

Tratto costiero	Codice stazione	Località	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
35	92	Stromboli	521017	4295381	9,5
36	94	Alicudi	444839	4267197	6
37	95	Filicudi	463368	4267581	11
38	78	Ustica 1	339303	4284614	8,5
	79	Ustica 2	340673	4286848	8

3.3 Campagne per osservazioni, misure e prelievo di sedimenti e *P. oceanica*

Sono state effettuate due campagne per osservazioni, misure e prelievo di sedimenti e *P. oceanica* che hanno interessato le 95 stazioni riportate nella tabella 3.2.1. E' stata inoltre effettuata una terza campagna di misure e osservazioni sui limiti inferiori delle praterie di *P. oceanica*, attraverso l'impiego di una sistema di osservazione remota filoguidato (R.O.V.) per un totale di 69 transetti. Le attività di campo sono state comunicate tempestivamente via e-mail e via fax al responsabile dell'ARPA della convenzione di ricerca Ing. Carmelo Cuccia. Un cronogramma sintetico delle attività relative alle 3 campagne è riportato nella tabella 3.3.1.

Tabella 3.3.1 – Cronogramma delle attività relative alle campagne

Attività	Inizio campagna	Fine campagna
1 ^a campagna ^(*)	28 marzo 2006	20 giugno 2006
2 ^a campagna	4 settembre 2006	09 novembre 2006
3 ^a campagna	8 novembre 2006	27 novembre 2006

^(*) Stazione 10 (Castellammare del Golfo) effettuata in data 11 gennaio 2006

3.3.1 Indagini sulle praterie di *P. oceanica*

Tenuto conto del numero di stazioni di campionamento e della loro distribuzione spaziale, il criterio che si è adottato nella fase di rilevamento dei dati è stato quello di ottenere il maggior numero di informazioni nel minor tempo e con il minor impegno di risorse. A tal fine sono stati selezionati alcuni descrittori fisiografici quantitativi e qualitativi e di macroripartizione ad elevato contenuto informativo, ascrivibili alla categoria degli strumenti di valutazione speditiva (Chessa *et al.*, 1995).

1. La stima del ricoprimento della prateria consente di ricavare la densità globale (Romero, 1986) e l'estrapolazione su mesoscala dei parametri lepidocronologici e fenologici derivati.
2. La dominanza di matte morta esprime l'intensità del fenomeno di regressione di una prateria.
3. La valutazione dello stato di "scalzamento" dei rizomi rende conto del deficit/surplus sedimentario a livello di microscala, in relazione all'andamento della velocità di crescita delle

piante in prossimità dell'anno di campionamento (Boudouresque *et al.*, 1984).

4. L'analisi delle figure erosive prevalenti (canali intermatte, marmitte di erosione) può contribuire alla caratterizzazione della circolazione idrodinamica dominante ed alla individuazione degli stadi evolutivi di una prateria legati ai processi di distruzione e costruzione di natura meccanica (Blanc e Jeudy De Grissac, 1984).
5. L'individuazione del limite inferiore (Meinesz e Laurent, 1978) risulta rilevante ai fini della valutazione dello stato di equilibrio delle praterie profonde; la tipologia del limite inferiore consente, infatti, di individuare i principali fattori che controllano la distribuzione verticale delle piante.
6. La densità è uno dei descrittori di macroripartizione più in uso nelle indagini sullo stato delle praterie di *P. oceanica*. Essa serve per valutare l'importanza quantitativa di una formazione vegetale (Giraud, 1977; Panayotidis *et al.*, 1981). Inoltre, l'analisi dei dati pluriennali di densità rende conto della dinamica dell'entità prateria nel tempo, permettendo di risalire, in maniera diretta, ai fenomeni evolutivi che la governano (Chessa *et al.*, 1995). In ogni stazione sono state effettuate 10 misure utilizzando un quadrato di 40 x 40 cm di lato (Panayotidis *et al.*, 1981). Successivamente è stato calcolato il valore medio di densità estrapolato al m².

Campionamento del materiale vegetale

Per l'analisi lepidocronologica in ogni stazione sono stati raccolti 20 rizomi ortotropi distanti almeno 1 m l'uno dall'altro (Pergent *et al.*, 1983). Questi sono stati estratti da colonie impiantate su vari tipi di substrato. La profondità di estrazione delle piante è stata valutata tenendo conto dei limiti di distanza dall'apice, stimata *in situ* sottraendo 20 mm a partire dalla ligula della foglia più vecchia (Boudouresque *et al.*, 1984).

Per l'analisi fenologica in ciascuna stazione sono stati raccolti, nel corso di 2 campagne, 20 fascicoli fogliari.

Indagini in laboratorio

Analisi Fenologica

Per quanto riguarda lo studio dei parametri fenologici, in laboratorio si è proceduto alla dissezione dei 20 fascicoli raccolti. Le foglie sono state staccate singolarmente seguendo la loro inserzione distica nel fascio e sono state disposte su una superficie piana per le successive misurazioni (Giraud,



1977). Sulla foglia più esterna è stata rimossa la copertura delle comunità epifita mediante grattaggio di entrambe le pagine fogliari (Libes e Boudouresque, 1983). Sulle strutture fogliari sono stati rilevati i seguenti dati:

- a) la categoria di appartenenza ripartita in: foglia adulta, se provvista di base; intermedia, se di lunghezza maggiore di 50 mm e sprovvista di base; giovanile se di lunghezza inferiore a 50 mm.
- b) il rango di inserzione, da 1 ad n con 1=la foglia più esterna;
- c) la lunghezza della base;
- d) la lunghezza totale (base inclusa quando è presente);
- e) la larghezza;
- f) la lunghezza del tessuto bruno;
- g) la presenza degli apici erosi;
- h) il peso secco della base della foglia 1 (105 °C per 24 h);
- i) il peso secco del lembo della foglia 1 (105 °C per 24 h).

Dai dati di base sopradescritti sono stati calcolati i seguenti parametri sintetici:

- numero medio di foglie totali;
- numero medio di foglie per categoria (adulte, intermedie, giovanili);
- lunghezza e larghezza media delle foglie adulte;
- lunghezza e larghezza media delle foglie intermedie;
- lunghezza e larghezza media delle foglie giovanili;
- altezza della prateria;
- superficie media del fascio;
- indice di area fogliare (LAI);
- Coefficiente "A";
- Tessuto bruno.

Analisi Lepidocronologica

In ogni rizoma sono state staccate accuratamente le scaglie procedendo dalla più vecchia (posta in posizione distale rispetto al fascicolo fogliare) alla più recente (vicino alle foglie viventi). Ogni scaglia è stata sezionata a circa 10/12 mm dalla base per misurarne lo spessore nella parte centrale, adoperando un microscopio binoculare con obiettivo micrometrico (Pergent *et al.*, 1989). In questo modo sono stati isolati i segmenti di rizoma compresi tra due scaglie di spessore minimo ("anno lepidocronologico") (Pergent, 1987). Questi sono stati datati con risoluzione annuale procedendo a

ritroso considerando come anno iniziale quello in cui le scaglie sono seguite dalle foglie viventi (anno di prelievo). Su ogni porzione di rizoma sono stati rilevati e annotati su apposita scheda i seguenti dati:

- a) anno lepidocronologico;
- b) lunghezza della porzione;
- c) peso secco (105 °C per 24 h);
- d) numero e lunghezza delle scaglie prodotte (Pergent e Pergent-Martini, 1991);
- e) presenza di residui di peduncoli fiorali.

Dai dati di base sopradescritti sono stati calcolati i seguenti parametri sintetici:

- produzione di foglie;
- allungamento medio dei rizomi;
- produzione primaria dei rizomi;
- lunghezza e peso medio delle scaglie;
- indice di fioritura.

Classificazione delle praterie di P. oceanica

Le praterie sono state classificate secondo un indice aggregato (POSIX1) messo a punto nel paragrafo 4.3.1.

3.3.2 Indagini sui sedimenti e sulla meiofauna associata

Lo studio delle caratteristiche dei sedimenti riveste una notevole importanza nella valutazione dell'ambiente marino. I sedimenti, infatti, possono svolgere un ruolo di trasporto diretto della materia organica di natura autoctona ed alloctona e dei contaminanti e possono inoltre fungere da comparto di accumulo degli stessi. Ultimamente è stato osservato che alcune variabili, quali la concentrazione, la composizione e l'origine della materia organica sedimentaria possono costituire nuovi indicatori dello stato trofico delle aree marine costiere (Zimmermann e Canuel, 2000; Dell'Anno *et al.*, 2002; Vizzini e Mazzola, in stampa).

In tale quadro, sono stati analizzati i sedimenti e la meiofauna associata attraverso l'analisi dei seguenti descrittori:

- ✓ pigmenti clorofilliani (Clorofilla-*a* e feopigmenti);



- ✓ frazione labile della materia organica (concentrazione dei lipidi riportati in tripalmitina equivalenti, concentrazione di carboidrati riportati in glucosio equivalenti, concentrazione di proteine riportate in equivalenti di albumina serica bovina);
- ✓ composizione isotopica della materia organica basata sull'analisi del rapporto tra gli isotopi stabili di carbonio ($\delta^{13}\text{C} = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$) e di azoto ($\delta^{15}\text{N} = {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$);
- ✓ analisi del meiobenthos.

In ognuna delle 95 stazioni riportate in tabella 3.2.1 sono stati prelevati campioni di sedimento in immersione ARA mediante carotatori in PVC del diametro minimo di 4 cm e di una lunghezza massima di 35 cm.

Variabili analizzate e metodiche utilizzate:

1. **Stima della materia organica totale** - L'analisi della sostanza organica è una misura molto utile per valutare l'arricchimento organico del sedimento.

Per la determinazione della materia organica totale, alcuni grammi di sedimento sono stati posti su crogioli precedentemente calcinati per eliminare residui organici, e prepesati. Il contenuto di materia organica totale è stato determinato per differenza ponderale tra il peso del campione precedentemente essiccato per 24 ore a 60° C ed il peso dello stesso campione una volta volatilizzata la frazione organica per combustione in muffola (550° C, per 4 ore).

2. **Pigmenti clorofilliani (Clorofilla-*a* e Feopigmenti)** - La Clorofilla-*a* è un indicatore di biomassa del microfitobenthos ed è usato, fra altri, come indice di eutrofizzazione.

Il dosaggio dei pigmenti clorofilliani nel sedimento è stato eseguito con il metodo di Plante-Cuny (1974). La biomassa microfitobentica è stata calcolata dalle concentrazioni di Clorofilla-*a* usando un fattore di conversione pari a 40 (Pusceddu *et al.*, 1997). Per la stima dei pigmenti clorofilliani, sono stati utilizzati circa 3-5 g di sedimento raccolto dallo strato superficiale dei carotatori. Dopo centrifugazione e sonicazione i pigmenti clorofilliani sono stati estratti a freddo (- 4°C) in acetone al 90% per 24h. Trattando successivamente l'estratto con acido cloridrico è stato possibile determinare la quota di feopigmenti.

3. **Frazione labile della materia organica** – I cambiamenti dello stato trofico dei sedimenti sono stati monitorati attraverso la composizione biochimica della materia organica.

La concentrazione dei lipidi (LIP, $\mu\text{g g}^{-1}$) riportati in tripalmitina equivalenti è stata determinata in

accordo con Bligh e Dyer (1959) e Marsh e Weinstein (1959); la concentrazione di carboidrati riportati in glucosio equivalenti (CHO , $\mu\text{g g}^{-1}$) secondo il metodo di Dubois *et al.* (1956); la concentrazione di proteine riportate in equivalenti di albumina serica bovina (BSA) (PRT , $\mu\text{g l}^{-1}$) secondo Hartree (1972).

4. **Composizione isotopica della materia organica** - L'analisi del rapporto tra gli isotopi stabili di carbonio ($\delta^{13}\text{C} = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$) ed azoto ($\delta^{15}\text{N} = {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$) permette di discriminare tra la materia organica di origine marina e antropogenica, fornendo utili indicazioni sulla presenza e l'impatto della materia organica alloctona proveniente da input antropogenici sugli ecosistemi marini (Vizzini e Mazzola, in stampa). La composizione isotopica della materia organica sedimentaria fornisce, inoltre, informazioni sull'accumulo di materia organica a livello del sedimento.

La porzione di sedimento compresa tra 0 e 1 cm è stata acidificata con HCl 2N in modo da rimuovere la componente inorganica, filtrata, sciacquata con acqua distillata, seccata in stufa (60°C , 48 h) e ridotta in polvere mediante mortaio e pestello. Le analisi isotopiche sulla materia organica sedimentaria sono state effettuate mediante uno spettrometro di massa per gli isotopi stabili.

5. **Analisi del meiobenthos** - Le comunità meiobentoniche di fondi mobili costituiscono un utile indicatore di stato ambientale, perché rispondono sia a disturbi naturali che a quelli antropogenici permettendo di caratterizzare le condizioni ambientali e di classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali (Bouwman *et al.*, 1984; Sandulli e De Nicola-Giudici, 1990; Mazzola *et al.*, 2000). Per tale motivo l'analisi della meiofauna è parte integrante della valutazione delle caratteristiche dell'ambiente marino. La caratterizzazione delle condizioni ambientali generalmente è basata su metodi quantitativi che mettono in relazione il numero di specie e di individui prelevati su un'area di fondale nota.

Sono stati prelevati campioni di sedimento in immersione ARA mediante carotatori in PVC del diametro minimo di 4 cm e di una lunghezza massima di 35 cm.

I campioni sono stati fissati con soluzione di acqua di mare prefiltrata con formalina al 4%. In laboratorio la meiofauna è stata estratta dal sedimento per centrifugazione frazionata (3000 r.p.m., 10 minuti, ripetuta 3 volte) con gel Ludox, silice colloidale, al 60%. Una volta completata l'estrazione, i campioni sono stati conservati in soluzione di formalina al 4% tamponata con tetraborato di sodio, con l'aggiunta di rosa bengala al 1%. Il campione è stato quindi rifiltrato su maglia 38 μm , sciacquato e conteggiato al binoculare in apposite *cuvette*.

Per l'analisi della meiofauna sono stati rilevati parametri di densità dei principali gruppi tassonomici e dell'indice Nematodi/Copepodì secondo quanto proposto da Herman (1985) come possibile strumento per l'identificazione degli effetti dell'inquinamento organico.

3.4 Limiti inferiori della prateria di *Posidonia oceanica*

L'estensione e la morfologia delle praterie di *P. oceanica* sono in relazione non soltanto alla conformazione del litorale e del fondo marino, ma anche alla trasparenza, la luminosità, la temperatura e la salinità dell'acqua. La trasparenza dell'acqua di mare è un fattore fondamentale per lo sviluppo di una prateria di *P. oceanica*. Questo parametro è regolato dalla presenza di materiale organico o inorganico in sospensione nel mezzo; se tale materiale è troppo abbondante si determina una diminuzione della trasparenza dell'acqua con una conseguente diminuzione della penetrazione della luce.

La luce, quale parametro abiotico, esercita una notevole influenza sulla crescita e la vitalità di una fanerogama marina. La distribuzione batimetrica delle praterie di *P. oceanica* si estende dalla superficie fino ad una profondità di circa 30-40 metri nelle acque limpide; tale limite corrisponde alla fine del piano infralitorale.

Il limite inferiore presenta aspetti differenti in funzione dell'evoluzione delle condizioni ambientali.

Meinesz e Laurent (1978) distinguono i limiti inferiori in:

- limite progressivo, caratterizzato dalla presenza di rizomi orizzontali disposti parallelamente al senso della pendenza. La prateria non edifica *matte*, ma colonizza i substrati situati più in profondità;
- limite netto, caratterizzato dalla presenza di rizomi parzialmente verticali ma senza l'edificazione di *matte*. Questa tipologia di limite si riscontra generalmente in corrispondenza di cambi di substrato che per litologia o granulometria non sono adatti alla colonizzazione della pianta;
- limite erosivo, caratterizzato dalla presenza di piccole cadute di *matte*. Queste formazioni derivano dalle correnti profonde che erodono la prateria e ne impediscono l'avanzamento;
- limite regressivo, caratterizzato dalla presenza di *matte* morte e di qualche fascio avanti questo limite. È strettamente legato ad un aumento della torbidità media delle acque che si manifesta attraverso una regressione verso la superficie della prateria stessa.

Il limite inferiore progressivo, in particolare, si assesta ad una profondità pari alla profondità di compensazione, cioè alla profondità in cui il tasso fotosintetico uguaglia la respirazione. La



posizione di questo limite dipende essenzialmente dalla trasparenza media delle acque; infatti il limite inferiore progressivo è tanto più profondo quanto maggiore è la trasparenza dell'acqua. L'identificazione delle scale di variabilità della profondità del limite inferiore progressivo consentirebbero quindi un ottimo sistema per il monitoraggio della trasparenza media delle acque costiere.

Lo scopo dell'analisi dei dati inerenti la profondità del limite inferiore progressivo è quello di determinare le scale di variabilità presenti in tratti costieri a caratteristiche differenti al fine di stabilire il numero minimo di punti di osservazione fissi (*balisages*) da posizionare in una rete di monitoraggio delle acque marino costiere lungo le coste della Sicilia.

3.4.1 Transetti R.O.V.

E' stato effettuato uno studio del limite inferiore della prateria di *P. oceanica*, attraverso l'uso di un sistema video filoguidato (R.O.V) Sirius classe Observer. Tale approccio risulta rilevante ai fini della valutazione dello stato di equilibrio delle praterie profonde; la tipologia del limite inferiore consente, infatti, di individuare i principali fattori che controllano la distribuzione verticale delle piante. Nel complesso sono stati effettuati con l'ausilio della Barca da Ricerca "Antonino Borzi" 69 transetti, di cui 16 nell'isola di Ustica ed 53 lungo le coste nord occidentali della Sicilia nel tratto di costa compreso tra il versante Ovest di Capo Gallo e il versante Est di Capo Zafferano (tabelle 3.4.1 e 3.4.2; figura 3.4.1 e 3.4.2). I profili ROV sono stati effettuati perpendicolarmente alla costa, rilevando, oltre alle informazioni relative alla profondità e al tipo di limite, una serie di indicazioni generali sulla distribuzione delle praterie (tipologia, ricoprimento, substrato di impianto, ecc).

Per ogni transetto è stato realizzato un video su supporto digitale (DVD allegato) attraverso cui è possibile visionare in tempo reale tutti i parametri relativi alla navigazione del sistema filoguidato (figura 3.4.3).

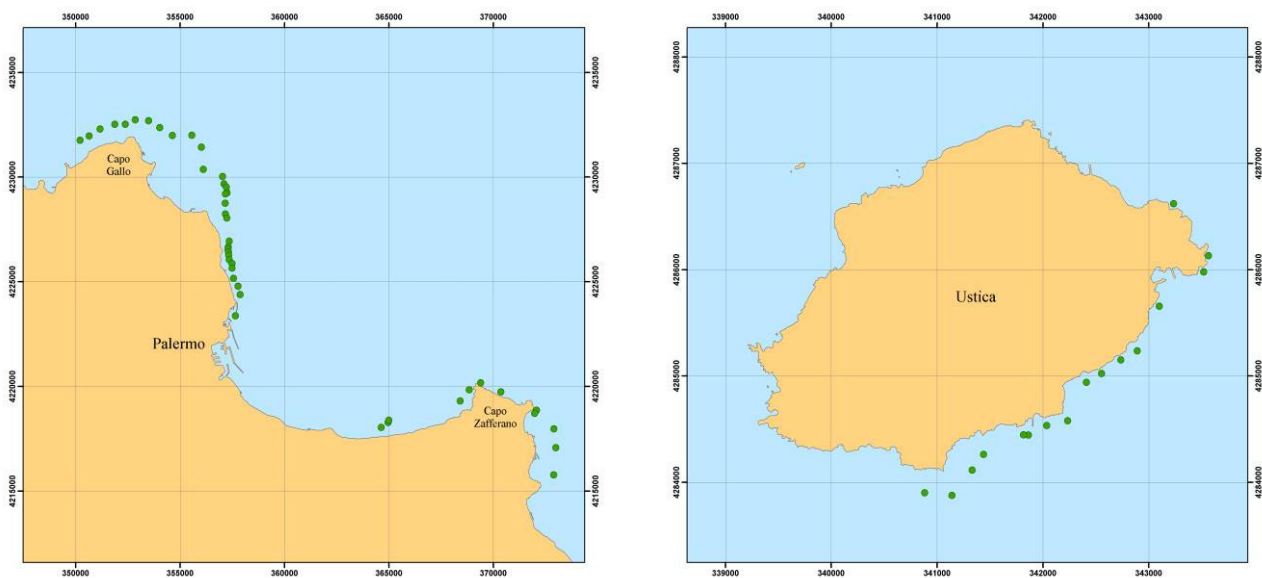


Figura 3.4.1.1 - Ubicazione dei transetti ROV nel Golfo di Palermo e nell'Isola di Ustica



Tabella 3.4.1.1 – Transetti ROV nei limiti inferiori delle praterie di *P. oceanica* nell'isola di Ustica

Transetto	Località	Data	Ora inizio	Latitudine	Longitudine
1	Ustica Scarico	09/11/06	7.26	343214	4286571
2	Ustica Omo Morto	09/11/06	15.34	343567	4286132
3	Ustica Est Porto	09/11/06	16.17	343521	4285979
4	Ustica Grotta Azzurra	09/11/06	16.31	343102	4285655
5	Ustica Pastizza	09/11/06	16.46	342893	4285236
6	Ustica	10/11/06	14.44	342737	4285151
7	Ustica	10/11/06	14.54	342555	4285023
8	Ustica	10/11/06	15.07	342411	4284940
9	Ustica Punta San Paolo	10/11/06	15.20	342234	4284579
10	Ustica Punta San Paolo	10/11/06	15.32	342038	4284532
11	Ustica	10/11/06	15.42	341864	4284443
12	Ustica	10/11/06	15.54	341816	4284446
13	Ustica Licciardi	10/11/06	16.53	341440	4284262
14	Ustica	10/11/06	17.02	341331	4284113
15	Ustica	10/11/06	17.13	341142	4283876
16	Ustica	10/11/06	17.24	340882	4283900

Tabella 3.4.1.2 – Transetti ROV nei limiti inferiori delle praterie di *P. oceanica* lungo le coste nord-occidentali della Sicilia

Transetto	Località	Data	Ora inizio	Latitudine	Longitudine
1	Avamposto	16/11/06	12.16	350206	4231761
2	Capo Gallo 1	16/11/06	11.53	350640	4231964
3	Capo Gallo 2	16/11/06	11.39	351160	4232296
4	Capo Gallo 3	16/11/06	11.22	351870	4232524
5	Capo Gallo 4	16/11/06	10.57	352371	4232531
6	Capo Gallo 5	16/11/06	10.35	352856	4232741
7	Capo Gallo 6	15/11/06	15.02	353488	4232698
8	Capo Gallo 7	15/11/06	14.47	354022	4232372
9	Capo Gallo 8	15/11/06	14.32	354632	4231995
10	Capo Gallo 9	15/11/06	13.48	354924	4232326
11	Mondello 1	15/11/06	13.26	355563	4231997
12	Mondello 2	27/11/06	11.48	356016	4231435
13	Mondello 3	27/11/06	11.30	356114	4230377
14	Mondello 4	27/11/06	11.03	357030	4230026
15	Mondello 5	15/11/06	11.23	357030	4230026
16	Roosvelt 1	15/11/06	11.00	357099	4229673
17	Roosvelt 2	15/11/06	10.41	357217	4229521
18	Addaura Porto 1	15/11/06	10.25	357246	4229251
19	Addaura Porto 2	15/11/06	10.07	357172	4229197
20	Addaura 1	14/11/06	15.42	357157	4228751
21	Addaura 2	14/11/06	15.14	357174	4228236
22	Addaura 3	14/11/06	14.58	357241	4228043
23	Vergine Maria Discarica 1	14/11/06	14.38	357348	4226944
24	Vergine Maria Discarica 2	14/11/06	14.21	357309	4226667
25	Vergine Maria Discarica 3	14/11/06	14.09	357301	4226554
26	Vergine Maria Discarica 4	14/11/06	13.58	357319	4226415
27	Vergine Maria Discarica 5	14/11/06	13.45	357328	4226269
28	Vergine Maria 3	14/11/06	13.36	357355	4226054
29	Vergine Maria 2	14/11/06	13.20	357493	4225870

Transetto	Località	Data	Ora inizio	Latitudine	Longitudine
30	Vergine Maria Tonnara	14/11/06	13.09	357494	4225654
31	Vergine Maria	16/11/06	13.25	357554	4225164
32	Arenella 1	16/11/06	13.39	357772	4224787
33	Arenella 2	16/11/06	13.50	357881	4224389
34	Arenella Braccio	16/11/06	14.01	357983	4223980
35	Arenella Sud Braccio	16/11/06	14.17	357654	4223377
36	Bandita	17/11/06	10.56	359437	4219088
37	Acqua dei Corsari 1	17/11/06	11.19	362138	4218327
38	Acqua dei Corsari 2	17/11/06	11.43	361777	4218470
39	Acqua dei Corsari 3	17/11/06	12.12	364636	4218039
40	Acqua dei Corsari 4	27/11/06	13.06	364816	4218392
41	Acqua dei Corsari 5	27/11/06	13.18	364969	4218276
42	Ficarazzi 1	21/11/06	10.16	365654	4218552
43	Ficarazzi 2	21/11/06	10.38	365699	4218318
44	Ficarazzi 3	21/11/06	11.11	366781	4218614
45	Aspra 1	21/11/06	11.29	367222	4218918
46	Aspra 2	21/11/06	11.46	367795	4219047
47	Aspra 3	21/11/06	12.03	368268	4219530
48	Scoglio Aspra	21/11/06	12.34	368915	4219877
49	Mongerbino 1	27/11/06	13.41	369636	4219998
50	Mongerbino 2	27/11/06	13.54	370364	4219741
51	Mongerbino 3	27/11/06	14.07	370974	4219526
52	Capo zafferano 1	27/11/06	14.26	372079	4218859
53	Capo Zafferano 2	27/11/06	14.41	372505	4218519



Figura 3.4.1.2 – Overlay dei parametri di navigazione del ROV

Sono stati inoltre utilizzati 95 profili ROV rilevati nel quadro della mappatura delle praterie di *P. oceanica* lungo le coste della Sicilia e delle isole circostanti (AA. VV., 2002). Le analisi sono state condotte sui limiti inferiori ricadenti in tratti costieri con caratteristiche molto diverse: sono infatti

stati scelti due golfi e tre tratti costieri rettilinei rilevati lungo le coste della Sicilia nord occidentale e occidentale.

In particolare, sono stati esaminati i seguenti tratti costieri:

- Golfo di Palermo (14 transetti);
- Golfo di Castellamare (16 transetti);
- la costa compresa tra Capo Rama e Capo Gallo (15 transetti);
- la costa compresa tra Capo San Vito e Punta Ligny (Trapani) (35 transetti);
- la costa prospiciente Marsala (15 transetti).

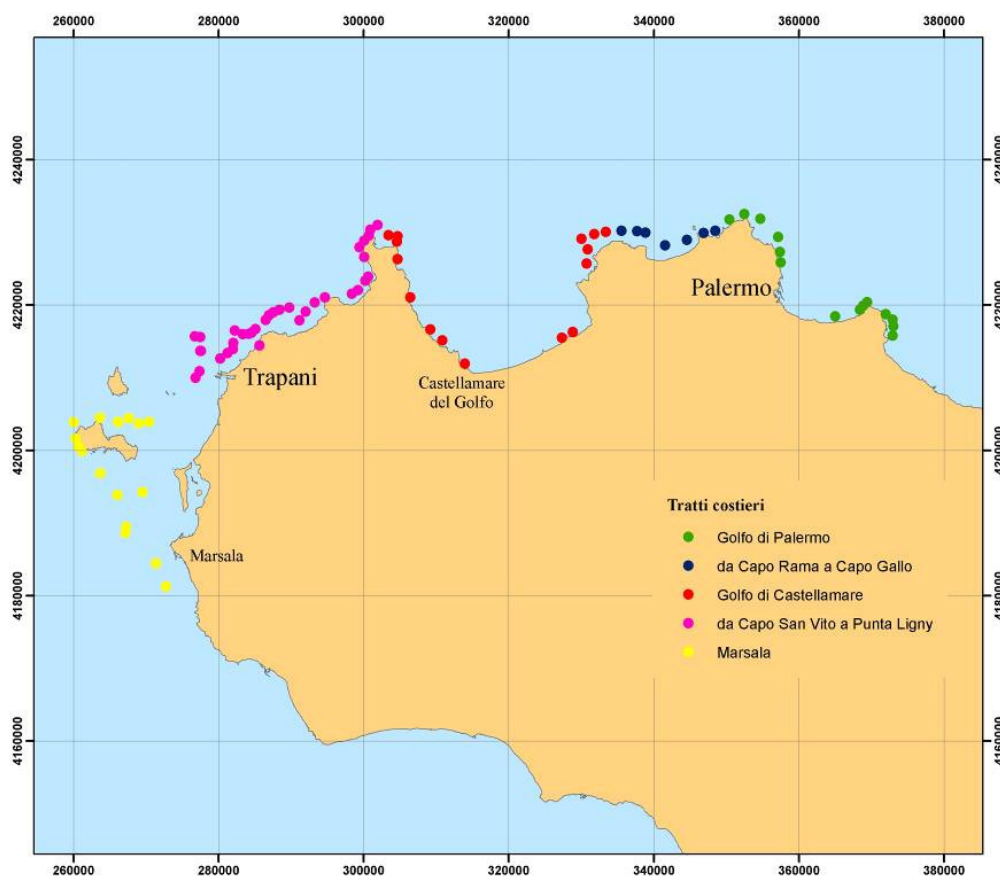


Figura 3.4.1.3 - Transetti ROV utilizzati nell'indagine preliminare (AA. VV., 2002)

La scelta dei suddetti tratti costieri è stata dettata dall'esigenza di comprendere se la distribuzione batimetrica del limite inferiore, e quindi le condizioni medie di trasparenza delle acque, dipendesse o meno dalla morfologia della costa. I dati inerenti i singoli tratti costieri sono sintetizzati nella tabella 3.4.1.3.

Tabella 3.4.1.3 - Dati riassuntivi per tratto costiero (AA. VV., 2002)

Tratto costiero	n. transetti	Profondità min (m)	Profondità max (m)	Profondità media (m)
Golfo di Palermo	14	14	37	28
Da Capo Rama a Capo Gallo	15	27	39	34
Golfo di Castellammare	16	10	40	28
Da Capo San Vito a Punta Ligny	35	20	38	33
Marsala	15	19	35	31

3.4.2 Analisi geostatistica

E' stata condotta un'analisi geostatistica utilizzando i semivariogrammi. I semivariogrammi (chiamati generalmente variogrammi nella letteratura geostatistica) decompongono la variabilità spaziale della variabile osservata in classi di distanza (Legendre, 1987).

Un variogramma è un grafico in cui viene riportata la semivarianza tra coppie di punti in funzione della loro distanza. La semivarianza differisce dalla varianza nel fatto che la somma dei termini quadrati non è basata sulla differenza tra la *i*-esima osservazione e la media, ma piuttosto tra la *i*-esima osservazione e tutte le altre separate da una stessa classe di distanza *h* (Fonseca, 1996).

L'equazione standard del variogramma è:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (x_i - x_{i+h})^2$$

dove $\gamma(h)$ è il semivariogramma stimato per la classe di distanza *h*, *N(h)* è il numero di coppie separate dalla distanza *h*, *x_i* e *x_{i+h}* sono i valori della variabile *x* di due osservazioni separate da una distanza *h*. Generalmente i variogrammi tendono a livellarsi su un valore soglia (*sill*) che corrisponde grosso modo alla varianza della variabile; la distanza alla quale la semivarianza si livella viene definito *range* (parametro *a*): oltre questa distanza le osservazioni non sono più spazialmente correlate.

La discontinuità iniziale (intercetta del modello diversa da 0) è detta "*effetto nugget*". Essa comprende la variabilità presente a scala più piccola dell'intervallo di campionamento, gli errori di misura e gli errori di campionamento. L'*effetto nugget* descrive la quantità di variazione che non è spazialmente autocorrelata o che è autocorrelata a scale minori rispetto a quelle individuabili con la scala di campionamento adottata.

4. RISULTATI E DISCUSSIONI

4.1 Schede monografiche dei tratti costieri

4.1.1 Tratto costiero 1 - da Capo Zafferano a Capo Gallo

Il tratto costiero compreso tra Capo Zafferano e Capo Gallo coincide con il Golfo di Palermo. L'area è caratterizzata da una elevata pressione antropica che esercita effetti significativi sull'assetto ambientale della fascia costiera. Nel tratto costiero sono state posizionate 3 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.1.1).

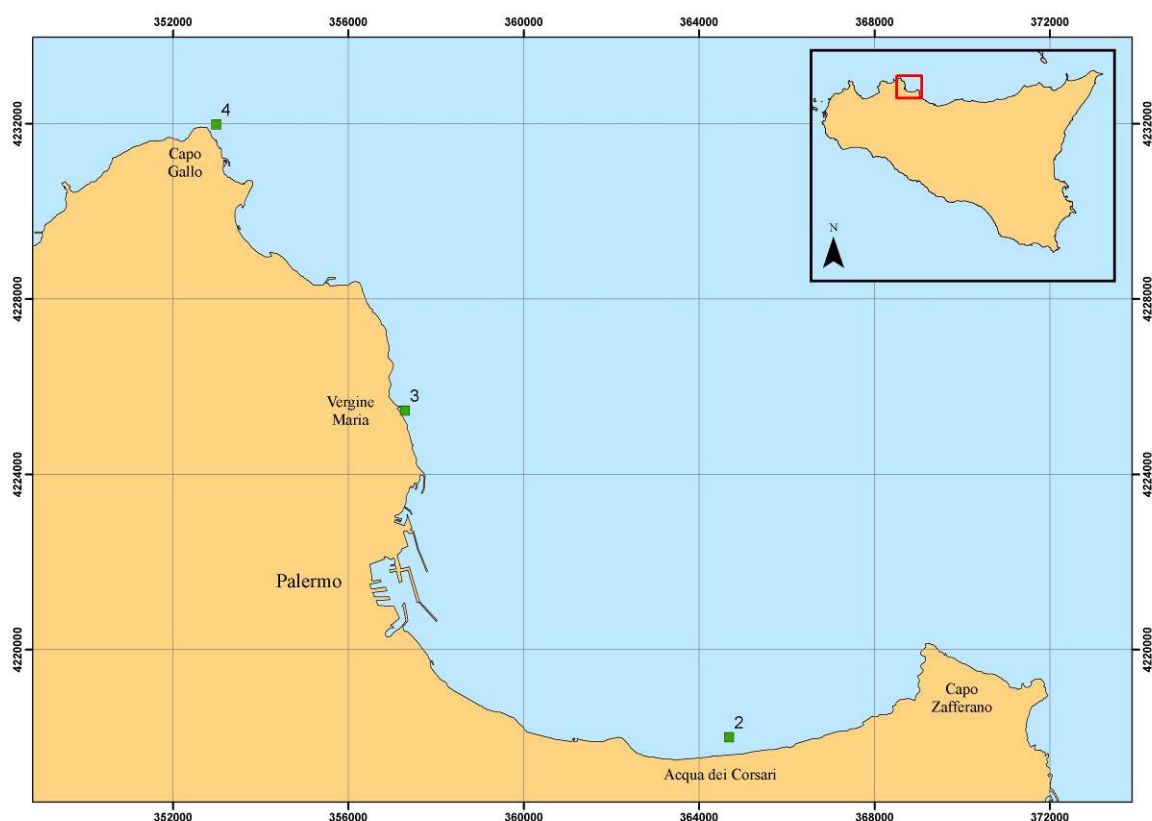


Figura 4.1.1.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Zafferano e Capo Gallo

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 40% (1490 ha) dell'area di mare dalla linea di costa alla batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è di tipo progressivo su fondo sabbioso a profondità di 19-21m e 31-32m, mentre si rileva un limite erosivo alla profondità di 36m che, in alcuni tratti, diventa di tipo netto e raggiunge la profondità di 14-20m con fasci isolati su substrato roccioso che s'interrompono quando il substrato diventa sabbioso.

Nelle stazioni 2 e 3, poste vicino al centro urbano palermitano, la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze, mentre nella stazione 4, situata all'interno dell'Area Marina Protetta di Capo Gallo ed Isola delle Femmine, la distribuzione risulta continua; si impianta prevalentemente su sabbia e su *matte* ed ha un ricoprimento che raggiunge valori del 30% nelle stazioni 2 e 3 e dell'80% nella stazione 4. La *matte* morta è stata osservata solo nelle stazioni 2 e 4 con valori di ricoprimento rispettivamente di 50 e 5%. La percentuale di rizomi rizomi plagiotropi risulta mediamente del 63%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 2 con un'altezza inferiore ai 10cm, mentre non si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.1.1).

Tabella 4.1.1.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Codice stazione	Distribuzione	Ricoprimento (%)	Matte morta (%)	Plagiotropi (%)	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento zona di confine	Ripple marks (cm)
1	2	Chiazze	30	50	80	sabbia-matte	-	sabbia-sabbia organogena	<10
	3	Chiazze	30	-	60	sabbia	-	sabbia	-
	4	Continua	80	5	50	matte	-	massi-sabbia-sabbia organogena	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $180 \pm 5,3$ fasci/m² nella stazione 2 ad un massimo di $420,8 \pm 32,2$ fasci/m² nella stazione 4. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,4 e 5,8 (I campagna) e tra 5,6 e 7,7 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 3 (123,5cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 4 nel corso della I campagna ($12,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 2 nella II campagna ($2,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 2 (61,6%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 8,7 e 12,4% nella II campagna.

L'intervallo temporale massimo analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1988 - 2006. La stazione 3 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($7,8 \pm 0,3$), mentre le stazioni 2 e 4 presentano valori simili tra loro ($7,3 \pm 0,1$ e $6,9 \pm 0,1$ rispettivamente). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nelle stazioni soggette a minore disturbo ($11,9 \pm 0,7 \text{ mm}$, stazione 3; $0,15 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$, stazione 4); nella stazione 2 si registrano invece i valori più bassi ($6,3 \pm 0,3 \text{ mm}$; $0,08 \pm 0,005 \text{ g ps/anno}$). Non sono stati rilevati eventi riproduttivi sessuati nell'intervallo temporale esaminato.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa

considerato sono riportate nella figura 4.1.1.2 e nelle tabelle 4.1.1.2 e 4.1.1.3.

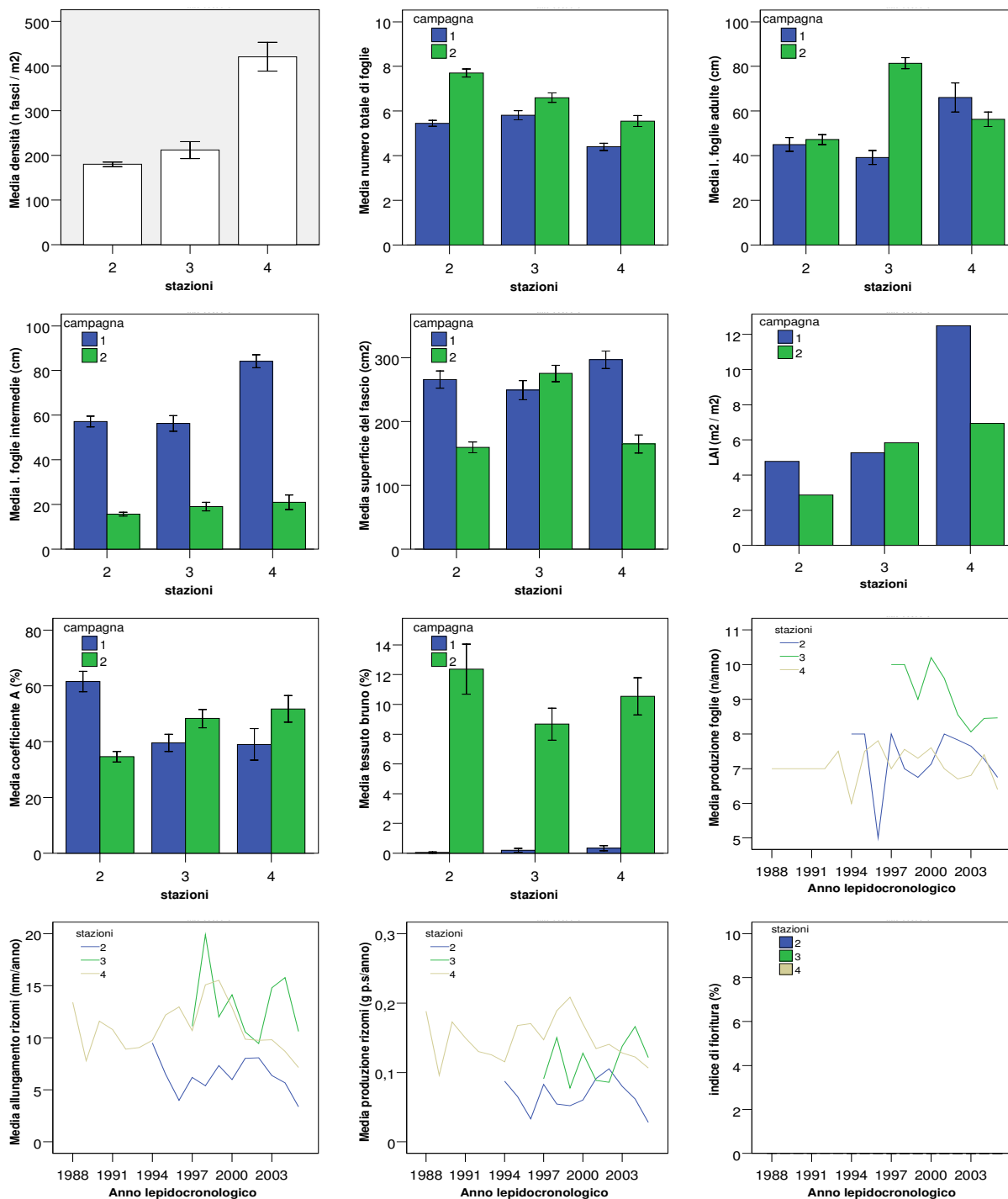


Figura 4.1.1.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.1.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
1	I	2	2,3 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	96,0
		3	2,6 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,2	104,2
		4	1,6 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,4	113,2
	II	2	3,3 $\pm$ 0,1	2,9 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	83,4
		3	3,0 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	123,5
		4	2,7 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	95,5

Tabella 4.1.1.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
1	2	2,4 $\pm$ 0,102	4,4	0,069
	3	2,1 $\pm$ 0,089	3,9	0,309
	4	-	-	-

Indagini sui sedimenti

L'analisi dei sedimenti delle tre stazioni del tratto costiero 1 mette in evidenza una situazione di omogeneità. Non si hanno particolari differenze tra le stazioni e nelle due campagne di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,23 $\pm$ 0,11 e 2,38 $\pm$ 0,67%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,97 $\pm$ 0,19 e 7,51 $\pm$ 0,22 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,47 $\pm$ 0,19 e 2,44 $\pm$ 0,17 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori a quelli della Clorofilla-*a*.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 29,80 $\pm$ 22,47 e 478,01 $\pm$ 6,66 μ g/g, dei Protidi tra 96,02 $\pm$ 27,79 e 872,18 $\pm$ 135,75 μ g/g e dei Glucidi tra 114,16 $\pm$ 4,88 e 1039,59 $\pm$ 54,74 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,48 $\pm$ 0,02 e 1,50 $\pm$ 0,19 sottolineando un generale accumulo di detrito refrattario nell'area in esame.

La materia organica sedimentaria presenta, nel corso della I campagna, un $\delta^{13}\text{C}$ che varia da -15,64 $\pm$ 0,67‰ nella stazione 4 a valori meno arricchiti in ^{13}C nella stazione 2 (-19,03 $\pm$ 0,21‰). Durante la II campagna il $\delta^{13}\text{C}$ risulta compreso tra -16,38 $\pm$ 0,56‰ (stazione 2) e -10,69 $\pm$ 0,30‰ (stazione 4).

Per quanto riguarda il $\delta^{15}\text{N}$, nel corso della II campagna, tutte le stazioni mostrano valori più arricchiti in ^{15}N ed in particolare il picco massimo si registra nella stazione 2 (4,17 $\pm$ 0,13‰).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.1.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Le stazioni sono caratterizzate da densità meiobentoniche basse, ad eccezione della stazione 2 dove, durante la prima campagna, si registra il picco massimo (509 ± 23 ind. 10 cm^{-2}). Il rapporto Ne/Co varia tra $1,02 \pm 0,70$ e $3,19 \pm 0,12$, valori registrati rispettivamente nella stazione 4 e 3 durante la prima campagna, mentre nel corso della II campagna il valore minimo si riscontra nella stazione 2 ($1,09 \pm 0,90$) e quello massimo nella stazione 3 ($2,36 \pm 0,65$).

La figura 4.1.1.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

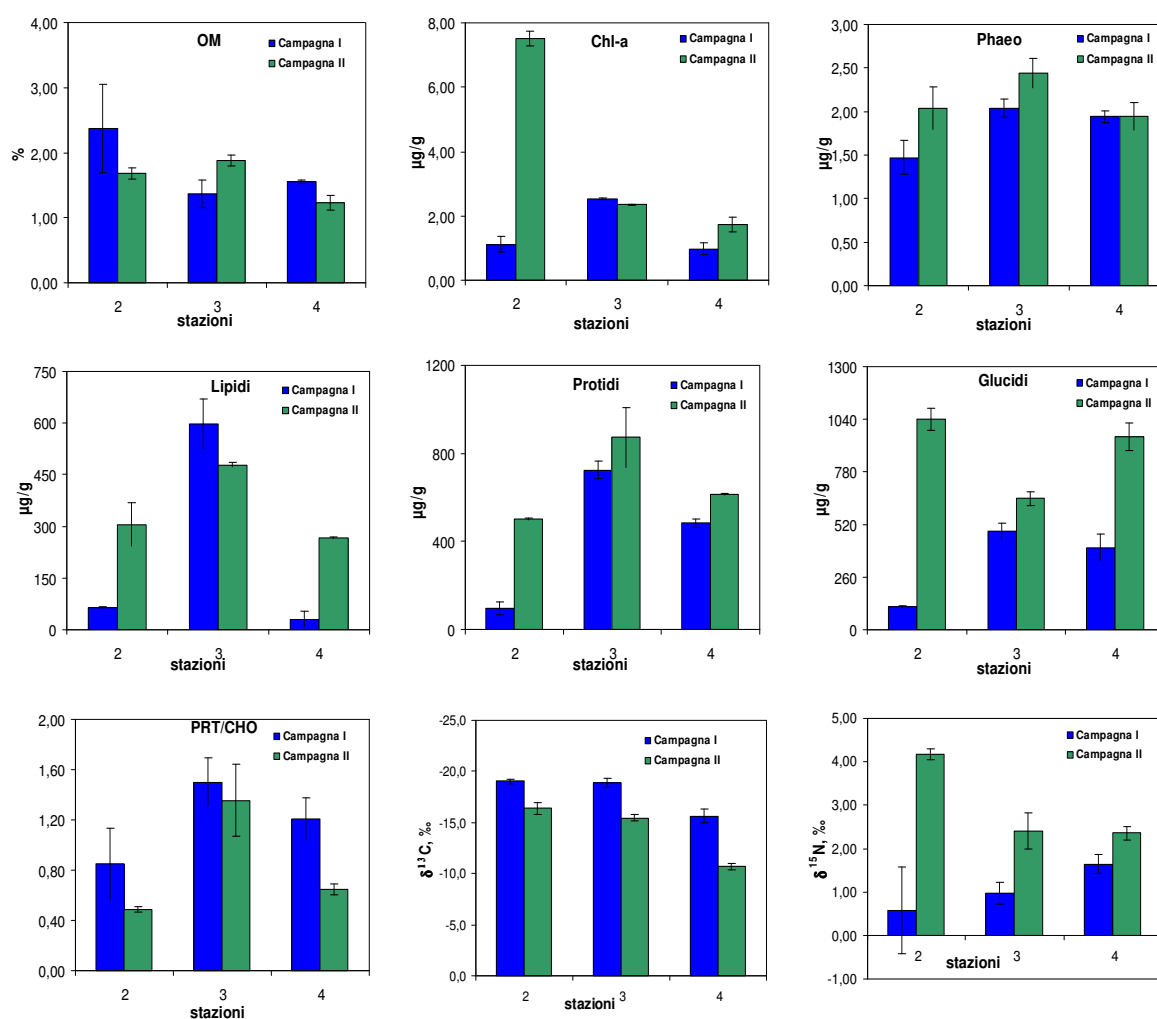


Figura 4.1.1.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

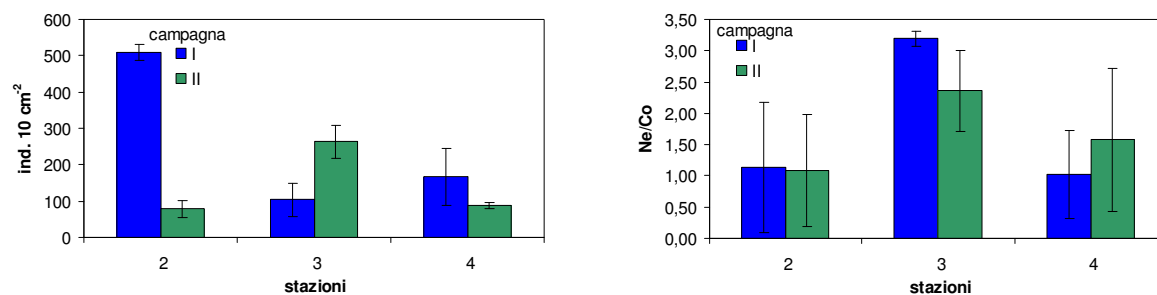


Figura 4.1.1.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.2 Tratto costiero 2 - da Capo Gallo a Punta Raisi

Il tratto costiero compreso tra Capo Gallo e Punta Raisi presenta due subaree riconoscibili nella Baia di Carini, che si estende da P.ta Raisi alla penisola antistante l'isolotto di Isola delle Femmine, e nel tratto costiero compreso tra Isola delle Femmine e Capo Gallo che ospita l'AMP Capo Gallo – Isola delle Femmine. L'intera zona è interessata, soprattutto nel periodo estivo, da un intenso flusso turistico, principalmente alimentato da insediamenti privati (seconde case per le vacanze) e da alberghi dislocati lungo quasi tutto il tratto costiero, con particolare incidenza lungo la costa sottesa al Golfo di Carini. L'area è caratterizzata da elevati livelli di naturalità nel settore orientale, mentre una certa pressione antropica si rileva nel settore centro-occidentale.

Nel tratto costiero sono state posizionate 3 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.2.1).

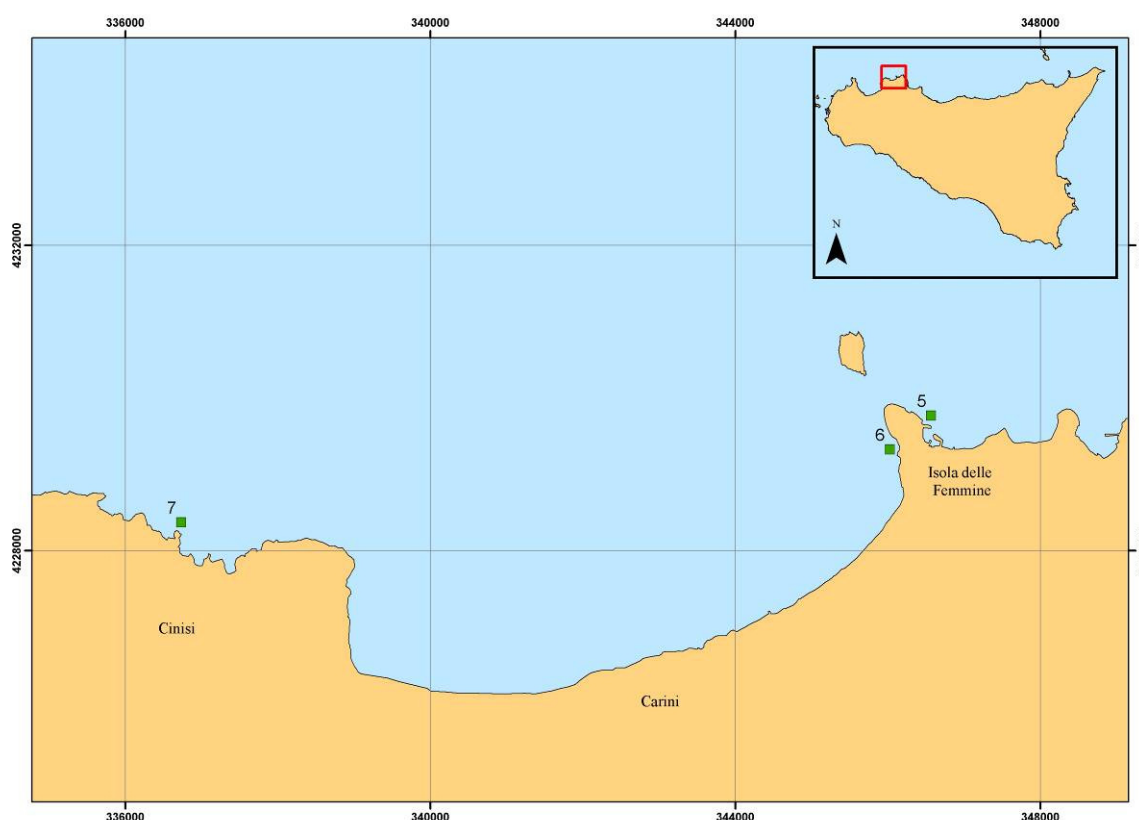


Figura 4.1.2.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Gallo e Punta Raisi

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 62% (3224 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è prevalentemente di tipo progressivo su fondo sabbioso a profondità di 35-37m. Talvolta il limite progressivo è su roccia e raggiunge la profondità di 33-35m.

La prateria, caratterizzata da una distribuzione a radure nelle stazioni 6 e 7 e continua nella stazione 5, presenta in tutte le stazioni un ricoprimento che raggiunge valori massimi del 90%; i substrati di impianto prevalenti sono roccia e *matte*. La percentuale di rizomi rizomi plagiotropi risulta mediamente del 70%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 6 con un'altezza inferiore ai 10cm; in tutte le stazioni si riscontrano marmitte di erosione e canali intermatte e solo nella stazione 5 anche erosione dovuta ad ancoraggi (tabella 4.1.2.1).

Tabella 4.1.2.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
2	5	Continua	90	-		sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte-ancore	massi-sabbia- sabbia organogena	-
	6	Radure	90	-	80	roccia- <i>matte</i>	canali intermatte	sabbia-sabbia organogena	<10
	7	Radure	80	-	60	sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	massi-sabbia	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $260,6 \pm 15,6$ fasci/m² nella stazione 6 ad un massimo di $723,8 \pm 37,9$ fasci/m² nella stazione 7. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,8 e 5,7 (I campagna) e tra 5,2 e 6,4 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 5 (126,8cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 7 nel corso della I campagna ($20,3 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 6 nella II campagna ($4,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 6 (70,8%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 8,4 e 11,2% nella II campagna.

L'intervallo temporale massimo analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1988 - 2006. La stazione 5 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($8,4 \pm 0,1$), mentre le stazioni 6 e 7 presentano valori simili tra loro ($7,2 \pm 0,1$ e $7,3 \pm 0,1$ rispettivamente). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nelle stazioni 5 ($13,9 \pm 0,5 \text{ mm}$ - $0,180 \pm 0,006$ g ps/anno) e 7 ($12,9 \pm 0,6 \text{ mm}$ - $0,110 \pm 0,006$ g ps/anno). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati nell'anno lepidocronologico 2003 e solo nella stazione 5, con un indice di fioritura del 10%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.2.2 e nelle tabelle 4.1.2.2 e 4.1.2.3.

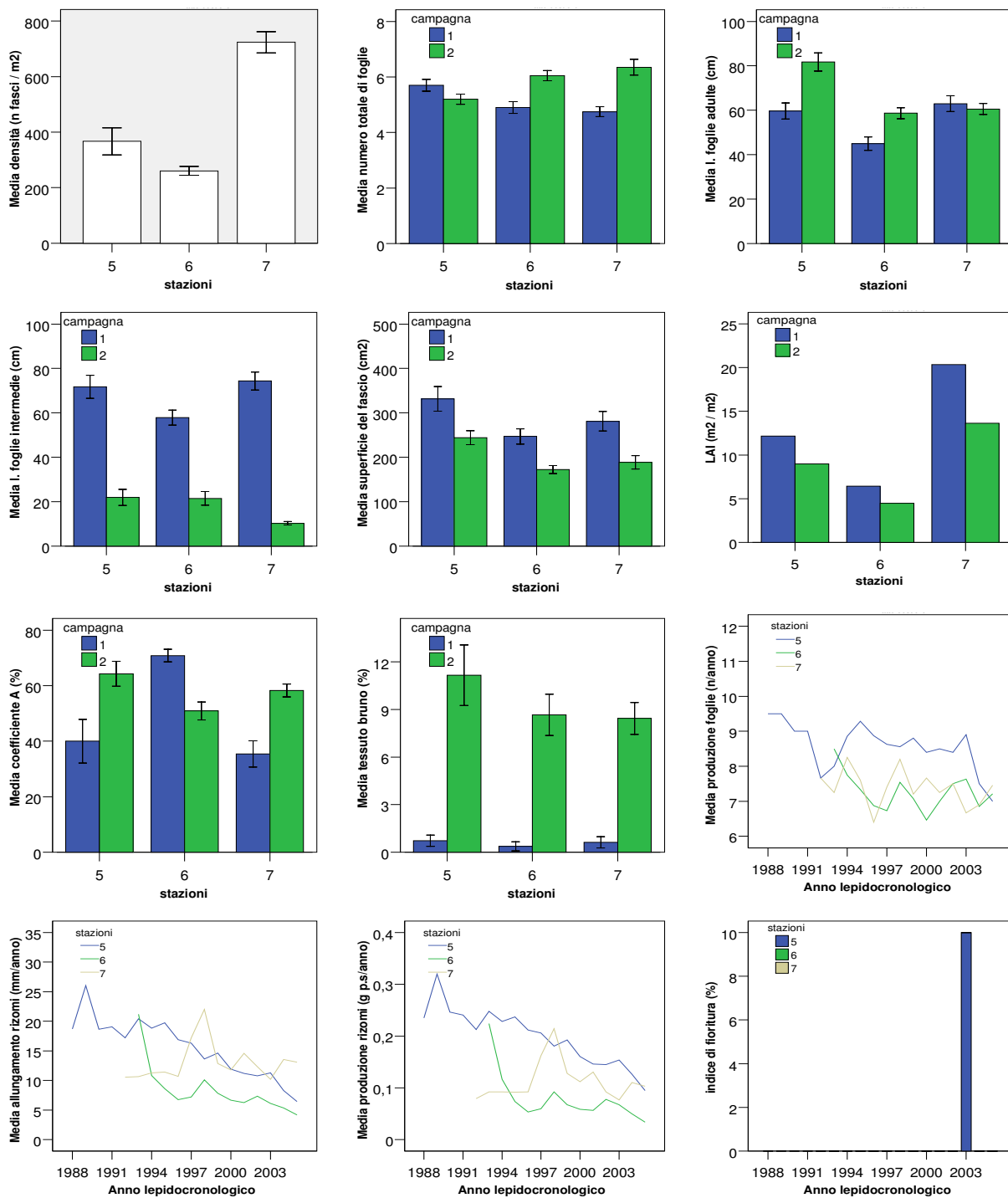


Figura 4.1.2.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.2.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
2	I	5	2,6 $\pm$ 0,2	2,8 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 0	106,5
		6	2,0 $\pm$ 0,1	2,9 $\pm$ 0,2	-	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	89,1
		7	2,4 $\pm$ 0,1	2,4 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	118,7
	II	5	2,8 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	126,8
		6	2,7 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	90,0
		7	3,4 $\pm$ 0,2	1,4 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	95,5

Tabella 4.1.2.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
2	5	-	-	-
	6	7,5 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,1	0,176 $\pm$ 0,034
	7	8,9 $\pm$ 0,3	4,9 $\pm$ 0,1	0,178 $\pm$ 0,029

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle tre stazioni del tratto costiero 2 mostrano una generale situazione di oligotrofia. Si evidenziano, inoltre, livelli delle diverse variabili superiori nella prima campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,45 $\pm$ 0,09 e 2,95 $\pm$ 0,09%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 1,04 $\pm$ 0,13 e 3,28 $\pm$ 0,44 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,80 $\pm$ 0,04 e 1,89 $\pm$ 0,20 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori a quelli della Clorofilla-*a*.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 101,22 $\pm$ 17,38 e 490,45 $\pm$ 55,78 μ g/g, dei Protidi tra 323,41 $\pm$ 53,25 e 1322,63 $\pm$ 27,32 μ g/g e dei Glucidi tra 181,13 $\pm$ 59,55 e 2317,18 $\pm$ 79,41 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,30 $\pm$ 0,05 e 2,84 $\pm$ 0,69, sottolineando un generale accumulo di detrito refrattario nell'area in esame.

Le stazioni comprese nel tratto costiero 2, ad eccezione della stazione 7, hanno presentato, in riferimento al valore del $\delta^{13}\text{C}$ della materia organica sedimentaria, una elevata variabilità tra la I e la II campagna. In particolare, tale valore varia da -19,11 $\pm$ 0,56‰ a -15,72 $\pm$ 0,16‰ nella stazione 5 e da -18,67 $\pm$ 0,47‰ a -15,09 $\pm$ 0,29‰ nella stazione 6.

Per il $\delta^{15}\text{N}$ si registra un valore minimo nella stazione 7 (1,27 $\pm$ 0,11‰, I campagna) ed un picco massimo nella stazione 6 (3,85 $\pm$ 0,26‰, II campagna).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel

tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.2.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La meiofauna è caratterizzata, nelle tre stazioni considerate, da una distribuzione irregolare, soprattutto durante la II campagna quando la densità meiobentonica varia tra 739 ± 186 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 5 e 48 ± 13 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 6.

Il rapporto Ne/Co maggiore si registra nella stazione 7, sia durante la I che la II campagna con valori pari, rispettivamente, a $4,33 \pm 3,27$ e $8,29 \pm 3,43$.

La figura 4.1.2.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

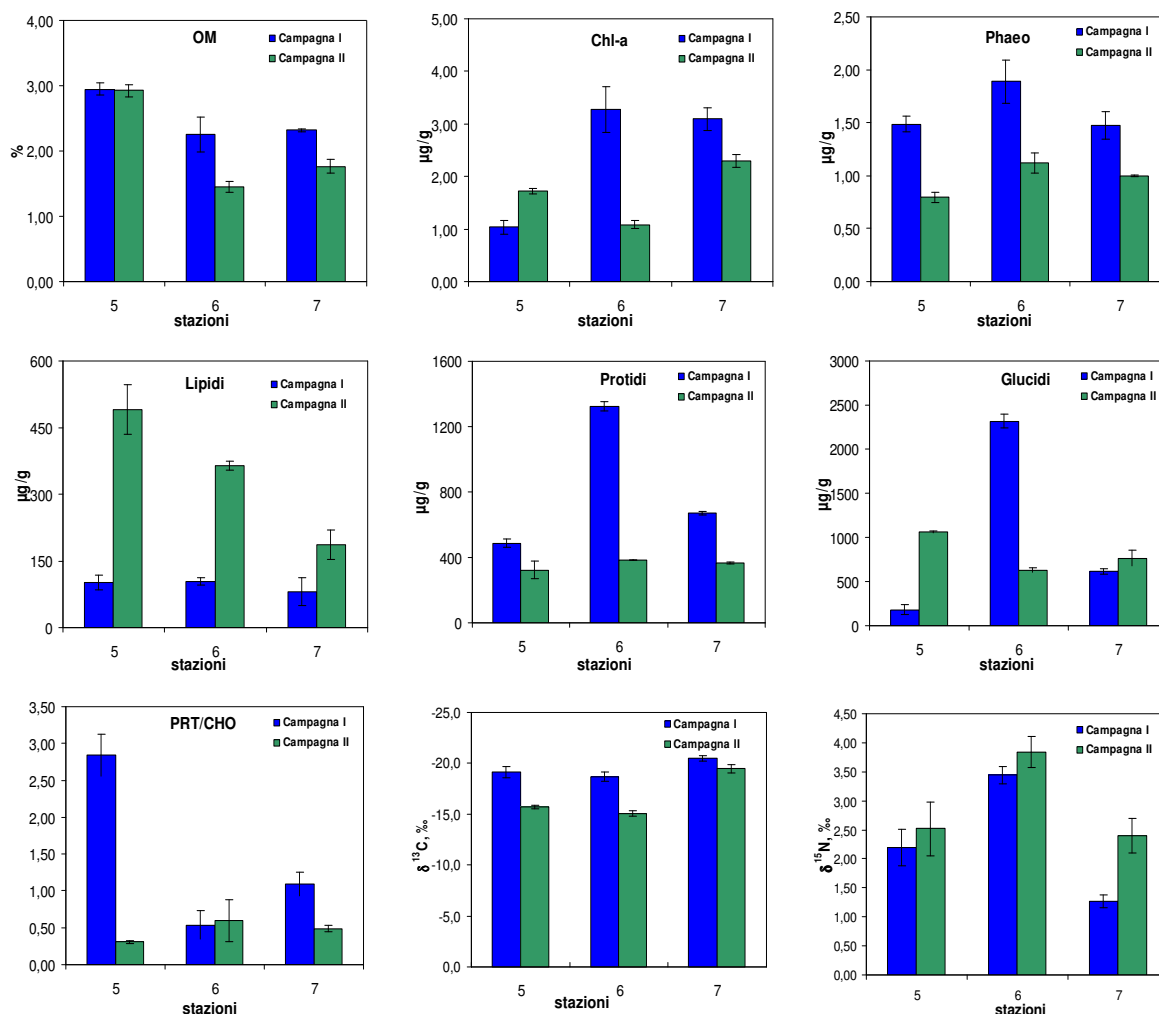


Figura 4.1.2.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

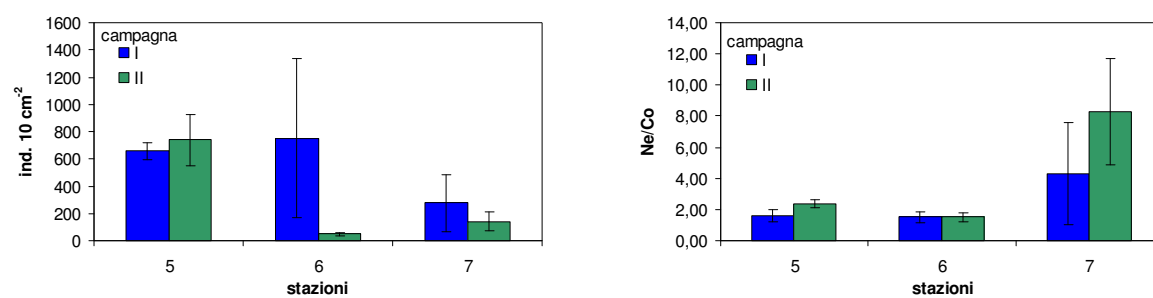


Figura 4.1.2.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.3 Tratto costiero 3 - da Punta Raisi a Capo Rama

Il tratto costiero compreso tra Punta Raisi e Capo Rama è costituito in prevalenza da una bassa piattaforma calcarenitica quaternaria cinta da un esteso gradino a Vermeti in buono stato di conservazione nel tratto prospiciente l'aerostazione Falcone – Borsellino.

Tra P.ta Molinazzo e Terrasini si osserva un'alta falesia frastagliata dove è possibile osservare alcuni dei paesaggi costieri più significativi ed imponenti della costa palermitana. Si rinvencono grotte, cavità e speroni sommersi, ricoperti da formazioni coralligene. Nell'area è stata segnalata la presenza del *Corallum rubrum* a oltre 40 metri di profondità.

Nel tratto costiero è stata posizionata 1 stazione (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.3.1).

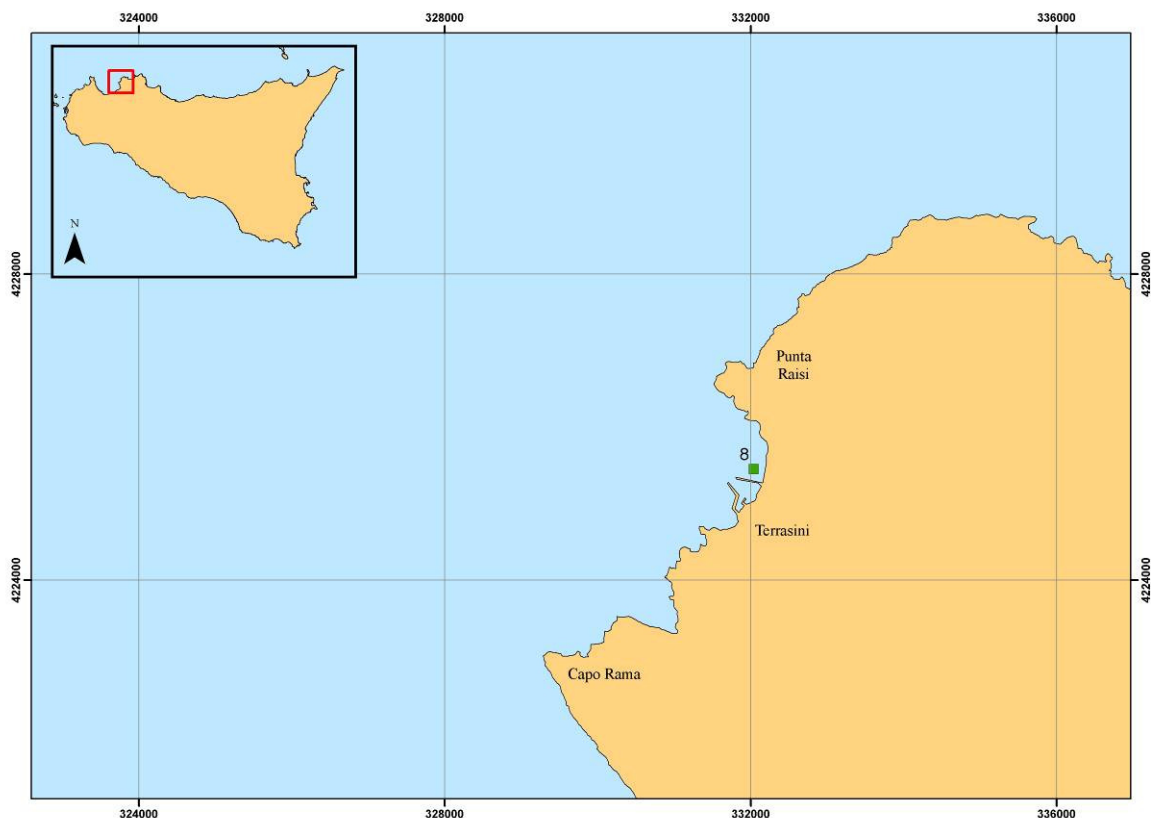


Figura 4.1.3.1 – Ubicazione della stazione nel tratto costiero tra Punta Raisi e Capo Rama

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 56% (687 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è di tipo progressivo su fondo roccioso a profondità di 31-39m e sono presenti digitazioni su fondo sabbioso alla profondità di 39m.

La prateria di *P. oceanica* è caratterizzata da una distribuzione a chiazze; si impianta su roccia ed ha



un ricoprimento del 60%. La percentuale di rizomi rizomi plagiotropi è del 50%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, ciottoli e sabbia. *Ripple marks* presentano un'altezza inferiore ai 10 cm, mentre non si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.3.1).

Tabella 4.1.3.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
3	8	Chiazze	60	-	50	roccia	-	massi-ciottoli-sabbia	<10

Il valore di densità dei fasci misurato risulta in media $488,8 \pm 33,1$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare nelle due campagne è 5; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna (101,0cm). I valori di indice di area fogliare oscillano tra 2,5 e 9,3m²/m² rispettivamente nella II e I campagna. Il coefficiente “A” mostra bassi valori in entrambe le campagne (4,3 – 13%), mentre il tessuto bruno è virtualmente assente.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1995 - 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,5 \pm 0,1$, mentre l'allungamento e la produzione media annuale dei rizomi presentano dei valori rispettivamente di $8,6 \pm 0,4$ mm - $0,080 \pm 0,006$ g ps/anno. Non sono stati rilevati eventi riproduttivi sessuati nell'intervallo temporale esaminato.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.3.2 e nelle tabelle 4.1.3.2 e 4.1.3.3.

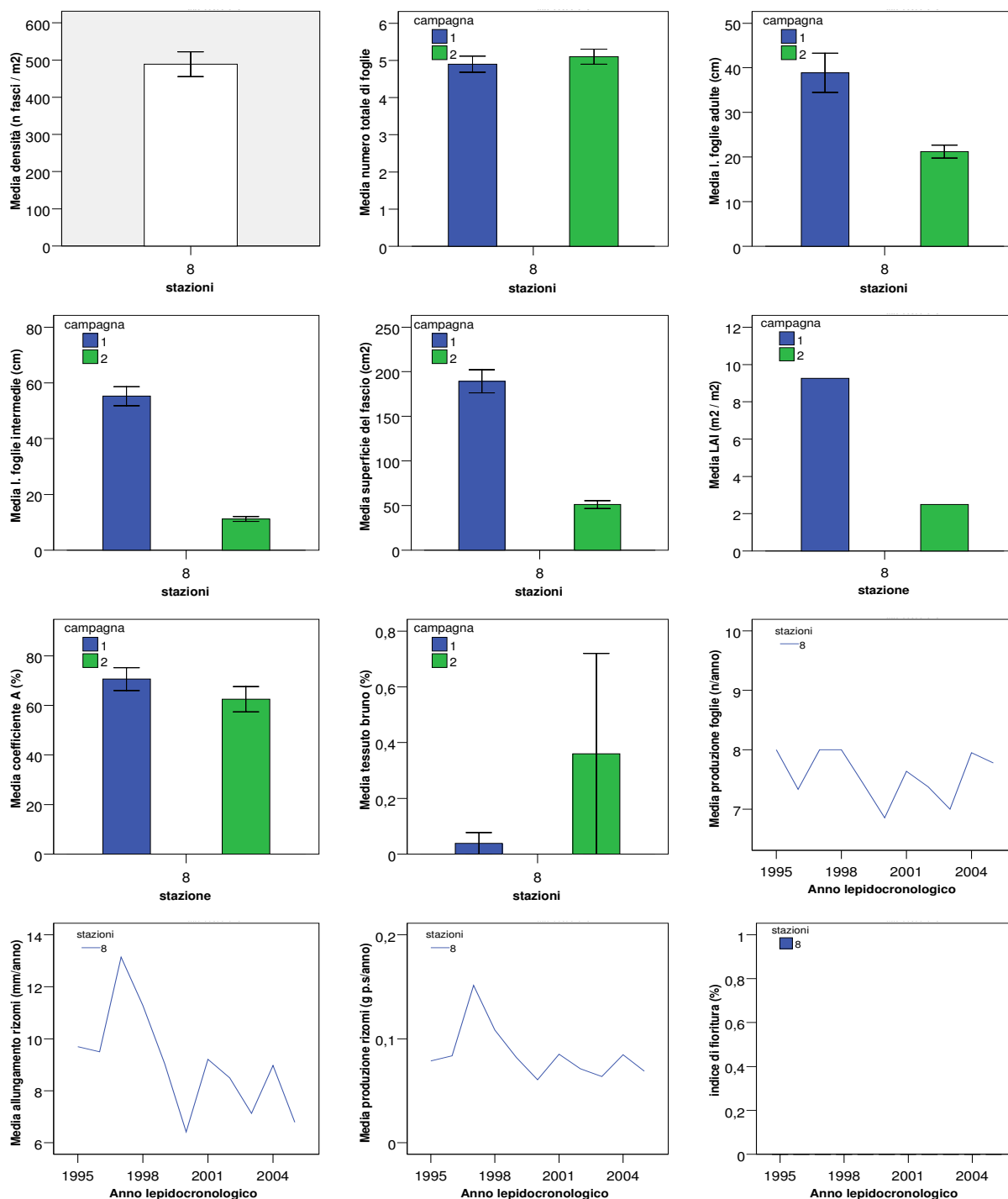


Figura 4.1.3.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.3.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
3	I	8	2,2 $\pm$ 0,1	2,8 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	101,0
	II	8	2,3 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	41,1

Tabella 4.1.3.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
3	8	5,3 $\pm$ 0,0	4,2 $\pm$ 0,1	0,114 $\pm$ 0,030

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 8, unica del tratto costiero 3, pur non evidenziandosi processi di elevato trofismo è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,40 $\pm$ 0,10 e 1,50 $\pm$ 0,15%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,67 $\pm$ 0,07 e 0,71 $\pm$ 0,01 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,21 $\pm$ 0,06 e 1,29 $\pm$ 0,04 μ g/g. In generale, i livelli di queste variabili sono superiori a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 112,83 $\pm$ 39,60 e 155,37 $\pm$ 26,47 μ g/g, dei Protidi tra 6,11 $\pm$ 1,66 e 326,92 $\pm$ 0,41 μ g/g e dei Glucidi tra 151,06 $\pm$ 11,96 e 697,93 $\pm$ 28,46 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,01 $\pm$ 0,00 e 2,17 $\pm$ 0,17.

La materia organica sedimentaria, nella stazione 8, presenta, nel corso della II campagna, valori più arricchiti sia in ^{13}C che in ^{15}N (-19,19 $\pm$ 0,15‰ rispetto a -21,76 $\pm$ 0,13‰ per il $\delta^{13}\text{C}$ e 3,63 $\pm$ 0,22‰ rispetto a 2,04 $\pm$ 0,90‰ per $\delta^{15}\text{N}$).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.3.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La stazione 8 presenta densità meiobentoniche basse, in particolare durante la I campagna, quando si registra un valore pari a 26 $\pm$ 3 ind. 10 cm $^{-2}$.

L'indice rappresentato dal rapporto Ne/Co mostra valori minimi (0,49 $\pm$ 0,44 e 1,63 $\pm$ 0,03, rispettivamente durante la I e la II campagna).

La figura 4.1.3.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

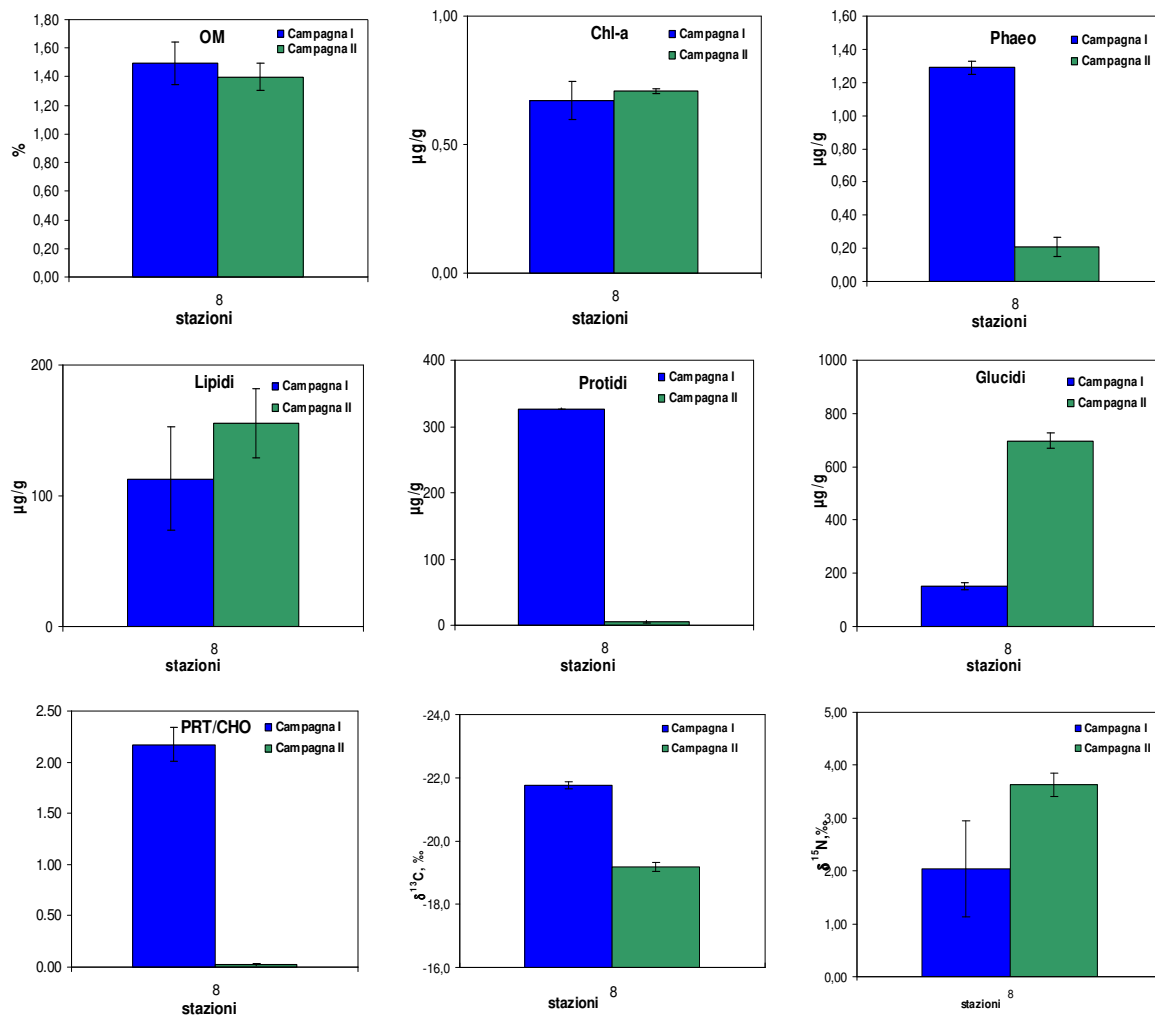


Figura 4.1.3.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

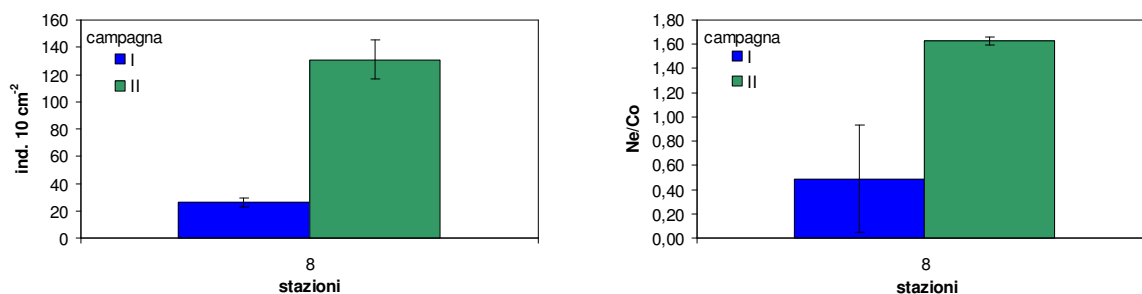


Figura 4.1.3.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.4 Tratto costiero 4 - da Capo Rama a Capo San Vito

Il tratto costiero compreso tra Capo Rama e Capo San Vito coincide con il Golfo di Castellammare, l'insenatura più profonda ed estesa della costa siciliana con uno sviluppo costiero superiore ai 60 km e 30 km di corda. La morfologia costiera è caratterizzata dall'incombere di alte scogliere in corrispondenza delle punte estreme e da una successione lungo il settore centrale di spiagge sabbiose e di basse piattaforme rocciose. Lungo la costa sfociano numerosi corsi d'acqua a regime più o meno costante, apportando grandi quantità di detriti tellurici responsabili dell'elevata torbidità delle acque costiere. Il bacino idrografico sotteso al Golfo di Castellammare risulta caratterizzato da una intensa utilizzazione agricola ed industriale del territorio e da una densità abitativa che colloca il Golfo di Castellammare tra le aree mediamente popolate del territorio siciliano.

Nel tratto costiero sono state posizionate 4 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.4.1).

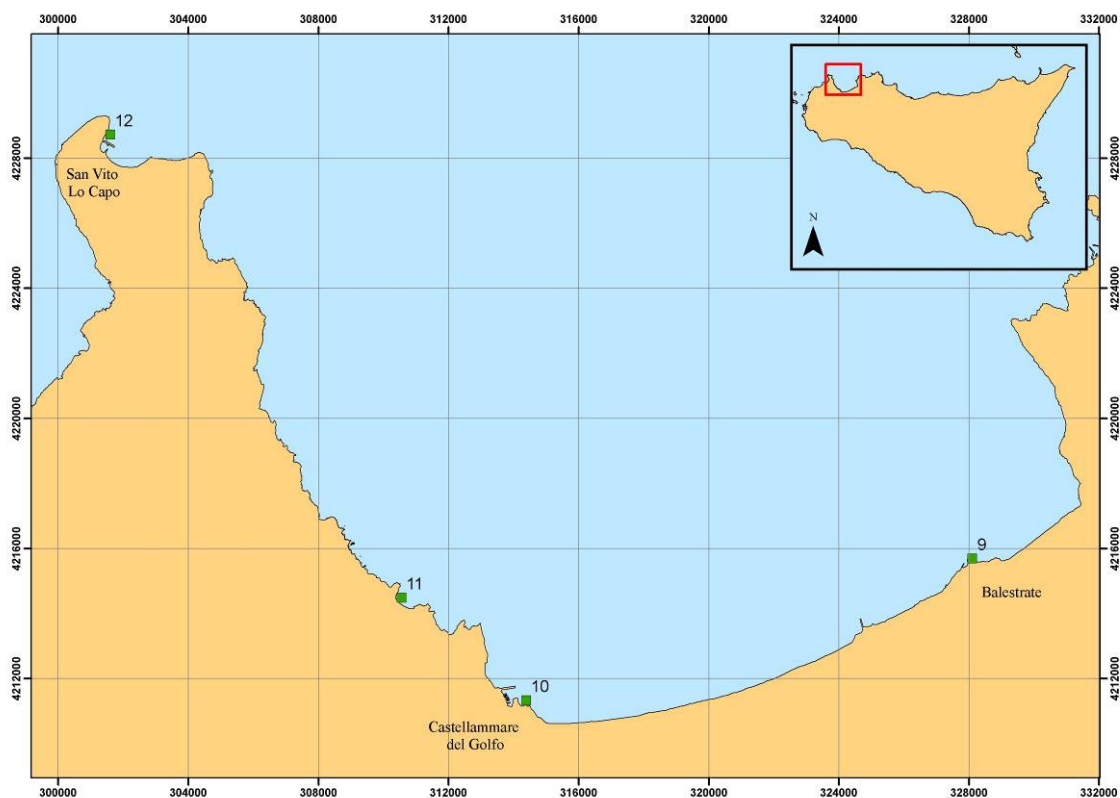


Figura 4.1.4.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Rama e Capo San Vito

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa l'11% (845 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m, mentre si osserva un elevato ricoprimento di *Cymodocea nodosa* (1789 ha) (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo

progressivo con fasci isolati su fondo roccioso a profondità di 27-40m e su fondo sabbioso a profondità di 21-26m e 34-39m. Talvolta il limite diventa di tipo netto a 10-13m con la prateria impiantata su *matte* e roccia che s'interrompe quando il fondale diventa sabbioso. Un limite erosivo si rileva a 36m.

Nelle stazioni analizzate la prateria mostra condizioni diverse riguardo alla distribuzione e al ricoprimento. In particolare, le stazioni 10 e 12 sono caratterizzate da una distribuzione a chiazze e da un basso ricoprimento; mentre le stazioni 9 e 11 presentano una distribuzione pressoché continua ed un ricoprimento del 60-70%. I substrati d'impianto prevalenti sono sabbia e roccia. La percentuale di rizomi plagiotropi oscilla tra 30 e 95%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e limo. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 10 con un'altezza inferiore ai 10cm; in quasi tutte le stazioni si riscontrano marmitte di erosione e canali intermatte e solo nella stazione 9 anche erosione dovuta ad ancoraggi (tabella 4.1.4.1).

Tabella 4.1.4.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
4	9	Radure	60	-	50	sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmitte-ancore	massi-sabbia	-
	10	Chiazze	<20	-	60	sabbia-roccia	canali intermatte	massi-sabbia	<10
	11	Continua	70	-	95	roccia- <i>matte</i>	marmite-canali intermatte	limo	-
	12	Chiazze	35	-	30	sabbia	-	sabbia	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $121,1 \pm 9,1$ fasci/m² nella stazione 10 ad un massimo di $575,0 \pm 26,4$ fasci/m² nella stazione 12. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,1 e 6,1 (I campagna) e tra 6,8 e 7,7 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 12 (130,6cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nelle stazioni 11 e 12 nel corso della II campagna ($16,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$), mentre i valori più bassi si registrano nella stazione 10 nella I campagna ($1,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra il valore più elevato durante la I campagna nella stazione 9 (75,8%); il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 7,7 e 9,7% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1984 - 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è mediamente $8,1 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 12 ($14,4 \pm 0,8 \text{ mm}$ - $0,138 \pm 0,010 \text{ g ps/anno}$). Non sono stati rilevati eventi riproduttivi sessuati nell'intervallo temporale

esaminato.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.4.2 e nelle tabelle 4.1.4.2 e 4.1.4.3.

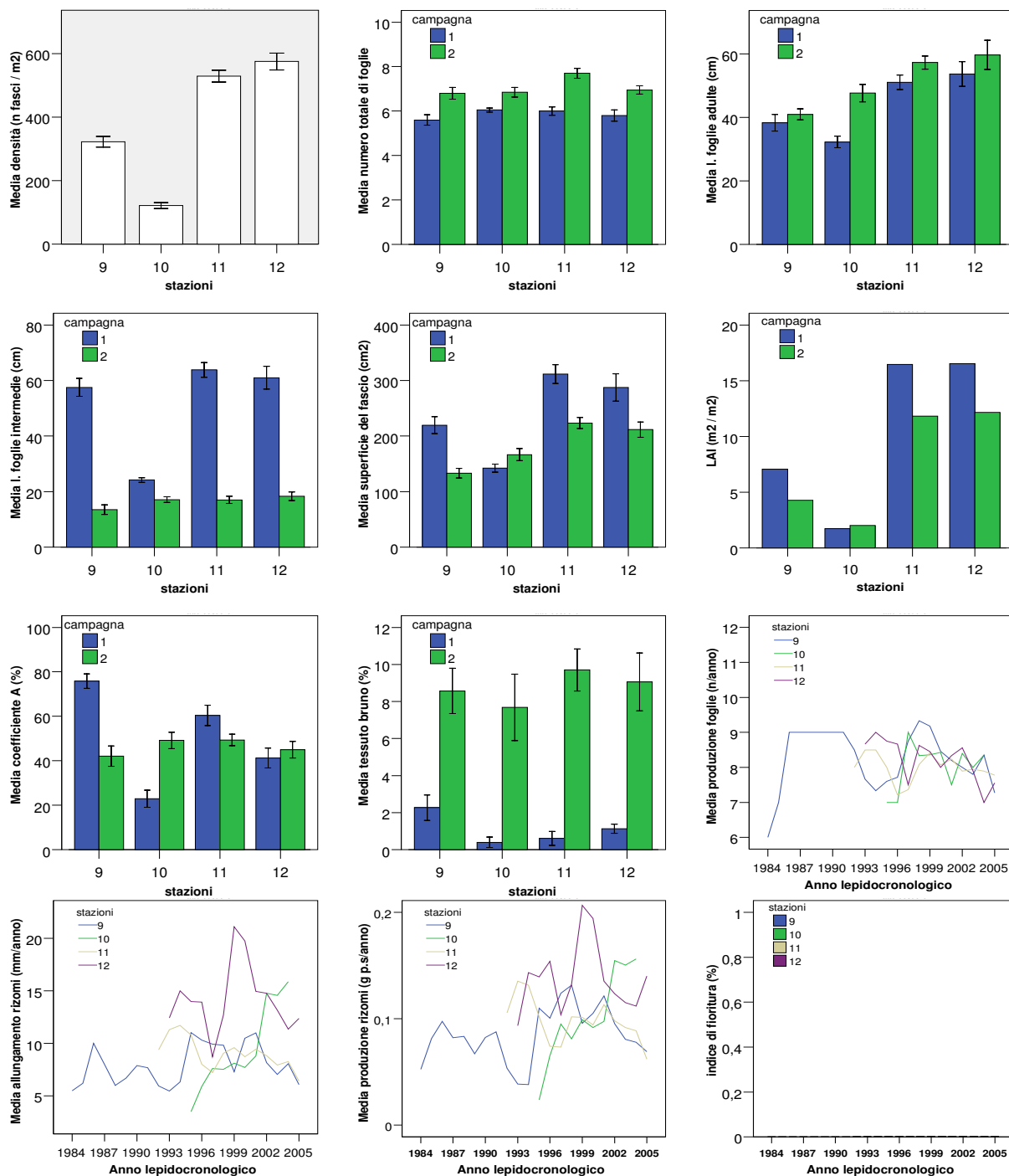


Figura 4.1.4.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.4.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
4	I	9	2,6 $\pm$ 0,2	2,9 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	96,2
		10	2,1 $\pm$ 0,1	3,6 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	47,6
		11	3,2 $\pm$ 0,2	2,8 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0		111,6
		12	2,8 $\pm$ 0,2	3,0 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0		114,0
	II	9	3,2 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	71,6
		10	3,0 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	91,2
		11	3,8 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	90,1
		12	3,5 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	130,6

Tabella 4.1.4.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
4	9	2,7 $\pm$ 0,1	3,9 $\pm$ 0,1	0,070 $\pm$ 0,013
	10	-	4,8 $\pm$ 0,1	0,315 $\pm$ 0,035
	11	8,9 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,1	0,242 $\pm$ 0,041
	12	3,7 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,1	0,147 $\pm$ 0,034

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle quattro stazioni del tratto costiero 4 mostrano una situazione di disomogeneità. E' possibile, infatti, mettere in evidenza livelli maggiori delle diverse variabili nei sedimenti della stazione 11 (Guidaloca). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,61 $\pm$ 0,09 e 4,04 $\pm$ 0,19%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 1,04 $\pm$ 0,02 e 3,21 $\pm$ 0,11 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,41 $\pm$ 0,02 e 1,88 $\pm$ 0,22 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori a quelli della Clorofilla-*a*, evidenziando presenza di biomassa autotrofa attiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 178,50 $\pm$ 22,49 e 811,97 $\pm$ 145,02 μ g/g, dei Protidi tra 14,66 $\pm$ 5,29 e 3351,97 $\pm$ 54,09 μ g/g e dei Glucidi tra 76,81 $\pm$ 5,14 e 1325,34 $\pm$ 24,31 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,83 $\pm$ 0,09 e 3,42 $\pm$ 0,14. L'andamento di tale rapporto confermano la presenza di materiale proteico e quindi di materia organica di recente accumulo nei sedimenti della stazione 11.

Il tratto costiero 4 è caratterizzato da valori del $\delta^{13}\text{C}$ che variano, nel corso della I campagna, da -22,98 $\pm$ 1,94‰ (stazione 11) a -19,57 $\pm$ 0,14‰ (stazione 12), mentre, durante la II campagna da -



$24,02 \pm 0,90\text{‰}$ (stazione 11) a $-12,90 \pm 0,74\text{‰}$ (stazione 10).

Il $\delta^{15}\text{N}$ presenta valori omogenei nel corso della I campagna, mostrando il valore maggiore nella stazione 9 ($2,32 \pm 0,52\text{‰}$) ed il minimo nella stazione 12 ($1,61 \pm 0,25\text{‰}$). Durante la II campagna varia, invece, da $1,43 \pm 0,34\text{‰}$ (stazione 12) a $4,52 \pm 0,32\text{‰}$ (stazione 9).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.4.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La comunità meiobentonica mostra una distribuzione spaziale irregolare soprattutto durante la I campagna quando la densità varia da 132 ± 11 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 10 e valori di oltre 1000 ind. 10 cm^{-2} nelle stazioni 11 e 12.

Il rapporto Ne/Co maggiore si riscontra nella stazione 10 durante la I campagna ($10,45 \pm 1,58$), mentre, nel secondo periodo di campionamento, nella stazione 11 ($32,17 \pm 14,44$).

La figura 4.1.4.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

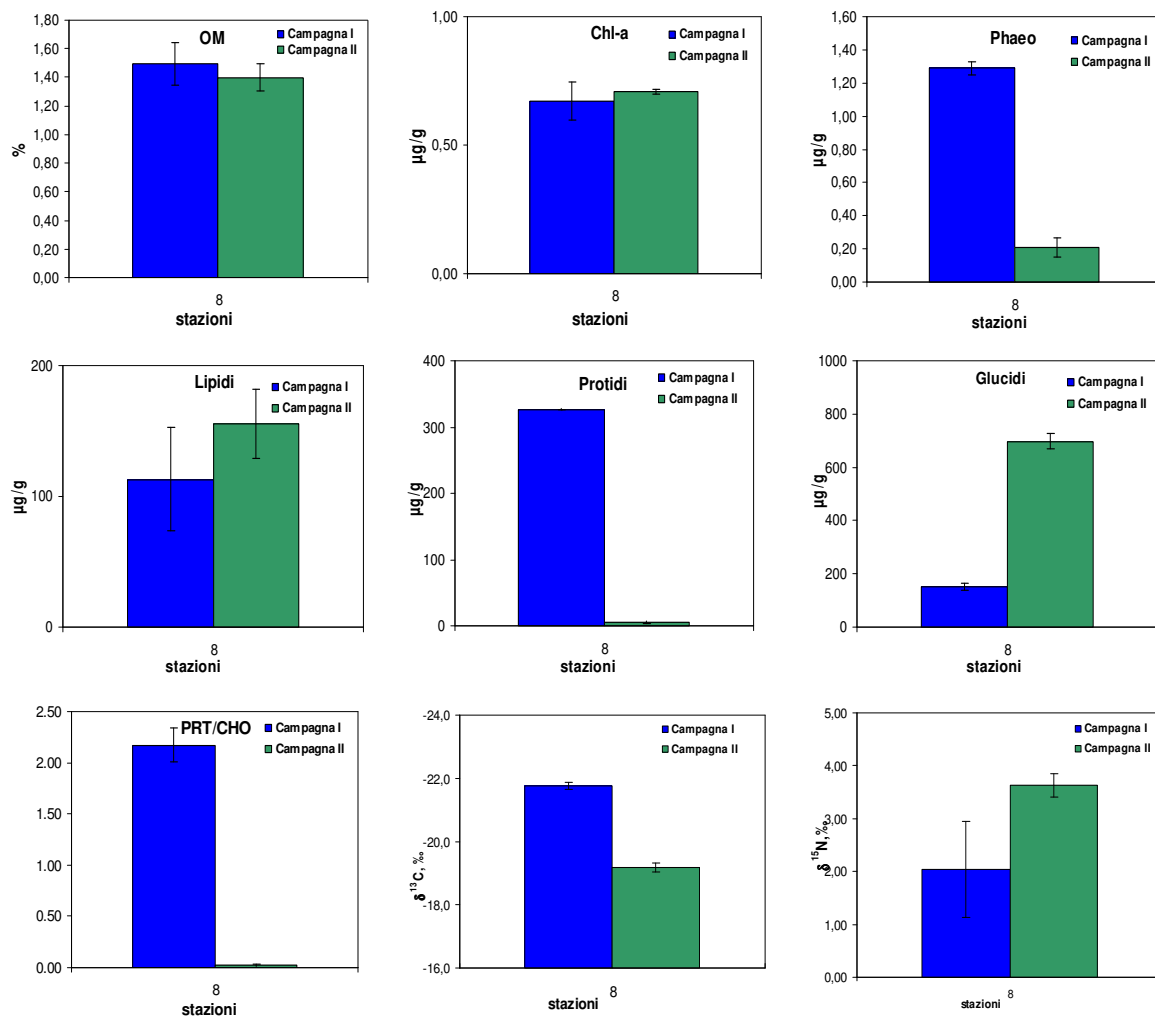


Figura 4.1.3.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

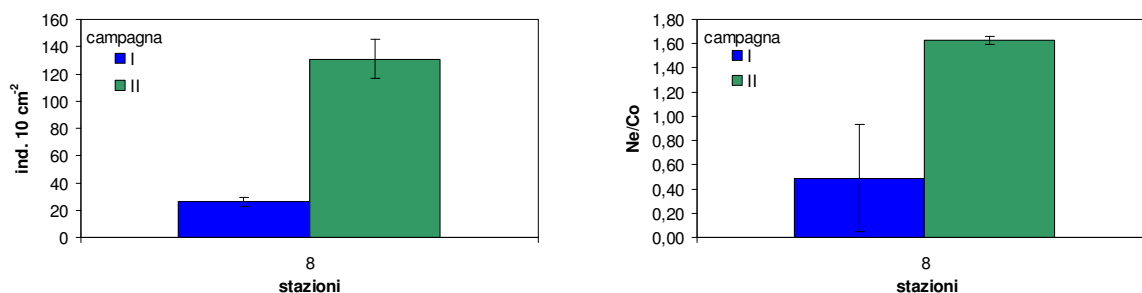


Figura 4.1.3.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.5 Tratto costiero 5 - da Capo San Vito a Punta Ligny

Il tratto costiero che si estende da Capo San Vito a Punta Ligny ricade interamente nella provincia di Trapani. La linea di costa si sviluppa per circa 50 km e su di essa insistono i territori di 5 comuni costieri. Gli insediamenti produttivi sono legati prevalentemente alla conservazione e trasformazione di prodotti agricoli e della pesca. Inoltre, le cave di marmo diffuse sino alle pendici di monte Cofano esercitano un forte impatto paesaggistico ed ambientale, provocando l'intorbidamento di ampi tratti di litorale con danni alla pesca artigianale, alle tonnare ed alle comunità bentoniche che colonizzano i fondali.

Nel tratto costiero sono state posizionate 4 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.5.1).

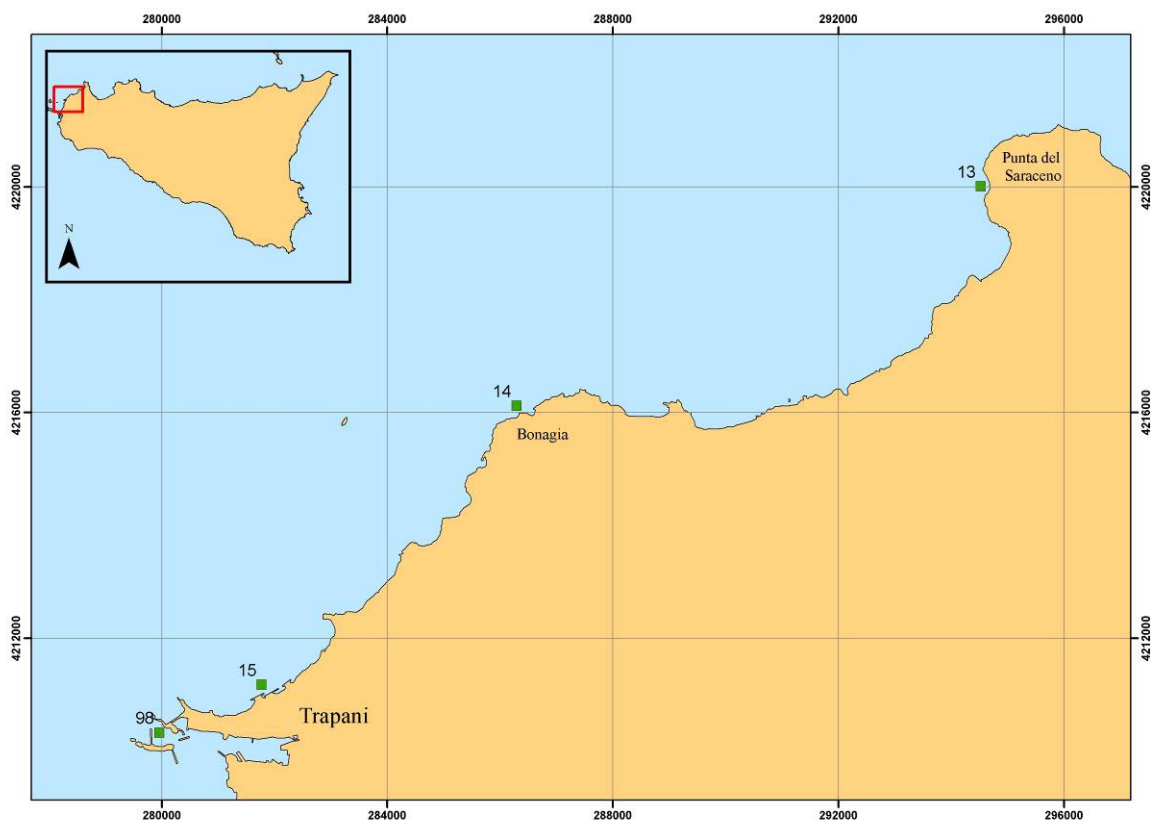


Figura 4.1.5.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo San Vito e Punta Ligny

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 52% (5389 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo con fasci isolati su fondo roccioso o sabbioso a profondità comprese tra 31-38m. Talvolta il limite è di tipo netto da substrato a 20-32m con la prateria impiantata su roccia che s'interrompe quando il fondale diventa sabbioso. In alcuni casi la prateria

si arresta con limite erosivo su *matte* a profondità comprese tra 31-35m.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione continua e un ricoprimento medio del 73%; fa eccezione la stazione 98, situata all'interno del Porto di Trapani, che presenta invece una distribuzione a chiazze ed un ricoprimento del 30%. Si impianta prevalentemente su roccia e *matte* morta è stata riscontrata con un ricoprimento del 10-15%. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta del 20-30%, ad eccezione della stazione 14 in cui raggiunge il valore di 60%. Il sedimento della zona di confine è abbastanza eterogeneo con una maggiore presenza di massi e sabbia. Non sono presenti *ripple marks*, mentre in quasi tutte le stazioni si riscontrano formazioni erosive dovute all'idrodinamismo (marmitte di erosione e canali intermatte) e all'ancoraggio (tabella 4.1.5.1).

Tabella 4.1.5.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
5	13	Continua	70	10	30	sabbia -roccia- <i>matte</i>	-	ghiaia	-
	14	Continua	80	15	60	roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	-	-
	15	Continua	70	10	20	roccia	marmitte-canali intermatte-ancore	massi-sabbia	-
	98	Chiazze	30	-	30	sabbia -roccia- fango	Ancore	massi-sabbia-limo- sabbia organogena	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $345,0 \pm 19,3$ fasci/m² nella stazione 98 ad un massimo di $555,0 \pm 22,7$ fasci/m² nella stazione 13. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,6 e 6,3 (I campagna) e tra 6,4 e 7,5 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 14 (127,4cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 13 nel corso della I campagna ($19,6 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 98 nella II campagna ($4,6 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 14 (75,2%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 4,8 e 13,6% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1990 – 2006. La stazione 98 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($8,2 \pm 0,2$), mentre le altre stazioni presentano valori simili tra loro ($7,4 \pm 0,1$ - $7,8 \pm 0,1$). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 14 ($12,0 \pm 0,4 \text{ mm}$ - $0,118 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati nell'anno lepidocronologico 2002 e solo nella stazione 15, con un indice di fioritura del 5%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.5.2 e nelle tabelle 4.1.5.2 e 4.1.5.3.

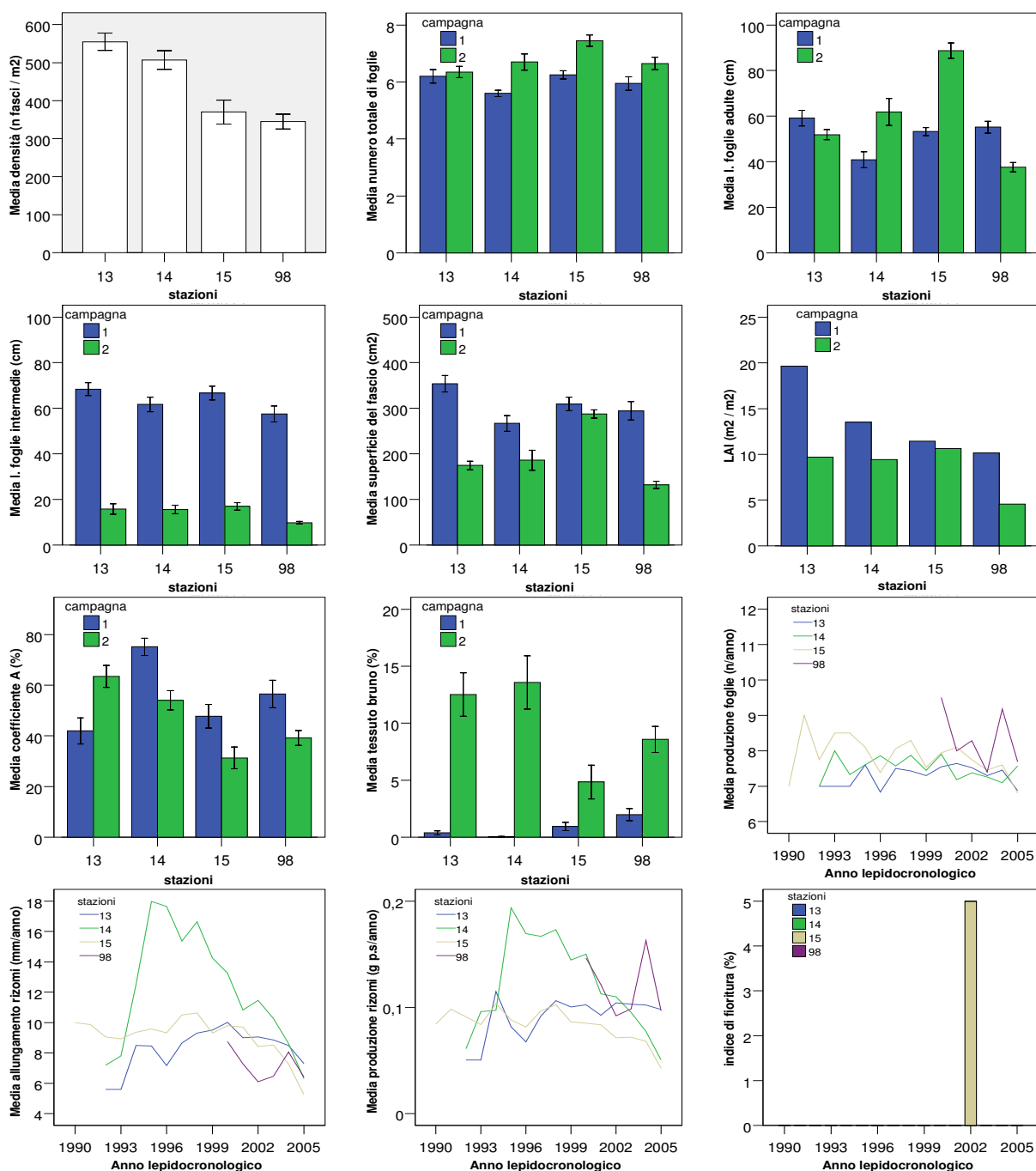


Figura 4.1.5.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.5.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
5	I	13	2,8 $\pm$ 0,1	3,4 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	120,0
		14	2,6 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	104,6
		15	3,0 $\pm$ 0,1	3,3 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	102,0
		98	3,3 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	105,5
	II	13	3,4 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	82,3
		14	3,2 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	127,4
		15	3,4 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	125,0
		98	3,5 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	67,4

Tabella 4.1.5.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
5	13	7,4 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1	0,224 $\pm$ 0,039
	14	5,0 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,1	0,200 $\pm$ 0,033
	15	8,7 $\pm$ 0,3	4,7 $\pm$ 0,1	0,166 $\pm$ 0,042
	98	5,6 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,1	0,095 $\pm$ 0,009

Indagini sui sedimenti

Il tratto costiero 5 è caratterizzato dalla presenza di una notevole disomogeneità; la stazione 98 (Lega Navale di Trapani) presenta, infatti, livelli di trofismo superiori per lo più in corrispondenza della seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,71 $\pm$ 0,14 e 3,62 $\pm$ 1,29%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,46 $\pm$ 0,02 e 7,21 $\pm$ 0,61 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,54 $\pm$ 0,05 e 9,33 $\pm$ 0,73 μ g/g.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 53,04 $\pm$ 22,74 e 2768,84 $\pm$ 55,24 μ g/g, dei Protidi tra 108,04 $\pm$ 54,96 e 12831,87 $\pm$ 19,58 μ g/g e dei Glucidi tra 156,93 $\pm$ 57,68 e 15654,35 $\pm$ 134,77 μ g/g. Per tutte queste variabili i livelli maggiori si riscontrano nei sedimenti della stazione 98. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,54 $\pm$ 0,00 e 1,15 $\pm$ 0,21. L'andamento di tale rapporto evidenzia un generale stato di equilibrio tra le due componenti analizzate.

Il tratto costiero 5 risulta caratterizzato da valori più arricchiti in ^{13}C nel corso della II campagna, quando il picco massimo si registra nella stazione 13 (-14,20 $\pm$ 0,12‰). Anche il valore del $\delta^{15}\text{N}$ subisce un incremento durante la II campagna in tutte le stazioni considerate, presentando il picco massimo nella stazione 98 (4,73 $\pm$ 0,06‰).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.5.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica varia da 63 ± 43 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 13 a 471 ± 41 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 14 (I campagna). Durante la seconda campagna l'abbondanza meiobentonica varia tra 74 ± 24 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 14 e 156 ± 9 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 13.

Il rapporto Ne/Co mostra valori bassi e costanti nel tratto costiero considerato, ad eccezione della stazione 98, in cui si riscontra il valore maggiore durante entrambe le campagne effettuate ($5,48 \pm 1,28$ e $6,35 \pm 1,31$, rispettivamente).

La figura 4.1.5.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

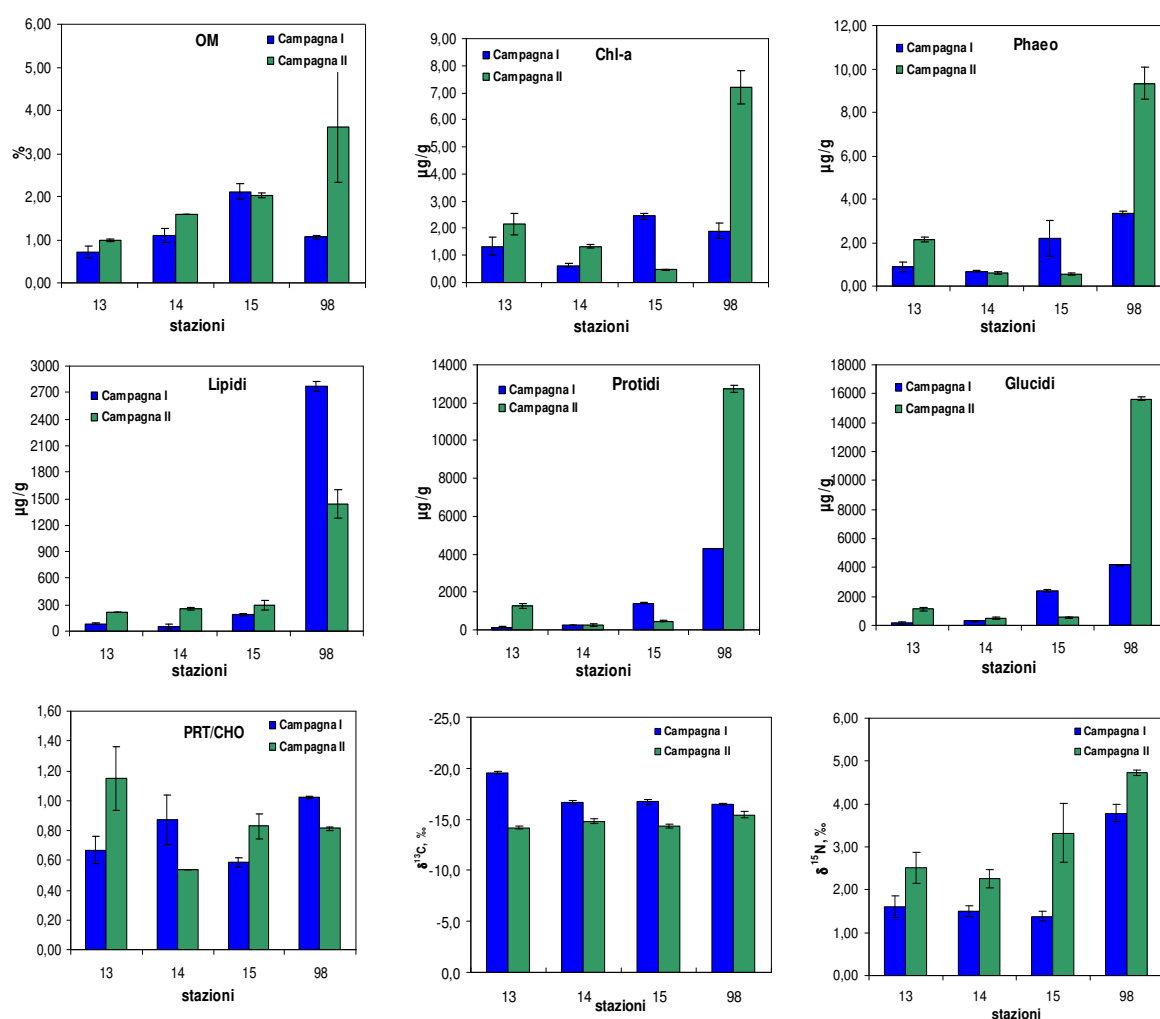


Figura 4.1.5.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

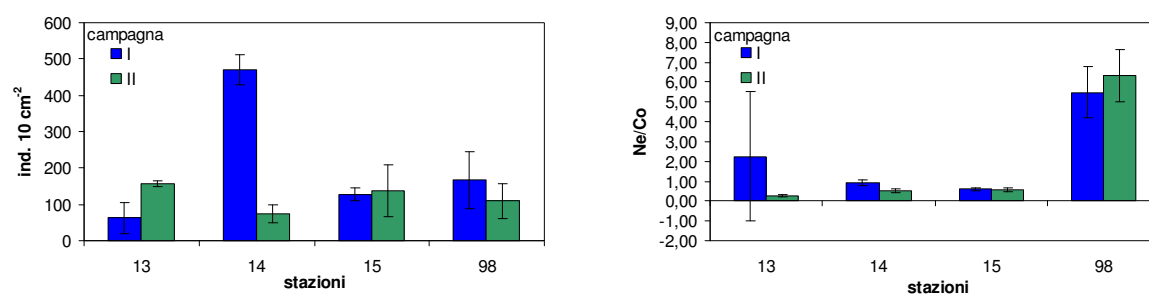


Figura 4.1.5.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.6 Tratto costiero 6 - da Punta Ligny a Capo Lilibeo

Il tratto costiero compreso tra Punta Ligny e Capo Lilibeo è costituito da un esteso bassofondale, di natura prevalentemente sabbiosa, soggetto a favorevoli condizioni ecologiche che ne fanno un'area in equilibrio ambientale. Ciò è testimoniato dalla istituzioni del Parco Marino delle Egadi e di numerose riserve costiere (Isole dello Stagnone e Saline di Trapani e Paceco).

In relazione alla notevole estensione della piattaforma continentale la fascia costiera comprende, infatti, le isole di Favignana e Levanzo, la cui appartenenza alla costa occidentale della Sicilia è evidenziato da affinità sia floristiche che geologiche.

Nel tratto costiero sono state posizionate 4 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.6.1).

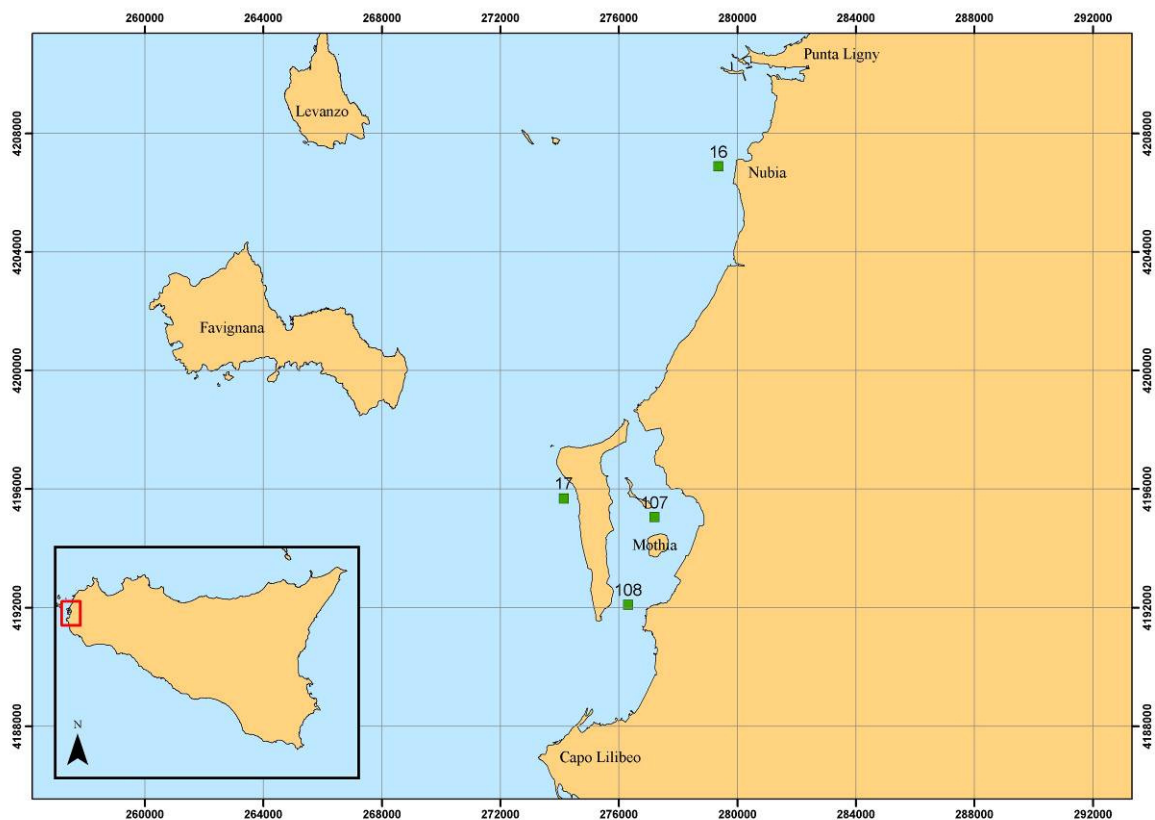


Figura 4.1.6.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Punta Ligny e Capo Lilibeo

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 70% (13308 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m. Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo su fondo sabbioso a profondità comprese tra 29-33m e su fondo roccioso a 33m. Talvolta il limite è di tipo erosivo a 29-32m o di tipo netto a 23m con la prateria che si arresta quando il fondale da roccioso diventa sabbioso.

Nelle stazioni analizzate la prateria, caratterizzata da una distribuzione a chiazze, si impianta su *matte* ed ha un ricoprimento del 10-30%. *Matte* morta è stata riscontrata solo nella stazione 16 con un valore del 70%. La percentuale di rizomi plagiotropi è del 5%, ad eccezione della stazione 16 in cui raggiunge il 95%. Il sedimento della zona di confine è costituito prevalentemente da limo. Non si riscontrano *ripple marks*, mentre solo nella stazione 16 sono presenti marmitte e canali intermatte (tabella 4.1.6.1).

Tabella 4.1.6.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
6	16	Chiazze	30	70	95	<i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	sabbia-limo-sabbia organogena	-
	17	Chiazze	10	-	5	<i>matte</i>	-	limo	-
	107	Chiazze	10	-	5	<i>matte</i>	-	limo	-
	108	Chiazze	10	-	5	<i>matte</i>	-	limo	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $197,9 \pm 15,1$ fasci/m² nella stazione 107, posta all'interno della Laguna dello Stagnone di Marsala, ad un massimo di $917,4 \pm 20,5$ fasci/m² nella stazione 17. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,9 e 6,3 (I campagna) e tra 4,0 e 7,4 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 17 (124,5cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 16 nel corso della II campagna ($7,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 17 (26,7%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 12,0 e 27,8% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1977 – 2006. La stazione 17 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($7,7 \pm 0,1$), mentre la stazione 107 presenta il valore più basso ($6,5 \pm 0,0$). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 17 ($14,5 \pm 0,5 \text{ mm}$ - $0,158 \pm 0,008 \text{ g ps/anno}$); nella stazione 107 si registrano invece i valori più bassi ($5,3 \pm 0,1 \text{ mm}$; $0,044 \pm 0,001 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati nell'anno lepidocronologico 2004 in tutte le stazioni ad eccezione della 107, con indici di fioritura che variano da 2,6 a 8,3%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.6.2 e nelle tabelle 4.1.1.2 e 4.1.6.3.

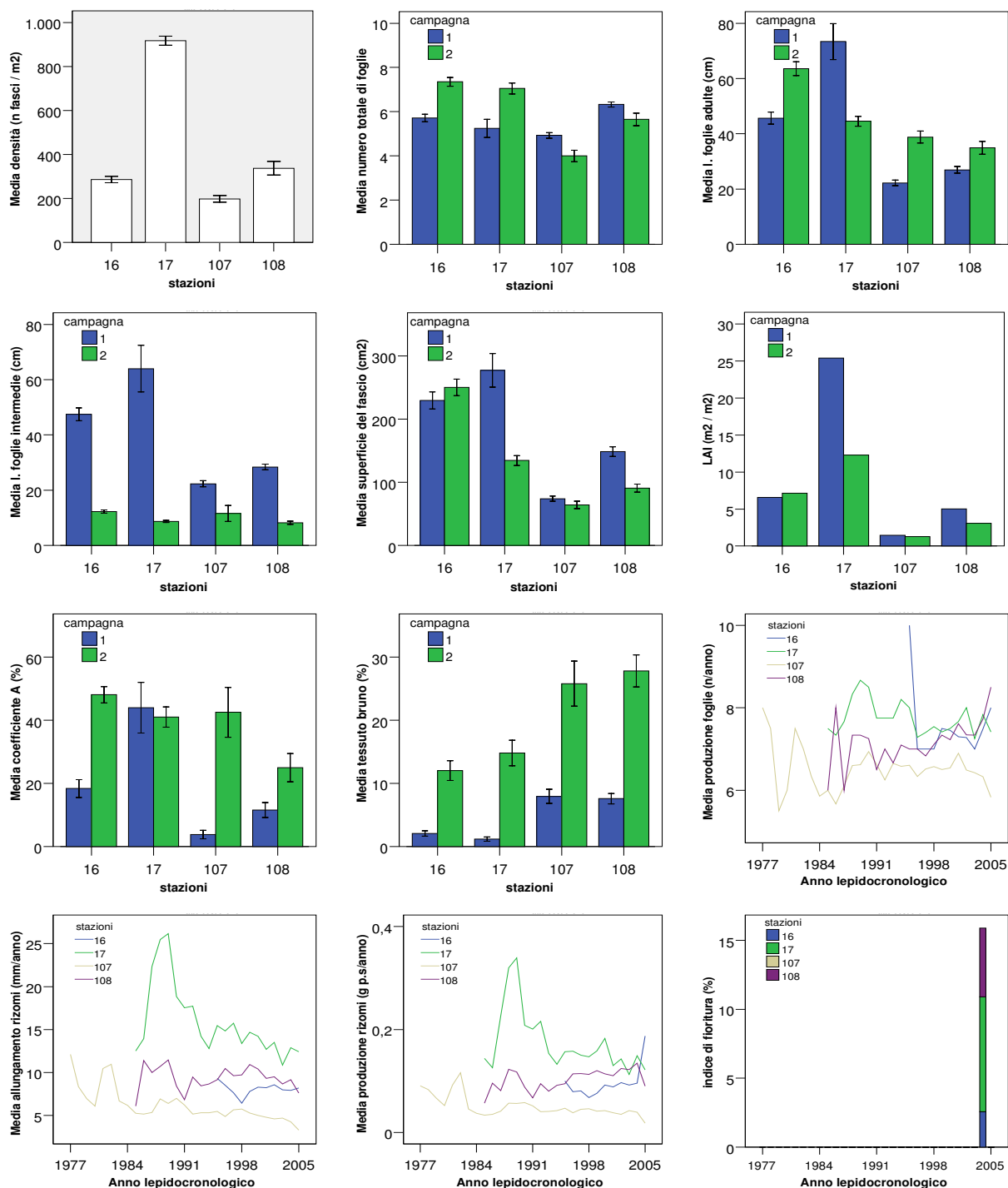


Figura 4.1.6.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.6.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
6	I	16	2,5 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,1	100,0
		17	3,5 $\pm$ 0,3	1,2 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	124,5
		107	2,2 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,1	43,2
		108	2,7 $\pm$ 0,1	3,4 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	64,2
	II	16	4,0 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	113,7
		17	3,3 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	99,8
		107	2,2 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	62,3
		108	2,8 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	68,0

Tabella 4.1.6.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
6	16	-	4,4 $\pm$ 0,1	0,355 $\pm$ 0,023
	17	-	2,8 $\pm$ 0	0,093 $\pm$ 0,007
	107	-	3,6 $\pm$ 0,1	0,186 $\pm$ 0,022
	108	-	4,5 $\pm$ 0,1	0,199 $\pm$ 0,077

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti delle quattro stazioni del tratto costiero 6 è possibile evidenziare un gradiente crescente nello stato trofico da nord a sud. Le stazioni 107 e 108, infatti, sono poste all'interno dello Stagnone di Marsala, che per la natura di area di transizione si comporta da bacino di accumulo di materia organica. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 3,15 $\pm$ 0,38 e 13,58 $\pm$ 4,30%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 1,11 $\pm$ 0,13 e 3,56 $\pm$ 0,43 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,82 $\pm$ 0,13 e 10,16 $\pm$ 0,18 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono maggiori nelle stazioni interne allo Stagnone di Marsala, indicando in tale area un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 181,62 $\pm$ 3,36 e 6393,65 $\pm$ 595,02 μ g/g, dei Protidi tra 1391,14 $\pm$ 202,63 e 22622,70 $\pm$ 44,92 μ g/g e dei Glucidi tra 3765,28 $\pm$ 122,10 e 32864,43 $\pm$ 1924,42 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,22 $\pm$ 0,00 e 2,44 $\pm$ 0,01. L'andamento di tale rapporto evidenzia all'interno dello Stagnone di Marsala un accumulo di materiale proteico.

Nel corso della I campagna il valore del $\delta^{13}\text{C}$ varia da -16,12 $\pm$ 0,18‰ (stazione 17) a -13,29 $\pm$ 0,15‰



(stazione 16). Durante la II campagna la materia organica sedimentaria presenta valori più arricchiti in ^{13}C ad eccezione della stazione della stazione 16 che mostra invece un impoverimento (rispettivamente da $-13,29 \pm 0,15\text{‰}$ a $-16,65 \pm 0,70\text{‰}$). Andamento opposto si rileva per il $\delta^{15}\text{N}$ che mostra valori minori durante la II campagna ad eccezione proprio della stazione 16 (rispettivamente da $1,61 \pm 0,07\text{‰}$ a $3,66 \pm 0,10\text{‰}$).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.6.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La stazione 17, all'interno del tratto costiero, presenta densità meiobentonica minore sia durante la I che la II campagna (73 ± 10 ind. 10 cm^{-2} e 53 ± 5 ind. 10 cm^{-2} , rispettivamente). Il picco massimo si registra nella stazione 16 (230 ± 92 ind. 10 cm^{-2}) nel corso della II campagna.

Il rapporto Ne/Co varia da un minimo di $0,50 \pm 0,12$ nella stazione 16 (I campagna) ad un massimo di $6,62 \pm 4,30$ nella stazione 107.

La figura 4.1.6.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodì nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

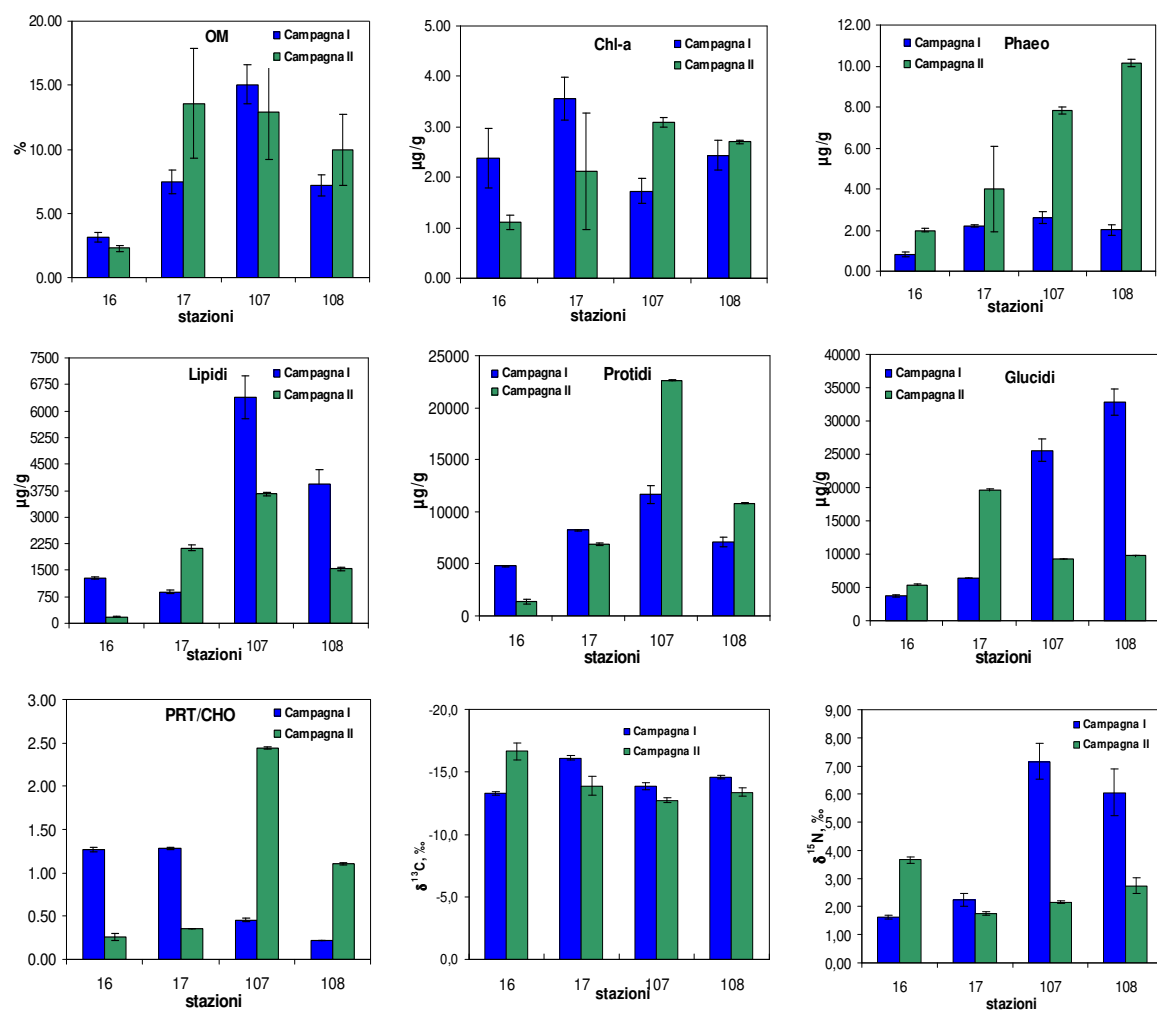


Figura 4.1.6.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

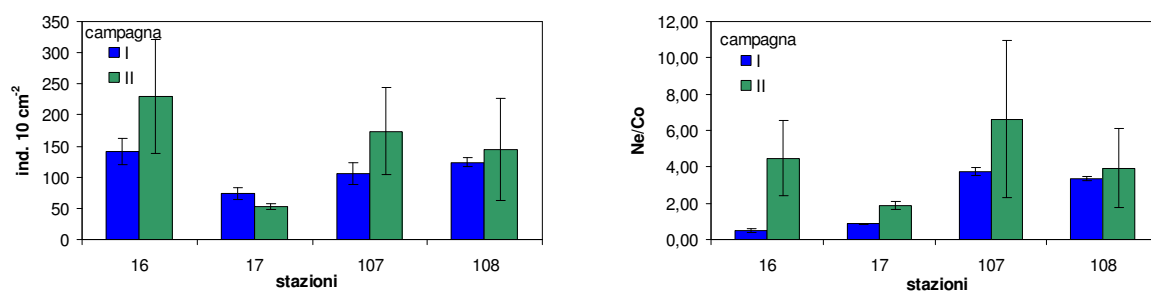


Figura 4.1.6.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.7 Tratto costiero 7 - da Capo Lilibeo a Capo Granitola

Il tratto costiero compreso tra Capo Lilibeo e Capo Granitola si sviluppa per circa 45 km e presenta livelli modesti di antropizzazione urbana ed industriale.

La configurazione geografica dell'entroterra è rappresentata in prevalenza da vaste pianure alluvionali e colline intensamente coltivate a vigneti e cereali. Il porto di rilievo è quello di Mazara del Vallo, con la maggiore flotta peschereccia italiana e con un'imponente movimento di natanti e di prodotto parzialmente lavorato sul posto.

Nel tratto costiero sono state posizionate 6 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.7.1).

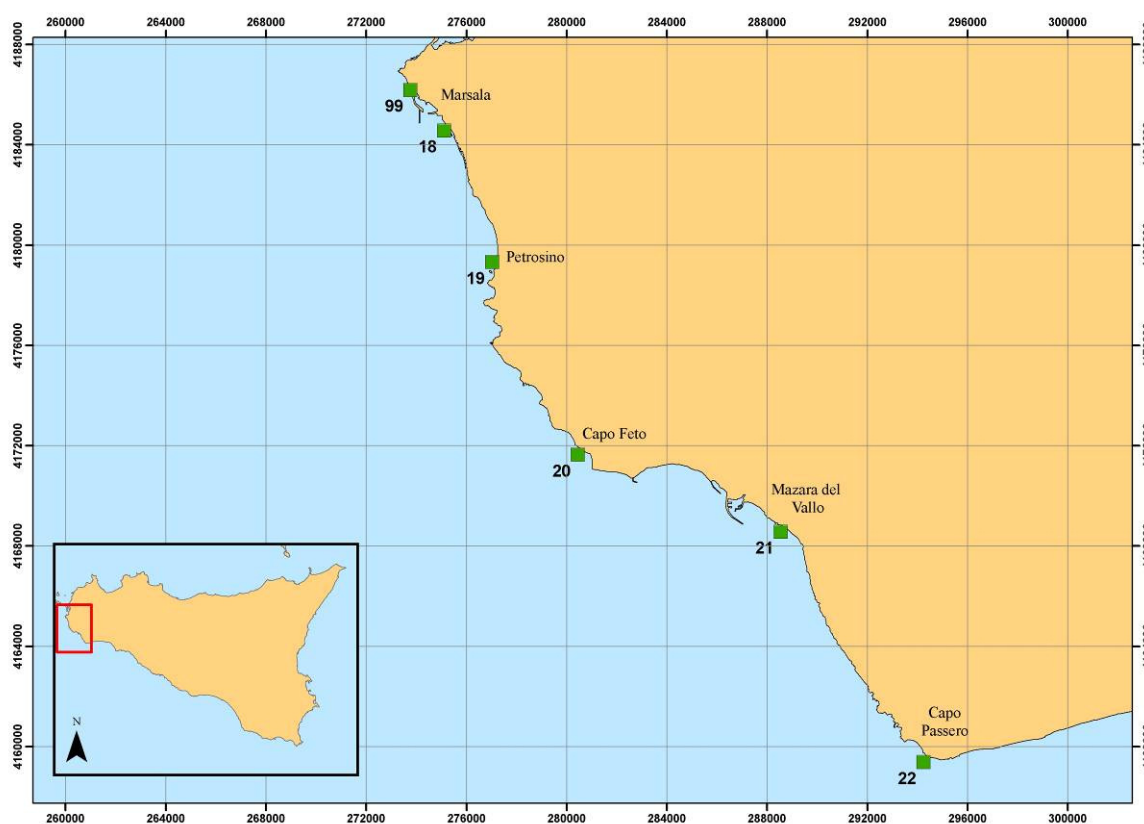


Figura 4.1.7.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Lilibeo e Capo Granitola

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 57% (15691 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo su fondo sabbioso e concrezionamento biologico a profondità comprese tra 19-35m. Inoltre, si è osservato un limite di tipo netto da substrato su concrezionamento biologico e di tipo erosivo a profondità comprese tra 20-30m.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata prevalentemente da una distribuzione continua;

e da un substrato di impianto a *matte*. È stato valutato un ricoprimento che va dal 70 al 95% e solo nella stazione 18 è stato osservato un ricoprimento a *matte* morta del 15%. La percentuale di rizomi plagiotropi oscilla da un minimo di 20% ad un massimo di 80%. Il sedimento della zona di confine risulta molto eterogeneo. *Ripple marks* sono presenti nella stazione 19 con un'altezza inferiore ai 10cm e nelle stazioni 21 e 22 con un'altezza compresa tra 10 e 20cm; si riscontrano inoltre marmitte e canali intermatte e solo nella stazione 99 anche arature da ancore (tabella 4.1.7.1).

Tabella 4.1.7.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
7	18	Radure	95	15	80	roccia- <i>matte</i>	-	massi-ciottoli-ghiaia-sabbia organogena	-
	19	Continua	90	-	30	sabbia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	sabbia	<10
	20	Continua	70	-	20	<i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	limo-sabbia organogena	-
	21	Continua	90	-	-	<i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	ciottoli-sabbia	10-20
	22	Continua	70	-	80	<i>matte</i>	marmitte	sabbia	10-20
	99	Continua	70	-	20	roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte-ancore	massi	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $286,3 \pm 14,0$ fasci/m² nella stazione 99, situata nei pressi del Porto di Marsala, ad un massimo di $537,5 \pm 15,6$ fasci/m² nella stazione 19. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,2 e 6,1 (I campagna) e tra 5,3 e 6,4 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 19 (118,3cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 22 nel corso della I campagna ($15,3 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 21 nella II campagna ($4,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la II campagna nella stazione 22 (79,8%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 1,9 e 11,8% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1973 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è mediamente $6,9 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 22 ($13,4 \pm 0,5 \text{ mm} - 0,140 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$); nella stazione 99 si registrano invece i valori più bassi ($6,0 \pm 0,1 \text{ mm} - 0,084 \pm 0,003 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati negli anni lepidocronologici 2000 e 2004 nelle stazioni 19 e 22, con indici di fioritura che variano da 5 a 25%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa

considerato sono riportate nella figura 4.1.7.2 e nelle tabelle 4.1.7.2 e 4.1.7.3.

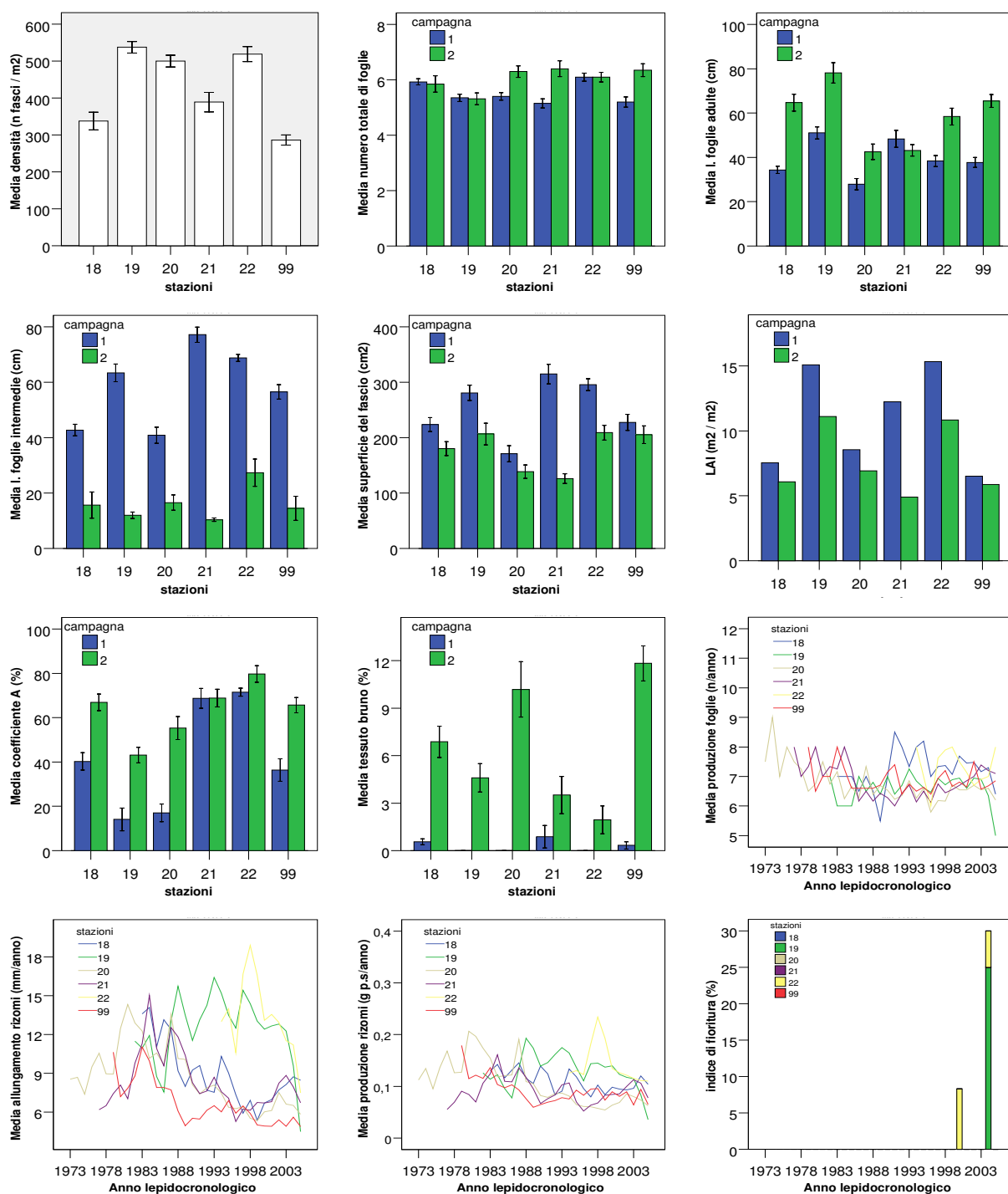


Figura 4.1.7.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.7.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
7	I	18	2,3 $\pm$ 0,1	3,4 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	85,5
		19	2,7 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	112,5
		20	2,3 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	77,5
		21	2,6 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	111,6
		22	2,9 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	88,1
		99	2,5 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	87,1
	II	18	2,9 $\pm$ 0,2	1,3 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	106,1
		19	2,7 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	118,3
		20	3,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	95,0
		21	2,7 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	79,0
		22	3,2 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	86,2
		99	3,0 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	92,8

Tabella 4.1.7.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
7	18	-	4,4 $\pm$ 0,1	0,296 $\pm$ 0,032
	19	8,6 $\pm$ 0,3	5,0 $\pm$ 0,1	0,389 $\pm$ 0,026
	20	13,3 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,1	0,277 $\pm$ 0,025
	21	11,8 $\pm$ 0,2	4,9 $\pm$ 0,1	0,251 $\pm$ 0,035
	22	2,7 $\pm$ 0,2	5,1 $\pm$ 0,1	0,429 $\pm$ 0,022
	99	8,0 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	0,196 $\pm$ 0,033

Indagini sui sedimenti

Nel tratto costiero 7 è possibile evidenziare livelli maggiori delle diverse variabili in corrispondenza della stazione 20 (Capo Feto). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,86 $\pm$ 0,07 e 13,90 $\pm$ 1,07%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,46 $\pm$ 0,02 e 8,65 $\pm$ 0,74 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,45 $\pm$ 0,03 e 10,22 $\pm$ 0,95 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili, in tutte le stazioni, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando una condizione di equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 34,98 $\pm$ 8,71 e 513,48 $\pm$ 18,00 μ g/g, dei Protidi tra 101,66 $\pm$ 69,03 e 8342,99 $\pm$ 57,64 μ g/g e dei Glucidi tra 132,31 $\pm$ 37,15 e 29489,91 $\pm$ 543,74 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,13 $\pm$ 0,00 e 2,29 $\pm$ 0,02. L'andamento di tale rapporto sottolinea, in generale, un accumulo di detrito refrattario in tutto il tratto costiero.

Le stazioni comprese all'interno del tratto costiero 7, non presentano, per quanto riguarda i valori di



$\delta^{13}\text{C}$, un andamento spaziale omogeneo: i valori variano, infatti, da $-19,90 \pm 0,59\text{‰}$ (stazione 22) a $-15,30 \pm 0,23\text{‰}$ (stazione 99) nel corso della I campagna, mentre da $-19,77 \pm 0,13\text{‰}$ (stazione 22) a $-14,62 \pm 0,09\text{‰}$ (stazione 20) durante la II. Un andamento spaziale più omogeneo si evidenzia, invece, durante la I campagna, per quanto riguarda i valori del $\delta^{15}\text{N}$, che subiscono un incremento nel corso della II campagna, nell'intero tratto costiero, ad eccezione della stazione 20. Il valore maggiore si registra, in particolare nella stazione 99 ($6,36 \pm 0,19\text{‰}$), mentre il minimo nella stazione 22 ($2,35 \pm 0,32\text{‰}$).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.7.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica maggiore si riscontra nel corso della II campagna, quando, in particolare, nella stazione 19 si registra il picco massimo ($550 \pm 88 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$).

Il rapporto Ne/Co varia da $0,39 \pm 0,05$ nella stazione 21 (I campagna) a $13,62 \pm 3,61$ nella stazione 19 (II campagna).

La figura 4.1.7.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepod nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

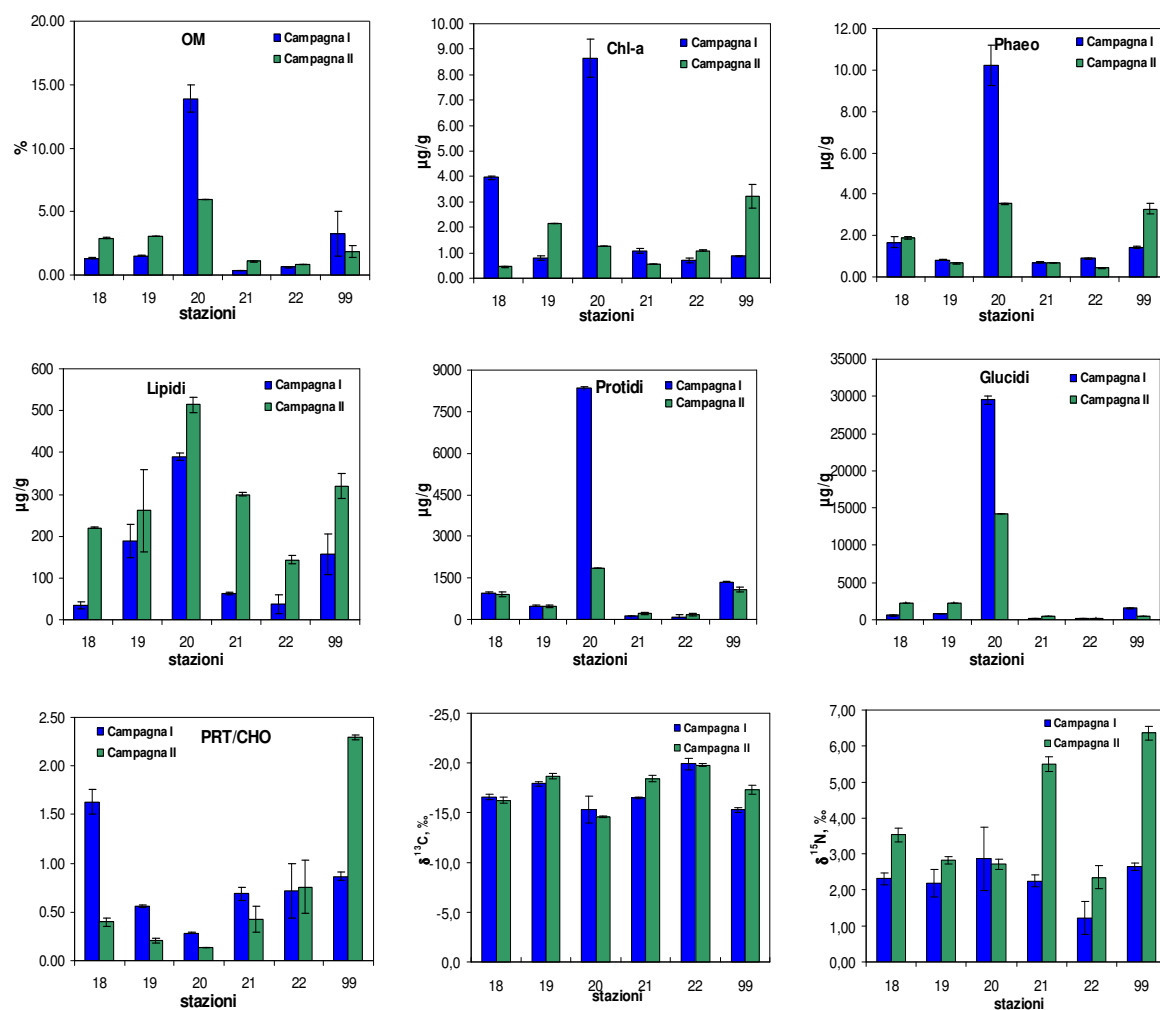


Figura 4.1.7.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

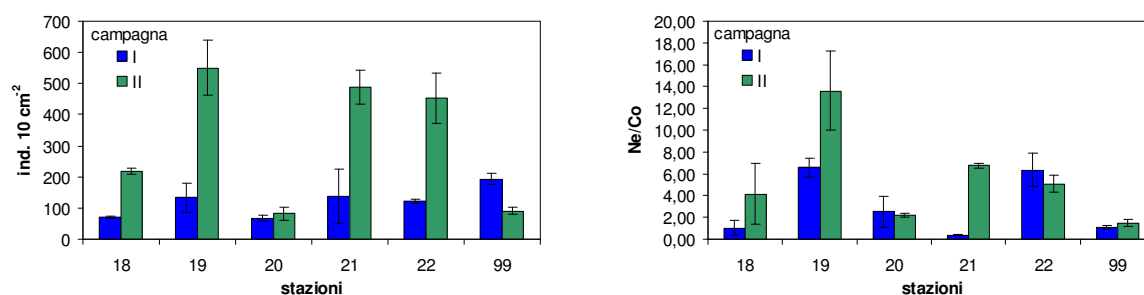


Figura 4.1.7.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.8 Tratto costiero 8 - da Capo Granitola a Capo San Marco

Il tratto costiero compreso tra Capo Granitola e Capo San Marco si sviluppa per circa 40 km e presenta agglomerati urbani di un certo rilievo, situati ad alcuni km dalla linea di costa, e sviluppo di insediamenti di seconde case e turistici concentrati in alcune località. L'entroterra si presenta basso e pianeggiante, formato da terreni alluvionali con coltivazioni a vigneti ed oliveti. La costa si presenta bassa con ampie spiagge sabbiose e dune costiere. Il fiume più importante è il Belice che sfocia a Sud di Selinunte e la cui foce forma stagni e pozze, circondati da canneti, di notevole interesse naturalistico.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.8.1).

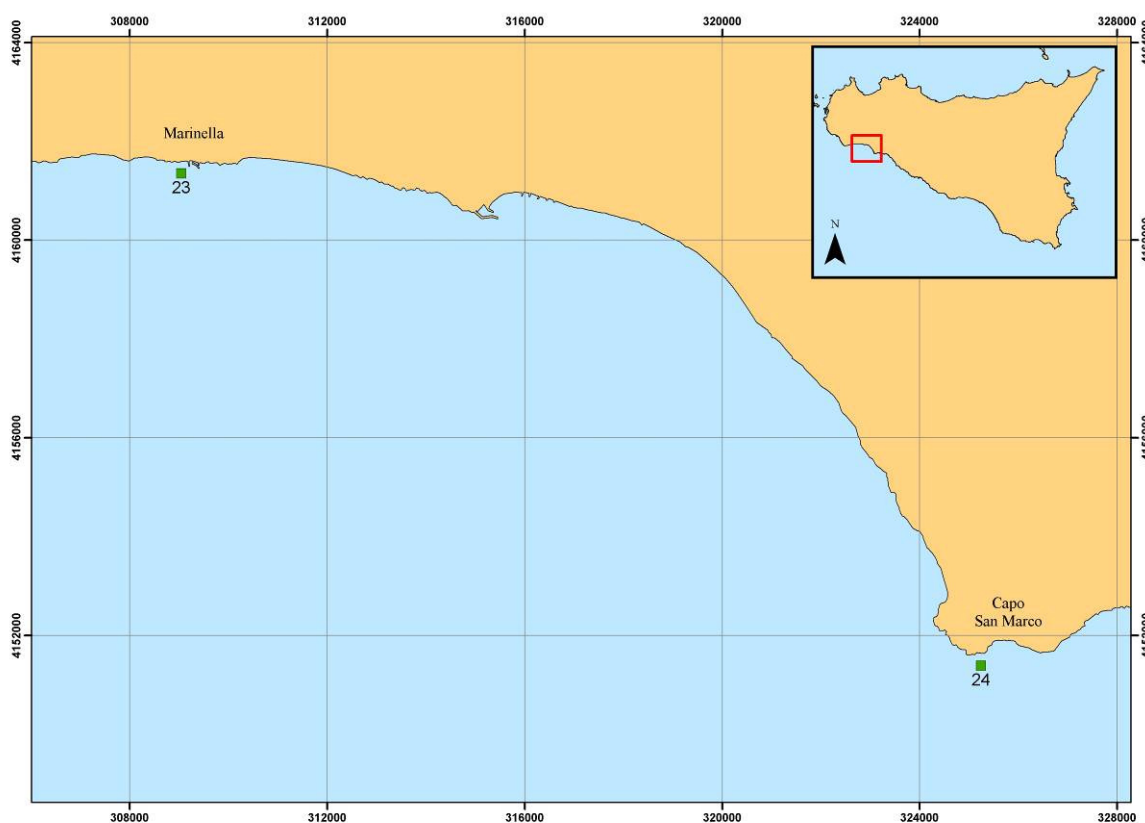


Figura 4.1.8.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Granitola e Capo San Marco

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 13% (2925 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m (AA. VV., 2002). In letteratura non sono stati riscontrati dati sul limite inferiore.

La prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze nella stazione 23 e continua nella stazione

24; i substrati d'impianto prevalenti sono sabbia e roccia ed il ricoprimento varia da 20 ad 80%. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta mediamente del 50-60%. Il sedimento della zona di confine è costituito da sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 23 con un'altezza inferiore ai 10cm, mentre non si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.8.1).

Tabella 4.1.8.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
8	23	Chiazze	20	-	50	sabbia -roccia-matte	-	Sabbia	<10
	24	Continua	70	-	60	sabbia -roccia	-	sabbia-sabbia organogena	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $288,8 \pm 47,0$ fasci/m² nella stazione 23 ad un massimo di $486,3 \pm 14,2$ fasci/m² nella stazione 24. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,6 e 6,2; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 24 (135,8cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 24 nel corso della I campagna ($14,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 23 nella II campagna ($7,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 23 (55,4%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, raggiunge il valore massimo (5,9%) nella stazione 24.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1994 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è mediamente $7,5 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 23 ($12,5 \pm 0,5 \text{ mm} - 0,127 \pm 0,005 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati nell'anno lepidocronologico 2004 nella stazione 24, con un indice di fioritura dell'11,1%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.8.2 e nelle tabelle 4.1.8.2 e 4.1.8.3.

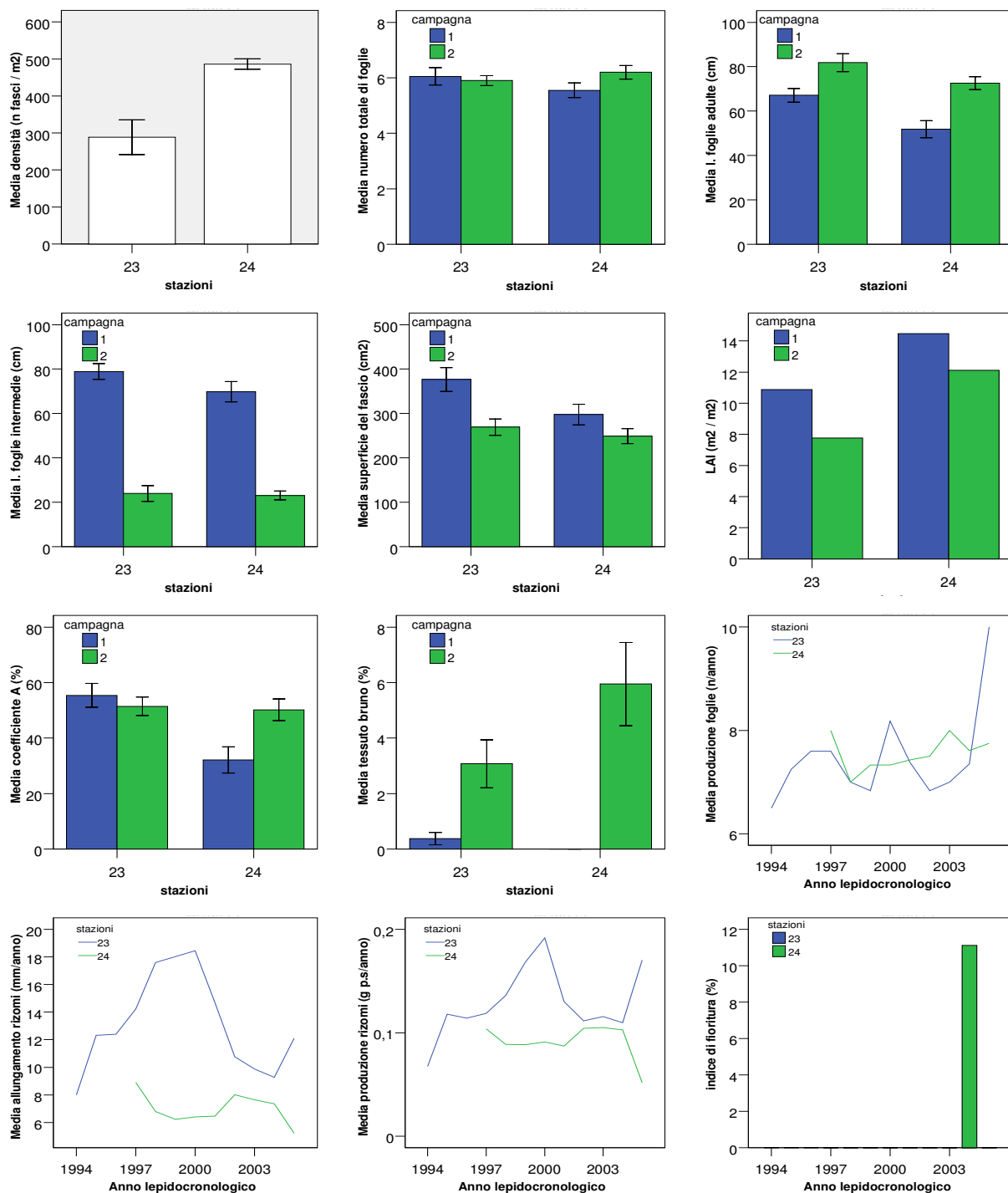


Figura 4.1.8.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.8.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
8	I	23	3,4 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	116,6
		24	2,9 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,2	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	115,9
	II	23	2,9 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	132,5
		24	3,0 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	135,8

Tabella 4.1.8.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
8	23	10,5 $\pm$ 0,5	4,8 $\pm$ 0,1	0,508 $\pm$ 0,000
	24	6,5 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	0,303 $\pm$ 0,053

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 8 presentano diverso trofismo, con livelli maggiori delle diverse variabili in corrispondenza della stazione 24 (Capo S. Marco). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,91 $\pm$ 0,03 e 1,39 $\pm$ 0,20%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,76 $\pm$ 0,00 e 1,64 $\pm$ 0,26 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,32 $\pm$ 0,02 e 1,48 $\pm$ 0,10 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambe le stazioni, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando una condizione di equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 51,88 $\pm$ 12,03 e 222,13 $\pm$ 35,96 μ g/g, dei Protidi tra 47,40 $\pm$ 16,42 e 611,32 $\pm$ 40,98 μ g/g e dei Glucidi tra 183,06 $\pm$ 41,77 e 659,73 $\pm$ 80,23 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,27 $\pm$ 0,11 e 0,94 $\pm$ 0,19. L'andamento di tale rapporto conferma la disomogeneità nella condizione dei sedimenti tra le due stazioni, evidenziando accumulo di materiale proteico nei sedimenti della stazione 24.

Il valore del $\delta^{13}\text{C}$ della materia organica sedimentaria presenta, nella stazione 23, valori che si mantengono costanti nel corso delle due campagne (-20,63 $\pm$ 0,22‰ e -20,68 $\pm$ 0,37‰, rispettivamente). La stazione 24 presenta, invece, un impoverimento in ^{13}C nel corso della II campagna (da -18,73 $\pm$ 0,10‰ a -19,49 $\pm$ 0,17‰). Per quanto riguarda il $\delta^{15}\text{N}$, il valore maggiore si registra nella stazione 23 (3,33 $\pm$ 0,30‰), in cui si registra, anche il picco minimo, nel corso della I campagna (0,81 $\pm$ 0,35‰).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel

tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.8.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Le stazioni 23 e 24 mostrano densità meiobentonica confrontabile (148 ± 31 ind. 10 cm^{-2} e 158 ± 105 ind. 10 cm^{-2} , rispettivamente, nel corso della I campagna e 300 ± 72 ind. 10 cm^{-2} e 280 ± 60 ind. 10 cm^{-2} , rispettivamente, durante la II campagna).

Anche il rapporto Ne/Co, nel corso delle due campagne effettuate, presenta valori simili compresi tra $4,02 \pm 1,33$ e $5,59 \pm 2,35$.

La figura 4.1.8.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

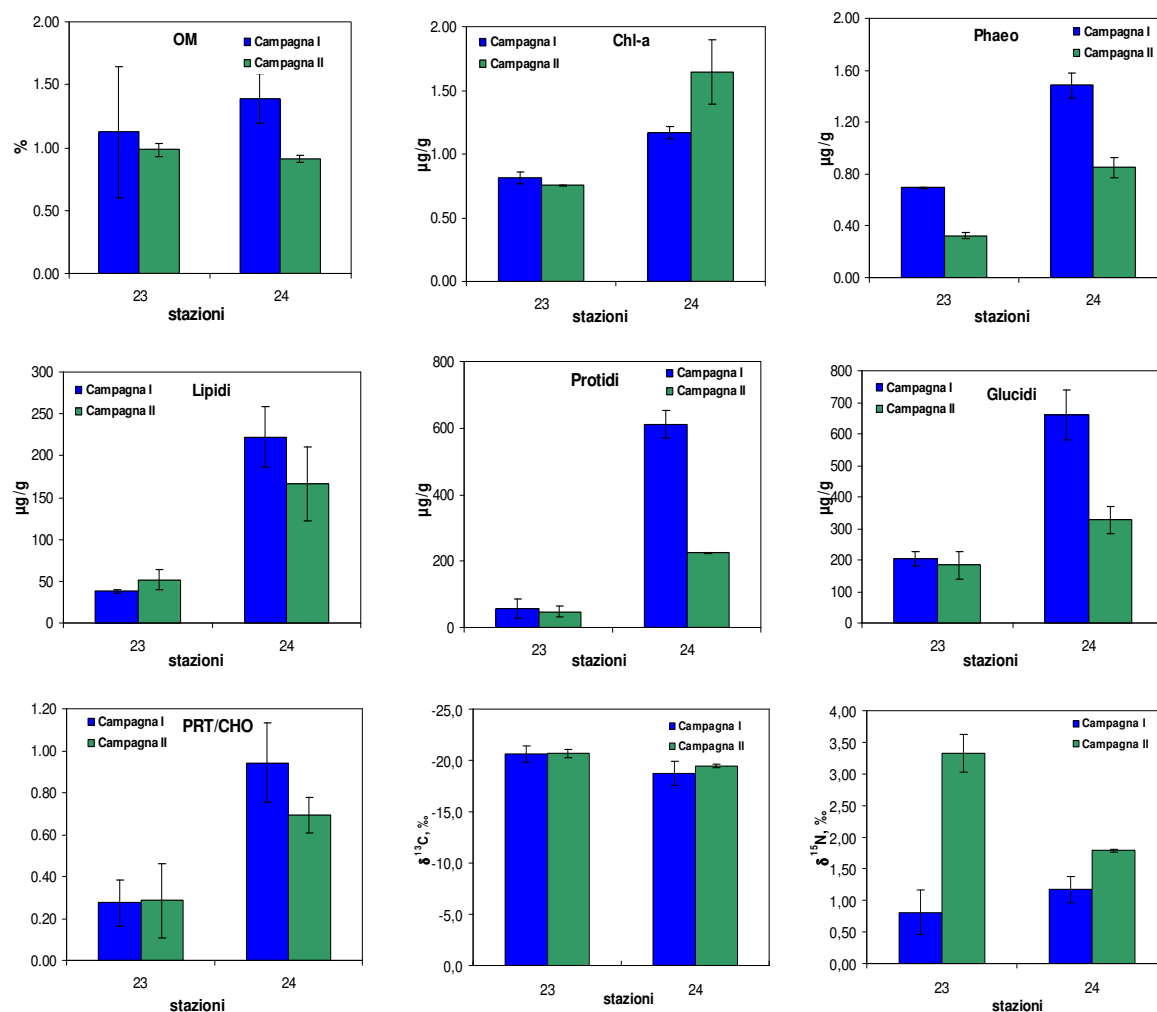


Figura 4.1.8.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

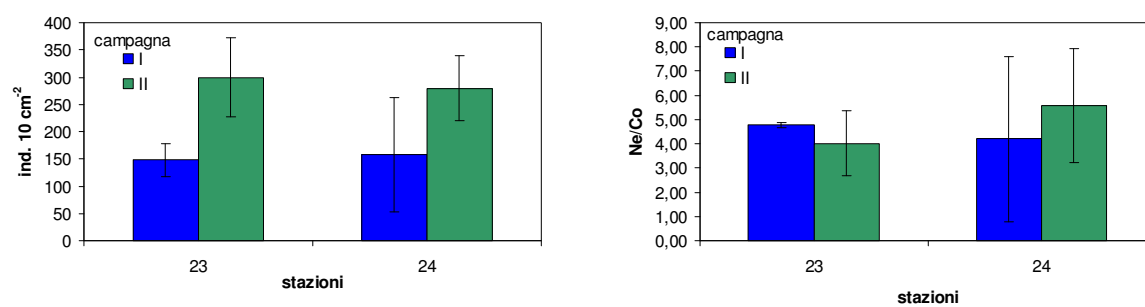


Figura 4.1.8.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.9 Tratto costiero 9 - da Capo San Marco a Licata

Il tratto costiero compreso tra Capo San Marco e Licata si presenta pressoché uniforme, senza baie né golfi, per una lunghezza di circa 134 km. Le attività industriali presenti nell'area sono relativamente modeste. Ad eccezione dell'area della “Valle dei templi” ad Agrigento, non sono presenti nel territorio attività turistiche di rilievo. Lungo la costa sfociano numerosi fiumi tra cui il Salso, il Naro ed il S. Leone ad ovest di Licata, le cui foci costruiscono in mare barre sabbiose e cordoni litoranei. Tali formazioni assumono talvolta dimensioni a banchi di sabbia instabile molto estesi, che influenzano significativamente la circolazione delle acque e la configurazione dei fondali.

Nel tratto costiero sono state posizionate 7 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.9.1).

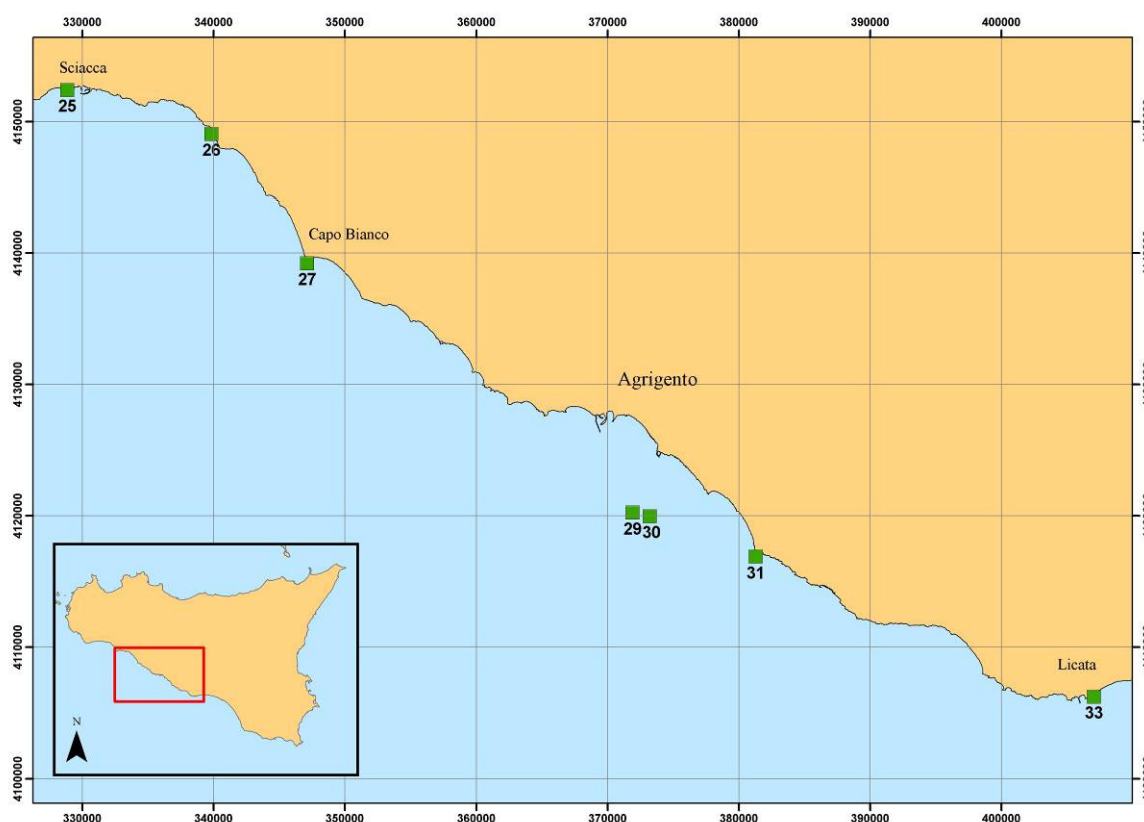


Figura 4.1.9.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo San Marco e Licata

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre una bassissima percentuale (3,3% - 2714 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m, (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo su fondo sabbioso e limoso a profondità comprese tra 16 e 28m. In alcuni casi si osservano limiti netti da substrato a profondità

comprese tra 12 e 21m. La prateria mostra, inoltre, limiti inferiori di tipo erosivo su *matte* a profondità intorno ai 13m.

Nelle stazioni esaminate la prateria mostra una distribuzione a chiazze e continua; si impianta prevalentemente su roccia ed ha un ricoprimento che oscilla dal 50 al 90%. La percentuale di rizomi plagiotropi varia da 30 a 60%. Il sedimento della zona di confine è costituito prevalentemente da massi, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti nelle stazioni 26 e 27 con un'altezza inferiore ai 10 cm e nelle stazioni 29, 30 e 33 con un'altezza compresa tra 10 e 20cm; si riscontrano tutte e tre le tipologie di formazioni erosive (tabella 4.1.9.1).

Tabella 4.1.9.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
9	25	Chiazze	50	-	50	sabbia -roccia- <i>matte</i>	-	sabbia-sabbia organogena	-
	26	Chiazze	90	-	60	sabbia-roccia	marmitte	sabbia	<10
	27	Continua	70	-	40	roccia	-	sabbia-limo	<10
	29	Continua	70	-	40	roccia	ancore	massi-sabbia	10-20
	30	Continua	70	-	30	roccia	marmitte-canali intermatte-ancore	massi-sabbia	10-20
	31	Continua	50	-	30	roccia	marmitte	massi-sabbia- sabbia organogena	-
	33	Chiazze	50	-	50	sabbia-roccia	marmitte	massi-sabbia- sabbia organogena	10-20

I valori di densità dei fasci mostrano medie comparabili per le stazioni dalla 25 alla 31 con un valore medio totale di $351,3 \pm 25,0$ fasci/m², mentre nella stazione 33 si riscontra il valore più elevato ($502,5 \pm 10,3$ fasci/m²). Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,3 e 6,1 (I campagna) e tra 4,9 e 7,4 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 25 (113,5cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 33 nel corso della II campagna ($13,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 27 nella II campagna ($5,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la II campagna nella stazione 27 (81,0%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 0,2 a 11,5% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1986 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è mediamente $7,4 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nelle stazioni 26 ($11,4 \pm 0,4 \text{ mm} - 0,143 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$) e 33 ($12,3 \pm 0,5 \text{ mm} - 0,137 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati

sono stati riscontrati in diversi anni lepidocronologici in quasi tutte le stazioni, con un indice di fioritura che va da 5,3 a 60,0%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.9.2 e nelle tabelle 4.1.9.2 e 4.1.9.3.

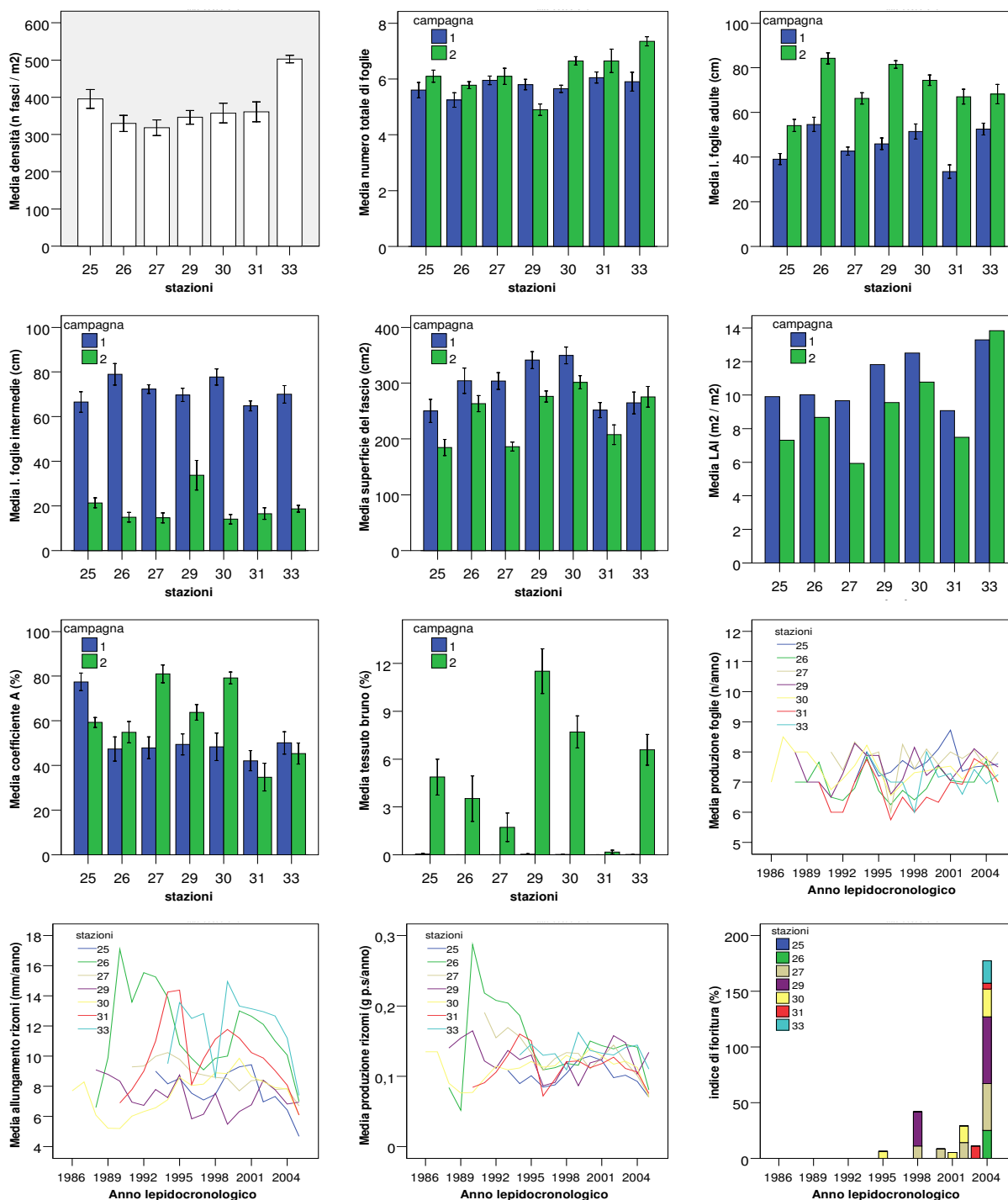


Figura 4.1.9.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.9.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
9	I	25	3,0 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	113,5
		26	3,0 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	119,0
		27	3,3 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	104,2
		29	2,9 $\pm$ 0,1	2,9 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,0	1,1 $\pm$ 0,0	-	108,0
		30	3,1 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,2	-	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	113,0
		31	3,0 $\pm$ 0,1	2,9 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,1	96,6
		33	3,1 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	112,8
	II	25	2,9 $\pm$ 0,2	2,4 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	90,4
		26	3,0 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	118,1
		27	3,0 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,2	2,4 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	100,3
		29	2,9 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	110,7
		30	4,0 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	104,8
		31	3,7 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	113,7
		33	4,2 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	107,3

Tabella 4.1.9.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
9	25	4,5 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,1	0,127 $\pm$ 0,047
	26	5,3 $\pm$ 0,1	5,0 $\pm$ 0,1	0,383 $\pm$ 0,054
	27	11,1 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,1	0,394 $\pm$ 0,028
	29	10,9 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,1	0,378 $\pm$ 0,054
	30	8,9 $\pm$ 0,2	5,0 $\pm$ 0,1	0,456 $\pm$ 0,043
	31	8,3 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,1	0,307 $\pm$ 0,033
	33	10,3 $\pm$ 0,3	4,8 $\pm$ 0,1	0,342 $\pm$ 0,040

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti delle sette stazioni del tratto costiero 9 è possibile evidenziare differenze tra i due periodi di campionamento, con livelli superiori delle diverse variabili in corrispondenza della seconda campagna. Inoltre, i sedimenti delle stazioni intermedie (27, 29, 30, 31) presentano livelli superiori di trofismo. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,42 $\pm$ 0,01 e 2,40 $\pm$ 0,04%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,40 $\pm$ 0,03 e 2,29 $\pm$ 0,003 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,36 $\pm$ 0,11 e 2,38 $\pm$ 0,17 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono superiori a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 12,66 $\pm$ 5,27 e 373,36 $\pm$ 46,51 μ g/g, dei Protidi



tra $51,51 \pm 25,18$ e $636,47 \pm 21,21 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $30,15 \pm 0,40$ e $699,39 \pm 56,41 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,21 \pm 0,05$ e $3,84 \pm 0,84$. L'andamento di tale rapporto conferma le diverse condizioni registrate tra le due campagne di campionamento.

Nel corso della I campagna i valori del $\delta^{13}\text{C}$ si mantengono piuttosto costanti intorno ad un valore massimo di $-21,63 \pm 0,26\text{‰}$, registrato nella stazione 27. Durante la II campagna si evidenzia una maggiore variabilità spaziale, con un picco massimo pari a $-17,25 \pm 0,20\text{‰}$ in corrispondenza della stazione 26 ed un valore più impoverito in ^{13}C nella stazione 27 ($-20,57 \pm 0,30\text{‰}$).

Il valore del $\delta^{15}\text{N}$ della sostanza organica sedimentaria varia, nel corso della I campagna da $0,80 \pm 0,03\text{‰}$ (stazione 30) a $3,26 \pm 0,20\text{‰}$ (stazione 33). Durante la II campagna il valore massimo si registra nella stazione 27 ($3,19 \pm 0,14\text{‰}$), mentre il minimo nella stazione 26 ($1,33 \pm 0,48\text{‰}$).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.9.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Le stazioni che ricadono all'interno del tratto costiero 9 mostrano un andamento piuttosto irregolare della densità meiobentonica. In particolare, il valore maggiore si riscontra nella stazione 25 (862 ± 558 ind. 10 cm^{-2} , II campagna), mentre, durante la I campagna, nella stessa stazione si riscontra il picco minimo (54 ± 4 ind. 10 cm^{-2}).

Il rapporto Ne/Co varia da $1,12 \pm 0,14$ nella stazione 30 (I campagna) ad un valore di $11,04 \pm 5,67$ nella stazione 25 (II campagna).

La figura 4.1.9.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodì nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

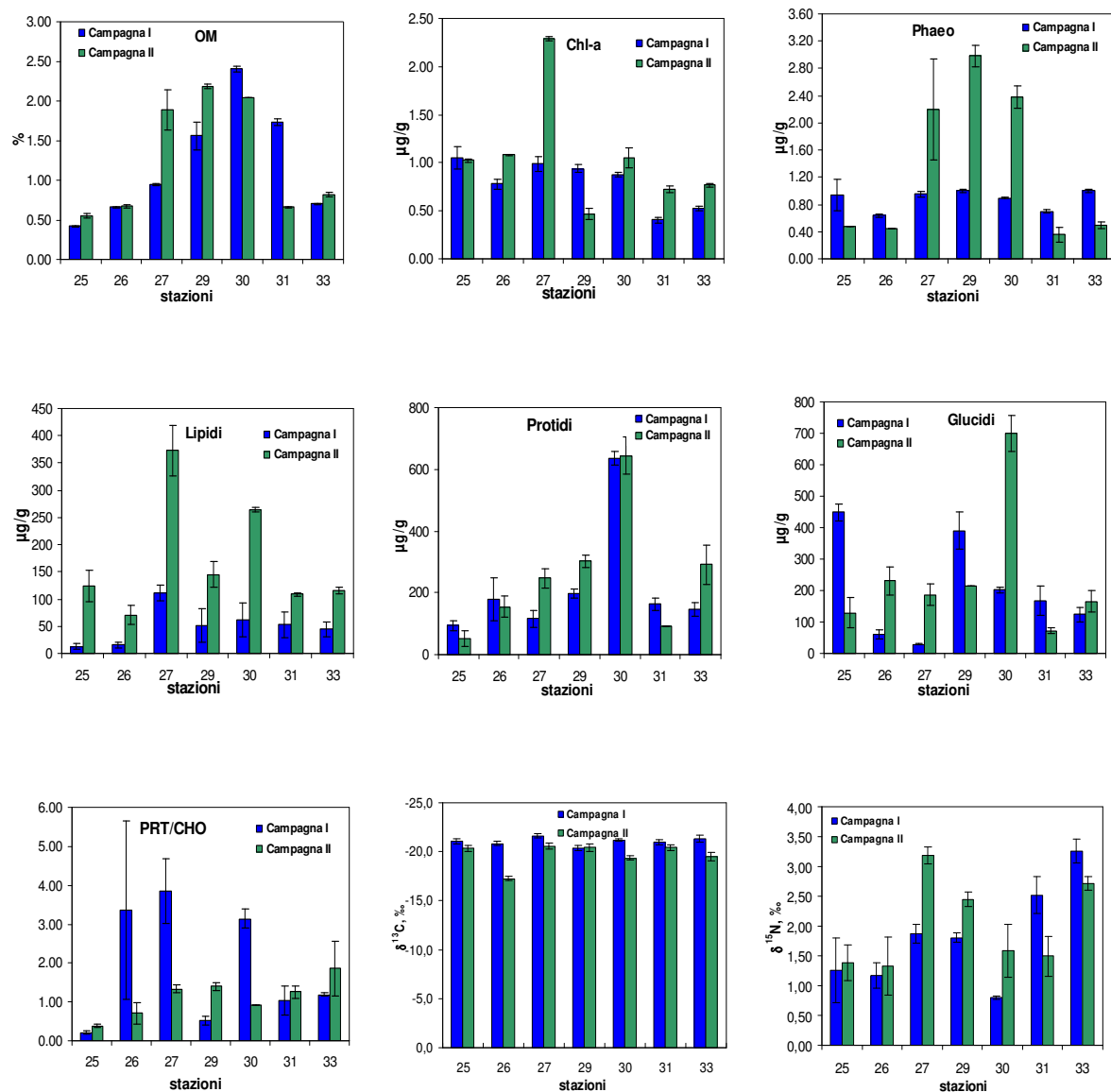


Figura 4.1.9.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

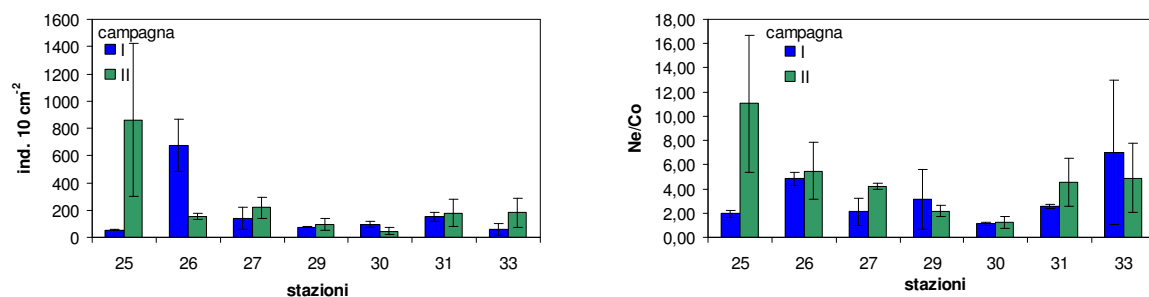


Figura 4.1.9.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.10 Tratto costiero 10 - da Licata a Capo Scalambri

Il tratto costiero compreso tra Licata e Capo Scalambri coincide con il Golfo di Gela e presenta uno sviluppo costiero complessivo di circa 70 km. La costa si presenta prevalentemente bassa e sabbiosa e su di essa incidono importanti attività antropiche (porti, installazioni civili e impianti industriali). Le attività agricole (serricoltura intensiva) ed industriali (petrolchimico di Gela), unitamente ad un intenso processo di urbanizzazione, producono una elevata tensione ambientale sull'ecosistema marino costiero e rappresentano le principali cause di un diffuso degrado.

L'area è inserita tra le 5 aree a rischio ambientale nel territorio siciliano in relazione alla presenza di uno tra i più grossi centri petrolchimici a livello mediterraneo.

Nel tratto costiero è stata posizionata 1 stazione (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.10.1).

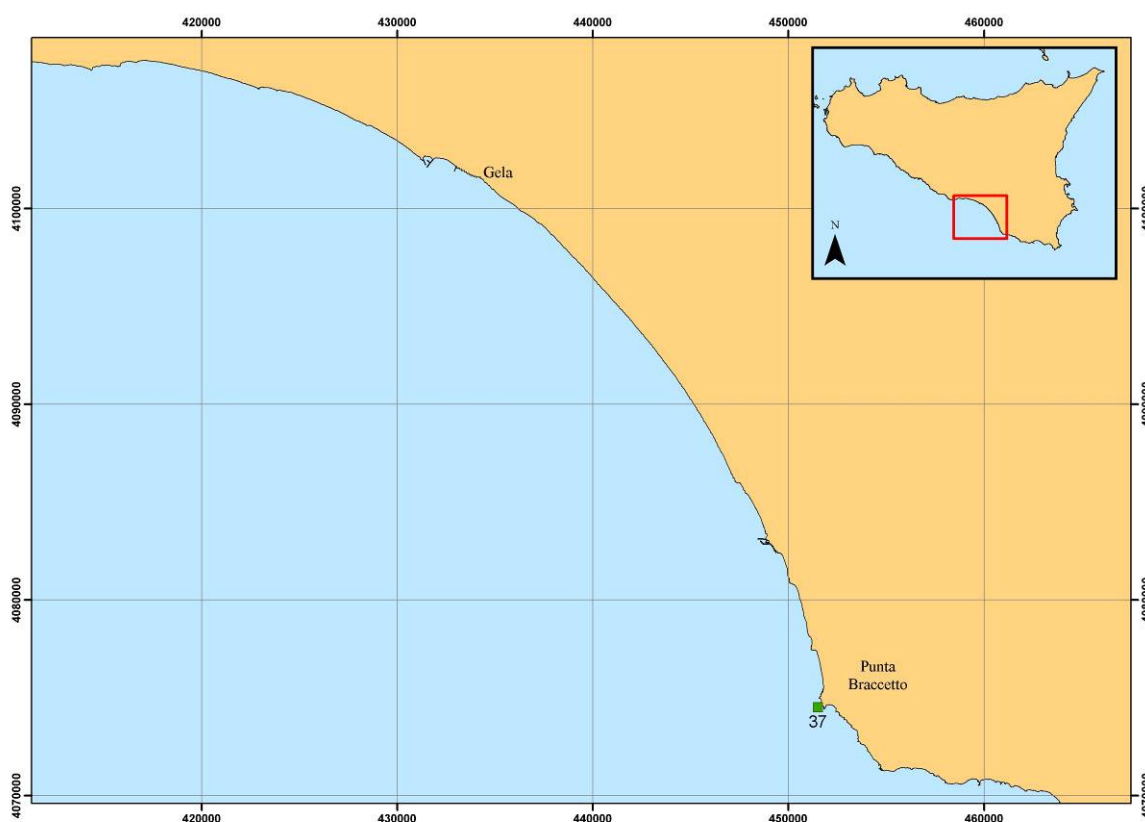


Figura 4.1.10.1 – Ubicazione della stazione nel tratto costiero tra Licata e Capo Scalambri

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

L'analisi dei popolamenti fitobentonici che si insediano nel tratto costiero evidenzia una forte componente edafica, dovuta alla notevole quantità di particolato sospeso, che seleziona in modo netto l'insediamento delle biocenosi, ne limita fortemente lo sviluppo verticale e manifesta una netta contrazione verso la superficie della zona fotica. Nella maggioranza dei casi i fondali sono afitoici o

colonizzati da un climax edafico a *Cymodocea nodosa*.

Nella stazione analizzata la prateria di *P. oceanica* è caratterizzata da una distribuzione a chiazze; si impianta su roccia e *matte* ed ha un ricoprimento che raggiunge valori del 70%. È stato osservato un ricoprimento a *matte* morta del 10% ed una percentuale di rizomi plagiotropi del 95%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi e sabbia. Non si riscontrano *ripple marks*, mentre sono presenti formazioni erosive quali marmitte e canali intermatte (tabella 4.1.10.1).

Tabella 4.1.10.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
10	37	Chiazze	70	10	95	roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	massi-sabbia	-

Il valore di densità dei fasci misurato risulta in media $230,6 \pm 7,4$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,8 e 6,4; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna ed ha una lunghezza di 113,5cm. L'indice di area fogliare mostra valori simili nelle due campagne (rispettivamente 4,6 e 5,1m²/m²). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna con un valore del 49%, mentre il tessuto bruno è virtualmente assente in tutte e due le campagne.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1990 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,8 \pm 0,1$, mentre l'allungamento e la produzione media annuale dei rizomi presentano dei valori rispettivamente di $6,0 \pm 0,2$ mm e $0,077 \pm 0,005$ g ps/anno. Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati negli anni lepidocronologici 2000 e 2004 con un indice di fioritura che va da 7,7 a 20,0%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.10.2 e nelle tabelle 4.1.10.2 e 4.1.10.3.

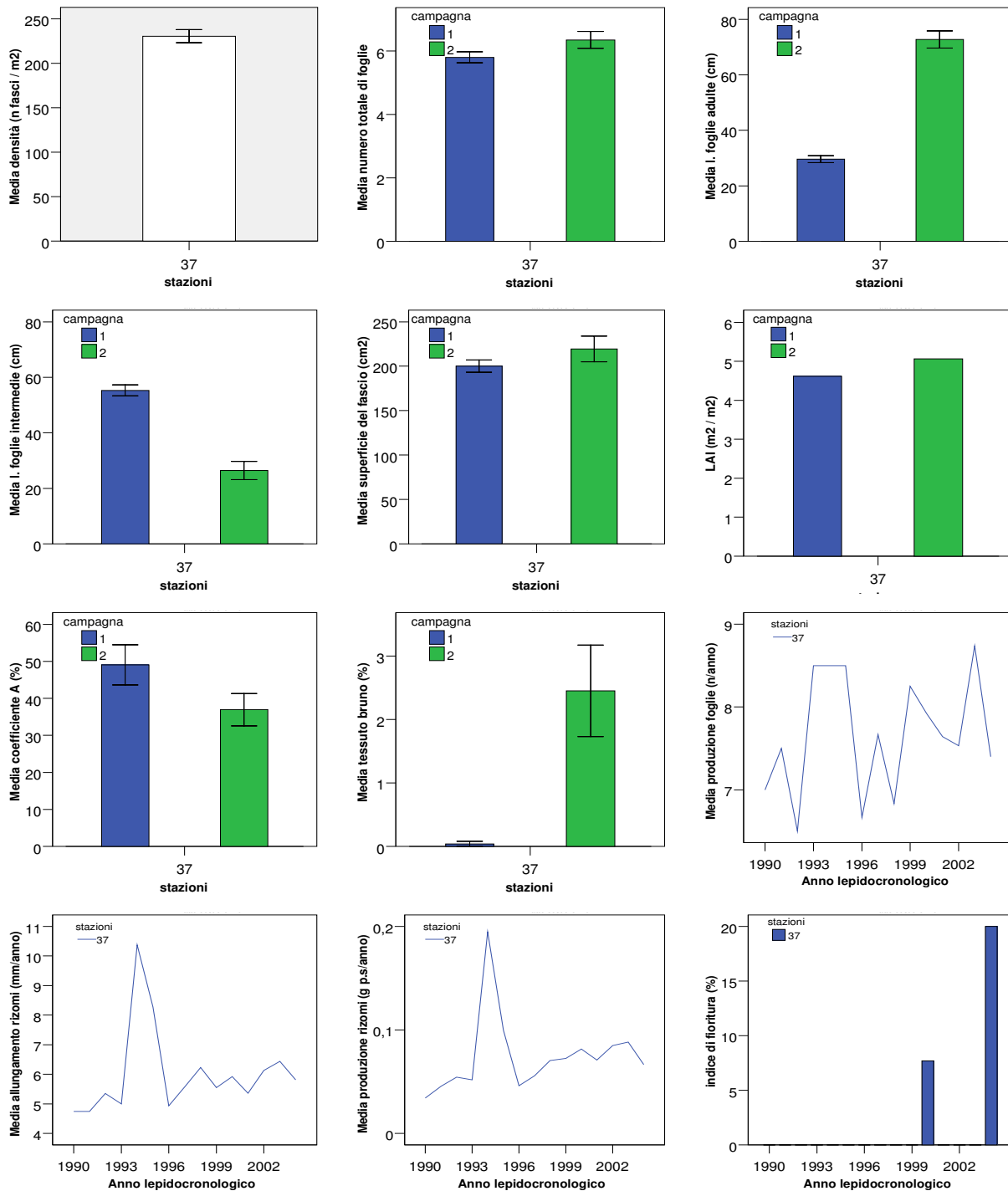


Figura 4.1.10.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.10.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
10	I	37	2,7 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	80,5
	II	37	3,1 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0	113,5

Tabella 4.1.10.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
10	37	5,1 $\pm$ 0,2	3,9 $\pm$ 0,1	0,300 $\pm$ 0,030

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 37, unica del tratto costiero 10, pur non evidenziandosi processi di elevato trofismo è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,74 $\pm$ 0,05 e 0,92 $\pm$ 0,30%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 1,14 $\pm$ 0,06 e 3,00 $\pm$ 1,30 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,29 $\pm$ 0,05 e 2,44 $\pm$ 0,39 μ g/g. I livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambe i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando una condizione di equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 52,61 $\pm$ 8,73 e 58,93 $\pm$ 16,99 μ g/g, dei Protidi tra 149,35 $\pm$ 0,90 e 737,66 $\pm$ 77,17 μ g/g e dei Glucidi tra 131,18 $\pm$ 10,28 e 423,36 $\pm$ 51,03 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 1,14 $\pm$ 0,08 e 1,74 $\pm$ 0,03, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di materiale proteico nell'area.

La materia organica sedimentaria della stazione 37 presenta un valore del $\delta^{13}\text{C}$ che varia tra -22,52 $\pm$ 0,11‰ nel corso della I campagna a -21,60 $\pm$ 0,33‰ durante la II. In riferimento al $\delta^{15}\text{N}$, tra la I e la II campagna, il valore risulta costante (da 2,46 $\pm$ 0,08‰ a 2,62 $\pm$ 0,50‰, rispettivamente).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.10.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica nella stazione 37 varia da 137 $\pm$ 18 ind. 10 cm⁻² nella I campagna a 283 $\pm$ 42 ind. 10 cm⁻² nella II.

Il rapporto Ne/Co subisce un incremento tra la I e la II campagna, variando da $1,81 \pm 1,27$ a $2,53 \pm 0,23$.

La figura 4.1.10.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

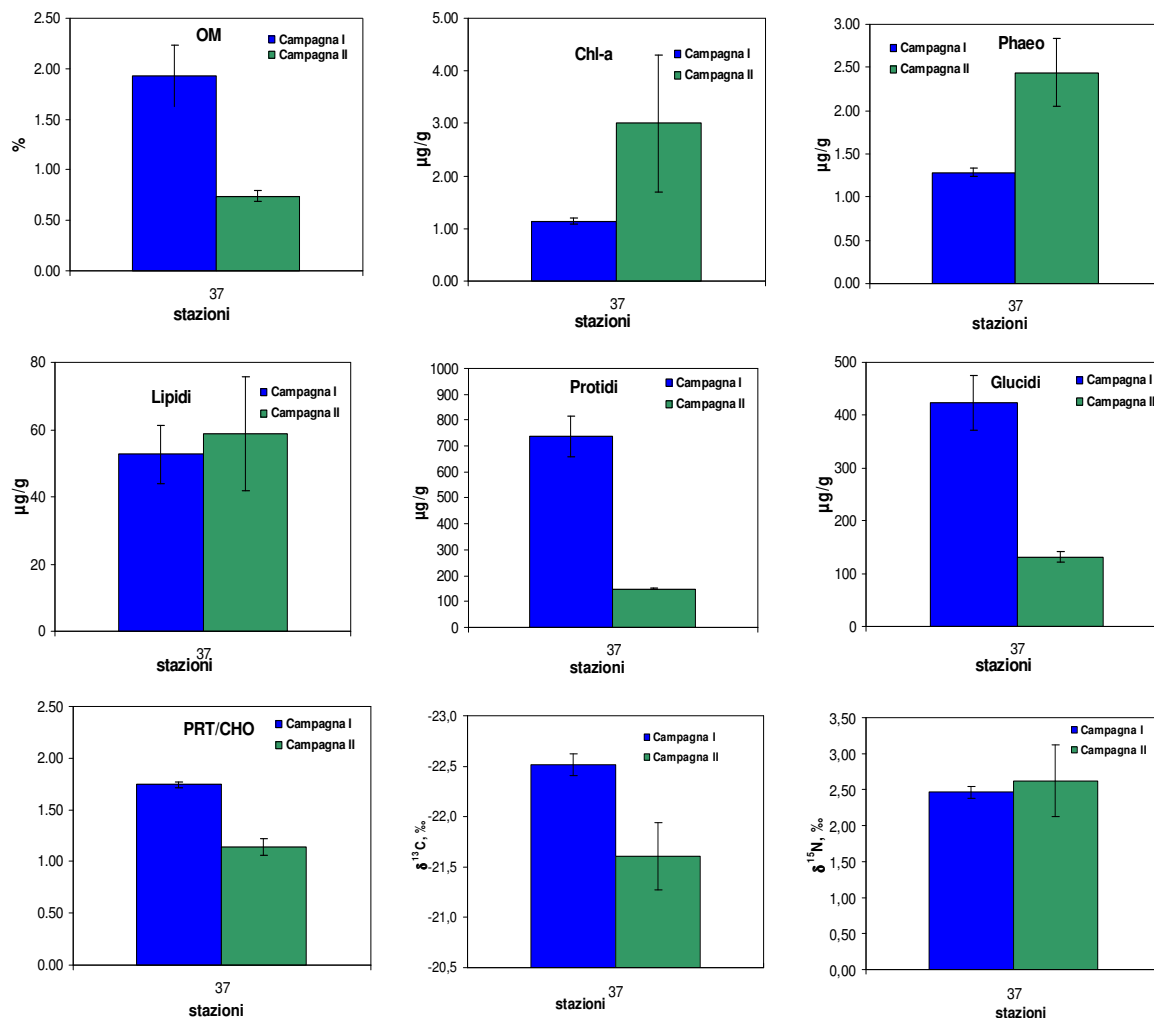


Figura 4.1.10.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

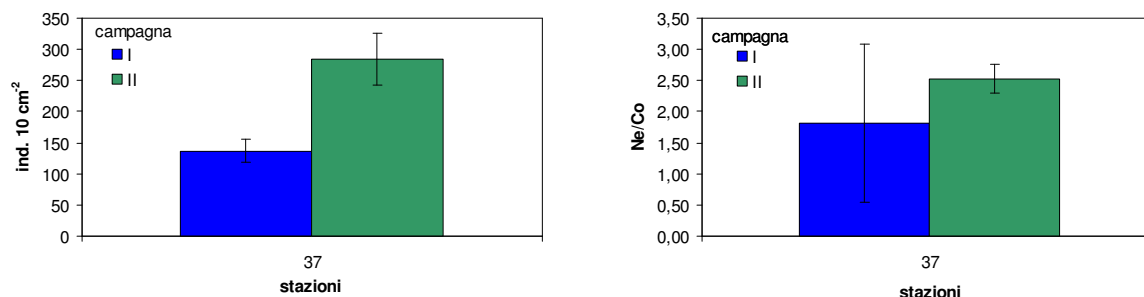


Figura 4.1.10.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.11 Tratto costiero 11 - da Capo Scalambri a Punta Religione

Il tratto costiero compreso tra Capo Scalambri e Punta Religione si presenta fortemente antropizzato a causa di un'urbanizzazione a prevalente carattere stagionale, mentre la successione di dune è frequentemente ricoperta fino al mare da serre adibite alla coltivazione intensiva di prodotti ortofrutticoli.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.11.1).

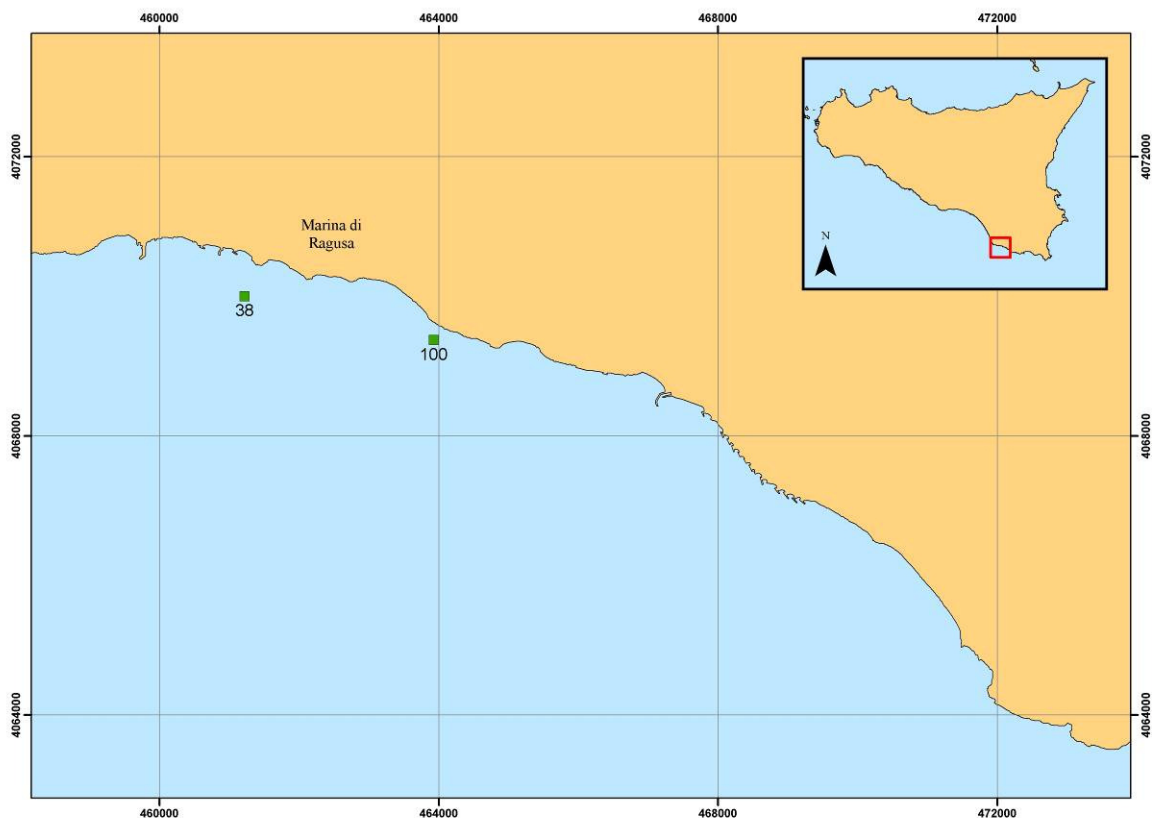


Figura 4.1.11.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Scalambri e Punta Religione

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre solo il 2,5% (987 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m (AA. VV., 2002), mentre è presente un'elevata percentuale di *Cymodocea nodosa* (15,2%). Il limite inferiore è di tipo progressivo con ciuffi isolati su fondo roccioso alla profondità di 28m.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze nella stazione 38 e continua nella stazione 100; si impianta prevalentemente su sabbia e su *matte* ed ha un ricoprimento del 70-90%. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta compresa tra 30 e 80%. Il

sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 38 con un'altezza compresa tra 10 e 20cm; si riscontrano formazioni erosive in tutte e due le stazioni e solo nella stazione 38 anche erosione dovuta ad ancoraggi (tabella 4.1.11.1).

Tabella 4.1.11.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
11	38	Chiazze	70	-	30	sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmite-canal intermatte-ancore	massi-sabbia- sabbia organogena	10-20
	100	Continua	90	-	80	sabbia- <i>matte</i>	canali intermatte	sabbia	-

La densità dei fasci mostra valori medi comparabili tra le due stazioni con un valore medio totale di $450,3 \pm 17,5$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,7 e 6,5; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 100 (194cm). L'indice di area fogliare mostra valori simili nelle due campagne, variando da 11,2 a 15,7m²/m². Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 38 (53,4%), mentre il tessuto bruno, assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 0,6 e 6,2% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1990 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,5 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 100 ($9,0 \pm 0,2$ mm - $0,111 \pm 0,003$ g ps/anno). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati negli anni lepidocronologici 2000 e 2004 con un indice di fioritura che va da 10 a 15%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.11.2 e nelle tabelle 4.1.11.2 e 4.1.11.3.

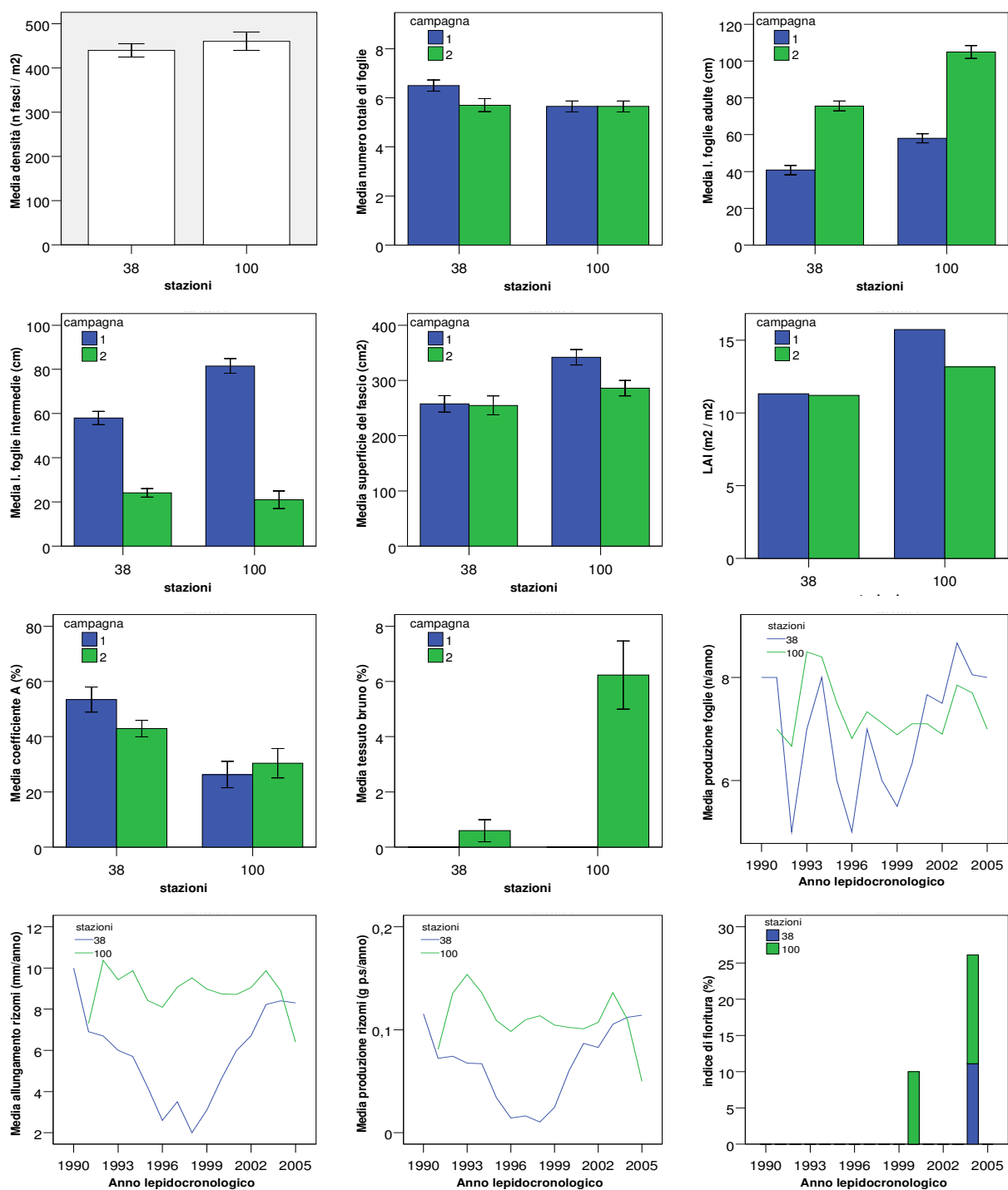


Figura 4.1.11.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.11.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
11	I	38	3,4 $\pm$ 0,2	3,0 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	97,7
		100	2,8 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	125,6
	II	38	3,2 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	113,4
		100	2,8 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	194,0

Tabella 4.1.11.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
11	38	6,9 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,1	0,211 $\pm$ 0,084
	100	6,8 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,1	0,354 $\pm$ 0,058

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 11 presentano diverso trofismo, con livelli maggiori delle diverse variabili in corrispondenza della stazione 100 (Irminio). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,82 $\pm$ 0,07 e 2,50 $\pm$ 0,62%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,54 $\pm$ 0,18 e 1,33 $\pm$ 0,05 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,61 $\pm$ 0,03 e 2,09 $\pm$ 0,81 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono nella stazione 100 superiori a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 62,10 $\pm$ 2,16 e 270,01 $\pm$ 5,40 μ g/g, dei Protidi tra 165,60 $\pm$ 0,34 e 1150,24 $\pm$ 18,51 μ g/g e dei Glucidi tra 169,36 $\pm$ 33,14 e 520,44 $\pm$ 14,68 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,70 $\pm$ 0,26 e 2,21 $\pm$ 0,03. L'andamento di tale rapporto conferma la disomogeneità nella condizione dei sedimenti tra le due stazioni, evidenziando accumulo di materiale proteico nei sedimenti della stazione 100.

La stazione 38 mostra, per quanto riguarda il ^{13}C , un arricchimento nel corso della II campagna (il $\delta^{13}\text{C}$ varia, rispettivamente, da -22,50 $\pm$ 0,14‰ a -19,64 $\pm$ 0,45‰). Risultato opposto si registra in corrispondenza della stazione 100, in cui si passa da un valore pari a -22,23 $\pm$ 0,15‰ (I campagna) a -23,04 $\pm$ 1,18‰ (II campagna). Diverso andamento si evidenzia per il $\delta^{15}\text{N}$ che varia nella stazione 38 da 2,60 $\pm$ 0,16‰ a 1,10 $\pm$ 0,38‰ e da 2,96 $\pm$ 0,35‰ a 4,48 $\pm$ 0,08‰ nella stazione 100.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.11.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Le stazioni 38 e 100, all'interno del tratto costiero 11, mostrano una netta differenza, in termini di densità meiobentonica durante la II campagna. Il valore varia, infatti, da 824 ± 3 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 38 a 56 ± 19 ind. 10 cm^{-2} , nella stazione 100.

La stazione 38 mostra un rapporto Ne/Co tra i più alti riscontrati durante le campagne di monitoraggio ($15,26 \pm 10,82$ e $17,94 \pm 6,87$, rispettivamente durante la I e la II campagna).

La figura 4.1.11.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

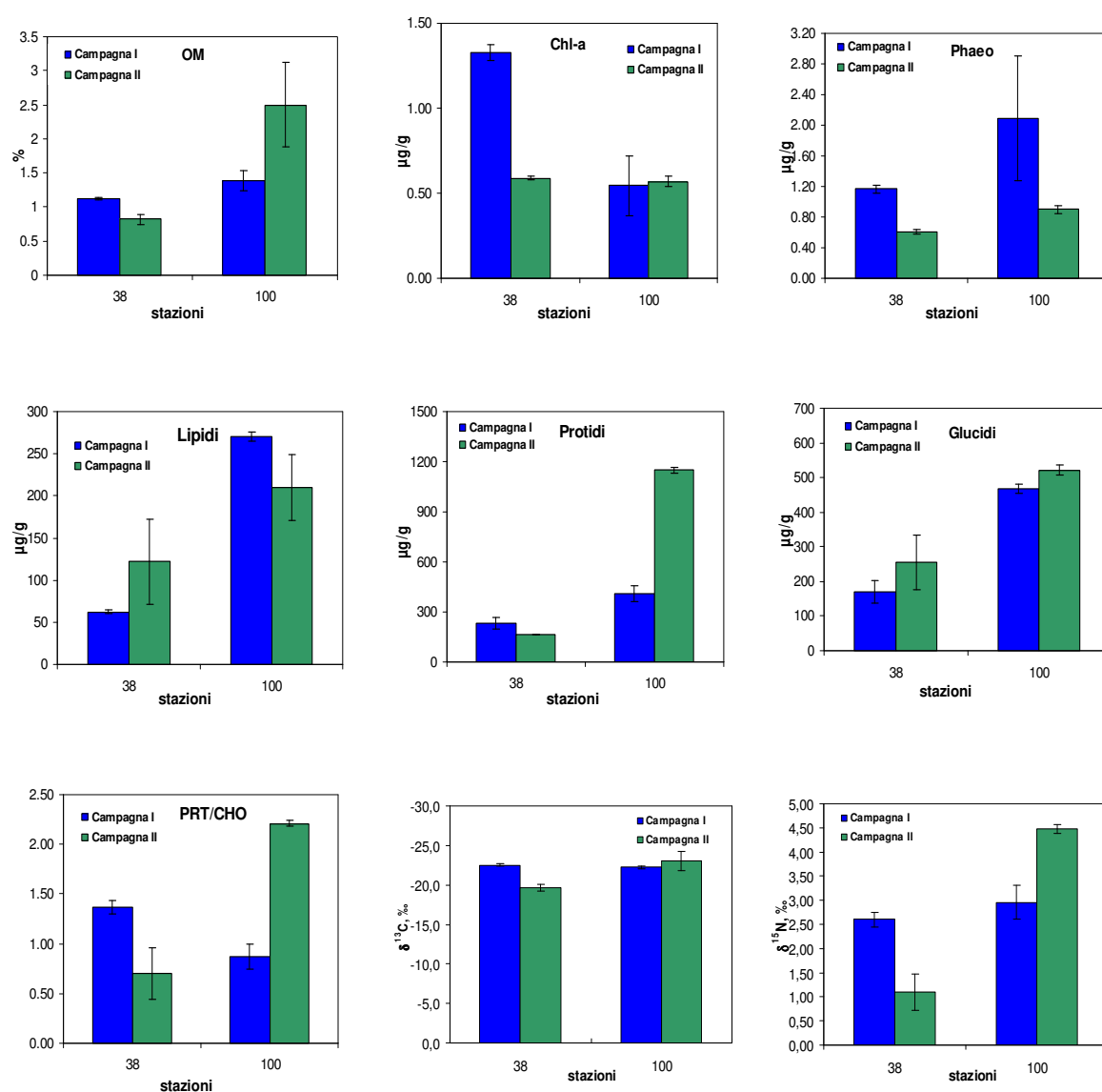


Figura 4.1.11.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

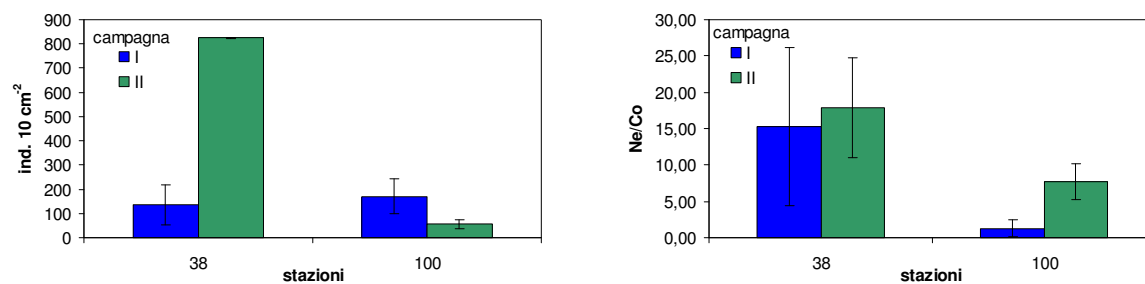


Figura 4.1.11.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.12 Tratto costiero 12 - da Punta Religione a Capo Passero

Il tratto costiero compreso tra Punta Religione e Capo Passero presenta caratteristiche simili a quelle del tratto costiero contiguo, soprattutto per quanto riguarda il settore occidentale. I substrati duri sono poco rappresentati e si limitano a ristrette aree costiere in prossimità di promontori o ad alcune isolette d'altura e ai massi in cemento costituenti le dighe dei porti presenti.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.12.1).

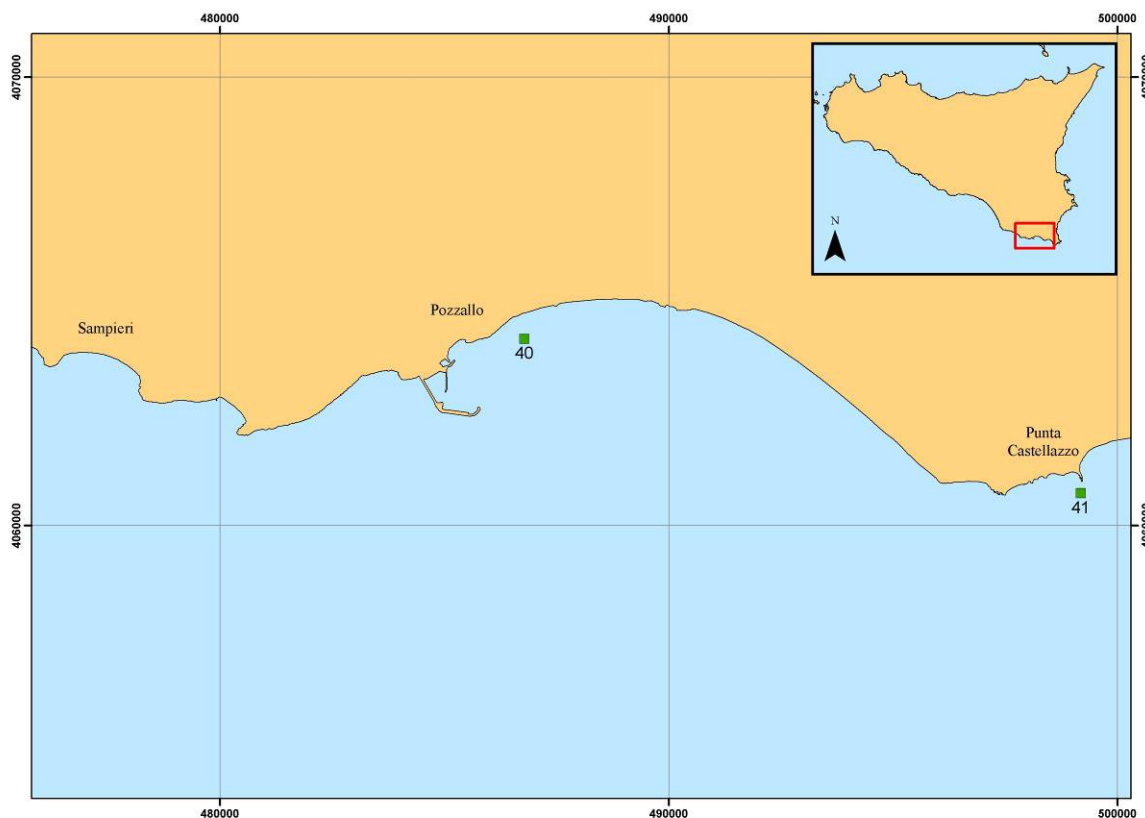


Figura 4.1.12.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Punta Religione e Capo Passero

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre il 14,7% (2377 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo su fondo sabbioso con una profondità che varia da 19 a 36m; si riscontra inoltre un limite inferiore di tipo netto da substrato alla profondità di 14m.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione continua con un ricoprimento del 70%; si impianta su roccia e su *matte* e, solo nella stazione 41, sono state riscontrate una percentuale di ricoprimento a *matte* morta del 10% ed una percentuale di rizomi

plagiotropi del 60%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi e sabbia. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 41 con un'altezza inferiore ai 10cm e si riscontrano tutte e tre le tipologie di formazioni erosive (tabella 4.1.12.1).

Tabella 4.1.12.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
12	40	Continua	70	-	-	roccia-matte	marmite-canal intermatte-ancore	-	-
	41	Continua	70	10	60	roccia-matte	marmite-canal intermatte-ancore	massi-sabbia	<10

La densità dei fasci mostra valori medi comparabili tra le due stazioni, con un valore medio totale di $364,4 \pm 24,2$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è di circa 6 in entrambe le campagne; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 41 (122,0cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 41 nel corso della I campagna (11,6m²/m²); i valori più bassi si registrano nella stessa stazione nella II campagna (5,9m²/m²). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 40 (81,5%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 2,8 e 5,3% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1996 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $8,0 \pm 0,1$. L'allungamento dei rizomi raggiunge il valore più elevato nella stazione 41 ($9,1 \pm 0,4$ mm), mentre la produzione media annuale evidenzia valori leggermente più elevati nella stazione 40 ($0,110 \pm 0,008$ g ps/anno). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati negli anni lepidocronologici 2003 e 2004 con un indice di fioritura che va da 5,6 a 10,5%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.12.2 e nelle tabelle 4.1.12.2 e 4.1.12.3.

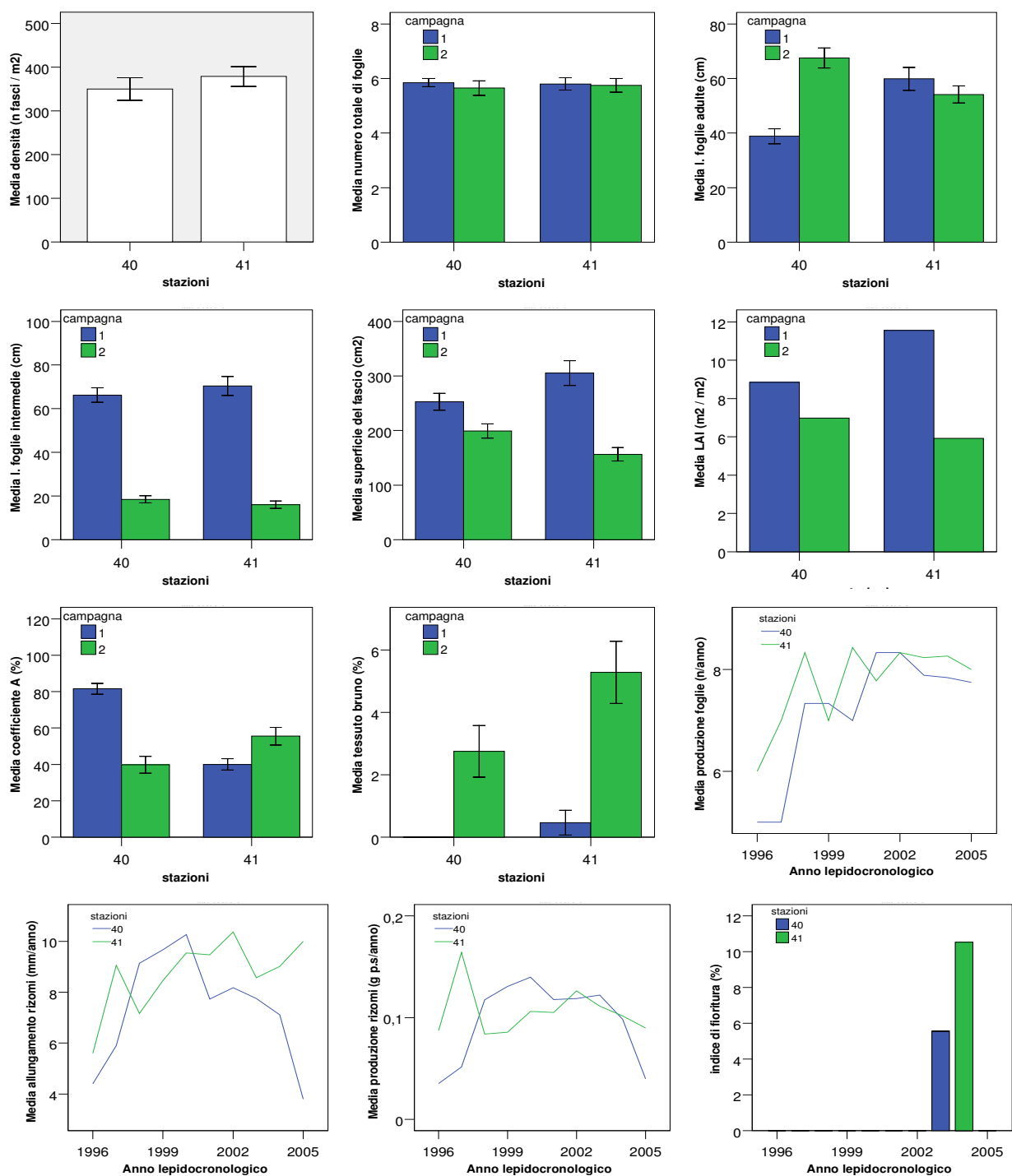


Figura 4.1.12.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.12.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
12	I	40	3,1 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	99,8
		41	3,0 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	122,0
	II	40	2,8 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	121,8
		41	2,9 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	121,5

Tabella 4.1.12.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
12	40	5,8 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,1	0,199 $\pm$ 0,060
	41	7,2 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	0,343 $\pm$ 0,089

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 12 presentano differenze nei livelli delle diverse variabili in corrispondenza della seconda campagna di campionamento. In particolare, nella stazione 41 (Punta Castellazzo) sono stati registrati livelli di trofismo superiori nel secondo prelievo. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 2,41 $\pm$ 0,31 e 6,43 $\pm$ 1,48%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,74 $\pm$ 0,07 e 3,76 $\pm$ 0,17 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,06 $\pm$ 0,05 e 4,35 $\pm$ 0,45 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili in entrambe le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area un equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 61,74 $\pm$ 3,67 e 1738,29 $\pm$ 139,86 μ g/g, dei Protidi tra 233,09 $\pm$ 60,94 e 5840,79 $\pm$ 93,90 μ g/g e dei Glucidi tra 634,69 $\pm$ 36,51 e 6051,40 $\pm$ 118,98. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,37 $\pm$ 0,12 e 1,12 $\pm$ 0,06. L'andamento di tale rapporto conferma un generale accumulo in tutto il tratto costiero di detrito refrattario.

La materia organica sedimentaria presenta, nella stazione 40, un arricchimento in ^{13}C nel corso della II campagna, il valore del $\delta^{13}\text{C}$ varia, infatti, da -22,06 $\pm$ 0,47‰ a -17,50 $\pm$ 0,44‰. Lo stesso andamento si registra nella stazione 41, in cui il valore del $\delta^{13}\text{C}$ varia da -19,73 $\pm$ 0,08‰ a -18,34 $\pm$ 0,22‰. Le stazioni comprese nel tratto costiero non mostrano notevoli variazioni del rapporto isotopico dell'azoto tra la I e la II campagna, quando si registra, in particolare un valore di 1,37 $\pm$ 0,32‰ e 2,68 $\pm$ 0,28‰, rispettivamente nella stazione 40 e 41.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.12.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Il tratto costiero 12 presenta densità meiobentoniche basse, comprese tra 224 ± 106 ind. 10 cm^{-2} (stazione 40, I campagna) e 47 ± 5 ind. 10 cm^{-2} (stazione 41, II campagna).

Il rapporto Ne/Co subisce un leggero incremento durante la II campagna in entrambe le stazioni, pur mantenendosi su valori bassi ($2,53 \pm 0,86$ e $5,59 \pm 4,25$, nella stazione 40 e 41 rispettivamente).

La figura 4.1.12.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

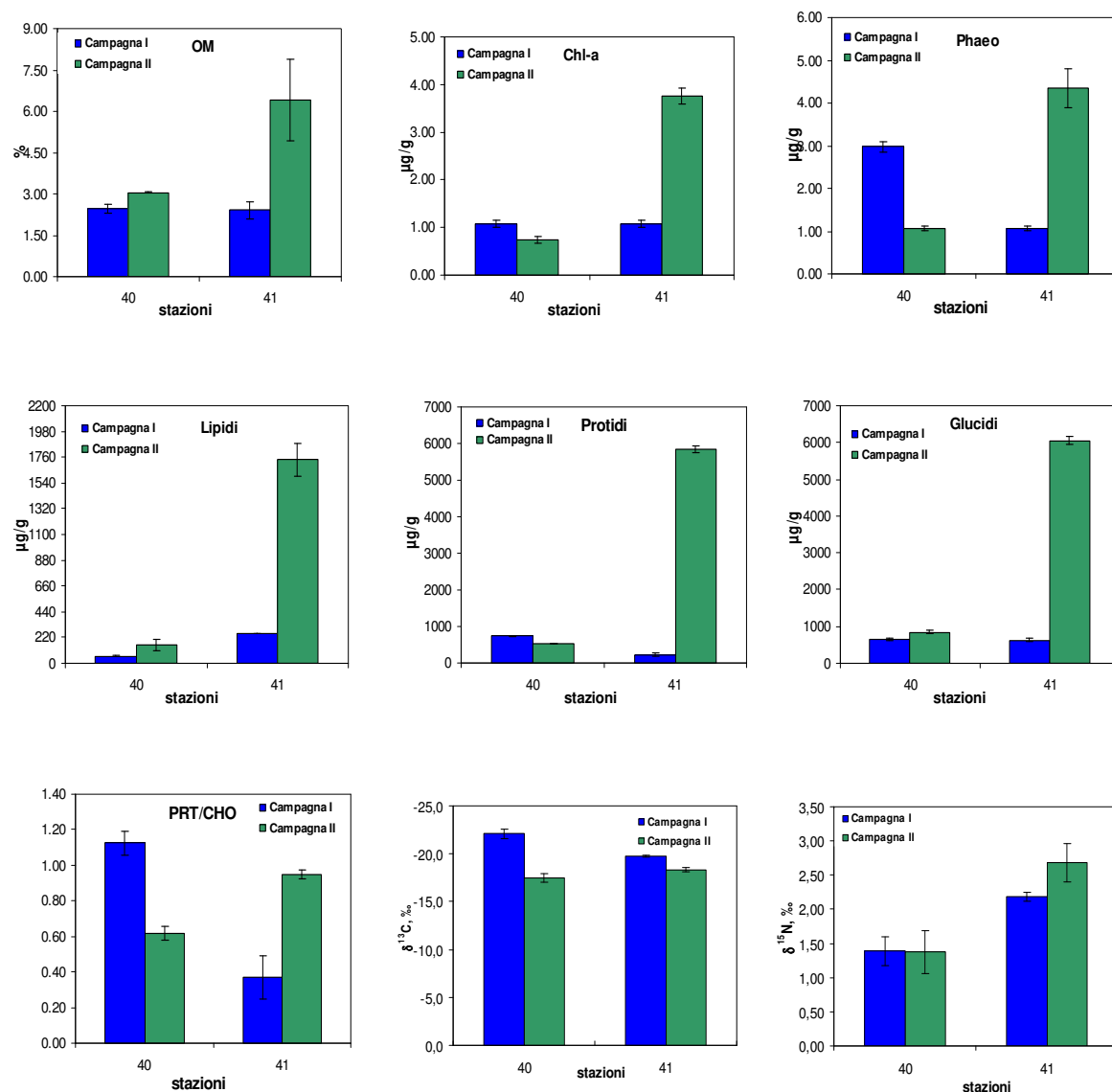


Figura 4.1.12.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

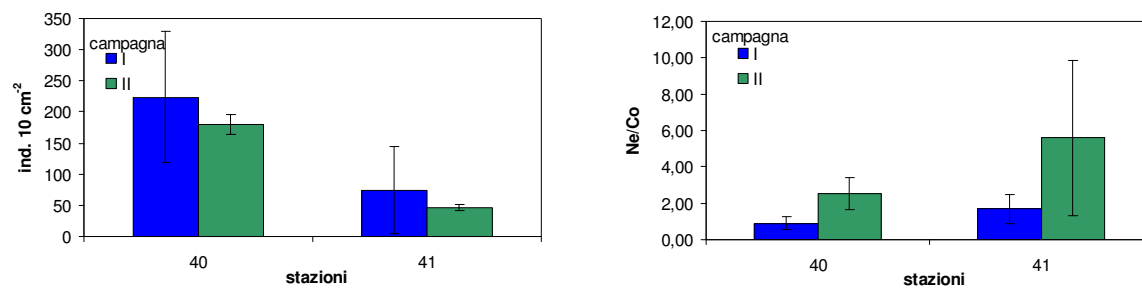


Figura 4.1.12.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.13 Tratto costiero 13 - da Capo Passero a Torre Vendicari

Il tratto costiero compreso tra Capo Passero e Torre Vendicari presenta caratteri naturalistici ed ecologici di estremo interesse e merita adeguati interventi di protezione e salvaguardia. A nord di Capo Passero la costa si presenta bassa, alternando spiagge sabbiose e piattaforme calcarenitiche interrotte da scogli isolati. In prossimità di Torre Vendicari si osserva, lungo la costa e subito dietro il cordone litoraneo, un vasto sistema di depressioni acquitrinose che costituiscono i pantani di Vendicari, area umida di estremo interesse naturalistico ed ecologico, sia come luogo di transito per l'avifauna migratoria che come luogo di nidificazione dell'avifauna stanziale. Gli stagni sono parzialmente collegati con il mare aperto, le acque sono salmastre con forti sbalzi di salinità nel corso delle stagioni. L'intera costa e l'area dei Pantani sono sottoposte a vincolo paesaggistico ed ospitano la riserva di Vendicari che, insieme al Biviere di Gela, è un'area umida inserita nella convenzione di Ramsar.

Nel tratto costiero sono state posizionate 5 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.13.1).

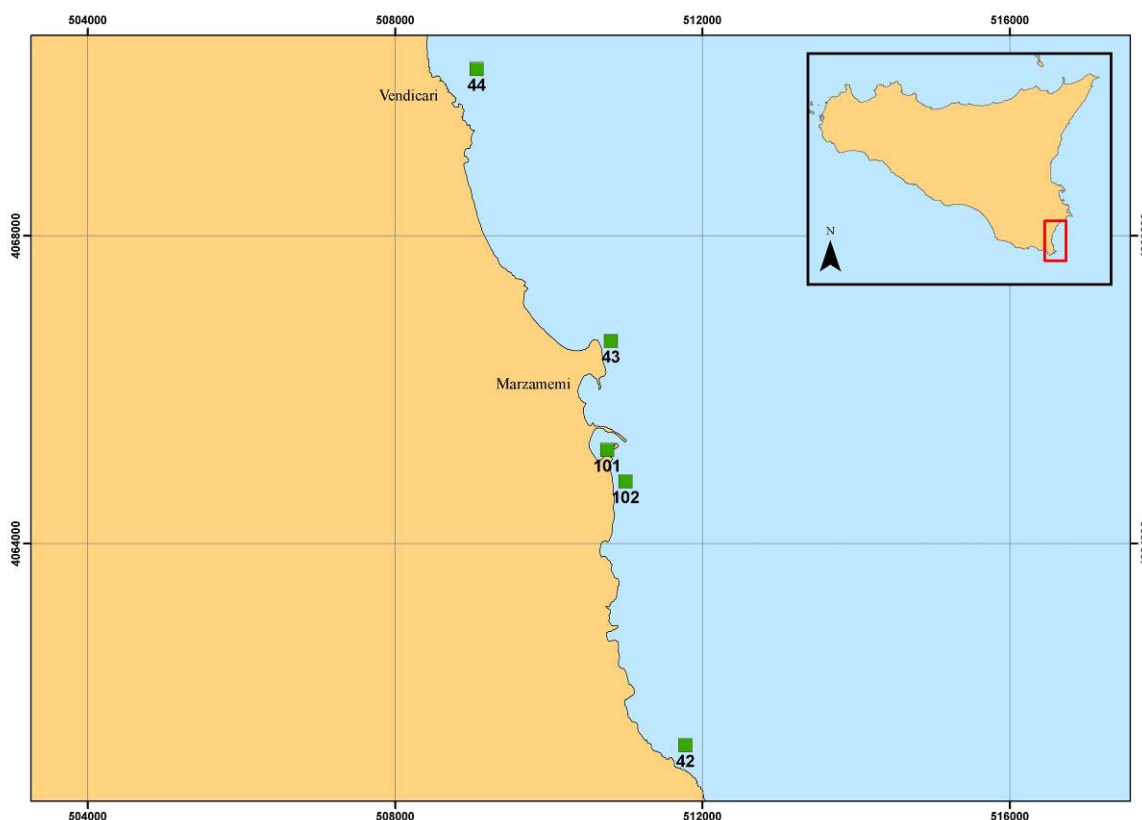


Figura 4.1.13.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Passero e Torre Vendicari

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre il 32% (2245 ha) dell'area di mare

compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo netto da substrato su roccia e concrezionamento biologico; la profondità del limite varia da 22 a 32m. Si rilevano anche limiti di tipo erosivo e progressivo su *matte* e sabbia.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione eterogenea; si impianta prevalentemente su sabbia e su *matte* ed ha un ricoprimento che oscilla tra 10 (stazione 101) e 90%. *Matte* morta è stata riscontrata solo nelle stazioni 42, 43 e 44 con valori rispettivamente di 5, 10 e 50% di ricoprimento. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta compresa tra 20 e 70%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti in quasi tutte le stazioni con un'altezza inferiore ai 10 cm (stazione 42) o compresa tra 10 e 20cm (stazioni 43 e 44). Formazioni erosive di tutte e tre le tipologie si riscontrano in tutte le stazioni tranne nella 101 (tabella 4.1.13.1).

Tabella 4.1.13.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
13	42	Radure	90	5	-	sabbia- <i>matte</i>	marmite-canali intermatte-ancore	sabbia-sabbia organogena	<10
	102	Chiazze	70	-	70	sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmite-ancore	massi-sabbia	-
	43	Continua	80	10	20	sabbia- <i>matte</i>	marmite-canali intermatte	sabbia-sabbia organogena	10-20
	101	Chiazze	10	-	-	fango	-	limo	-
	44	Chiazze	-	50	30	sabbia- <i>matte</i>	canali intermatte-ancore	massi-sabbia-sabbia organogena	10-20

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $235,0 \pm 11,5$ fasci/m² nella stazione 101, posta all'interno del Porto di Marzamemi, ad un massimo di $439,4 \pm 32,8$ fasci/m² nella stazione 44, situata invece all'interno di Vendicari. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,4 e 5,7 (I campagna) e tra 4,6 e 6,5 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 43 (123,5cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 44 nel corso della I campagna (11,2m²/m²); i valori più bassi si registrano nella stazione 101 nella II campagna (0,4 m²/m²). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 101 (86,3%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 3,2 e 8,8% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1988 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,5 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media

annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 44 ($12,2 \pm 0,5 \text{ mm}$ - $0,119 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$); nella stazione 101 si registrano invece i valori più bassi ($4,5 \pm 0,2 \text{ mm}$ - $0,023 \pm 0,001 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nelle stazioni 42 e 43 negli anni lepidocronologici 1998, 2004 e 2005 con un indice di fioritura che va da 5 a 16,7%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.13.2 e nelle tabelle 4.1.13.2 e 4.1.13.3.

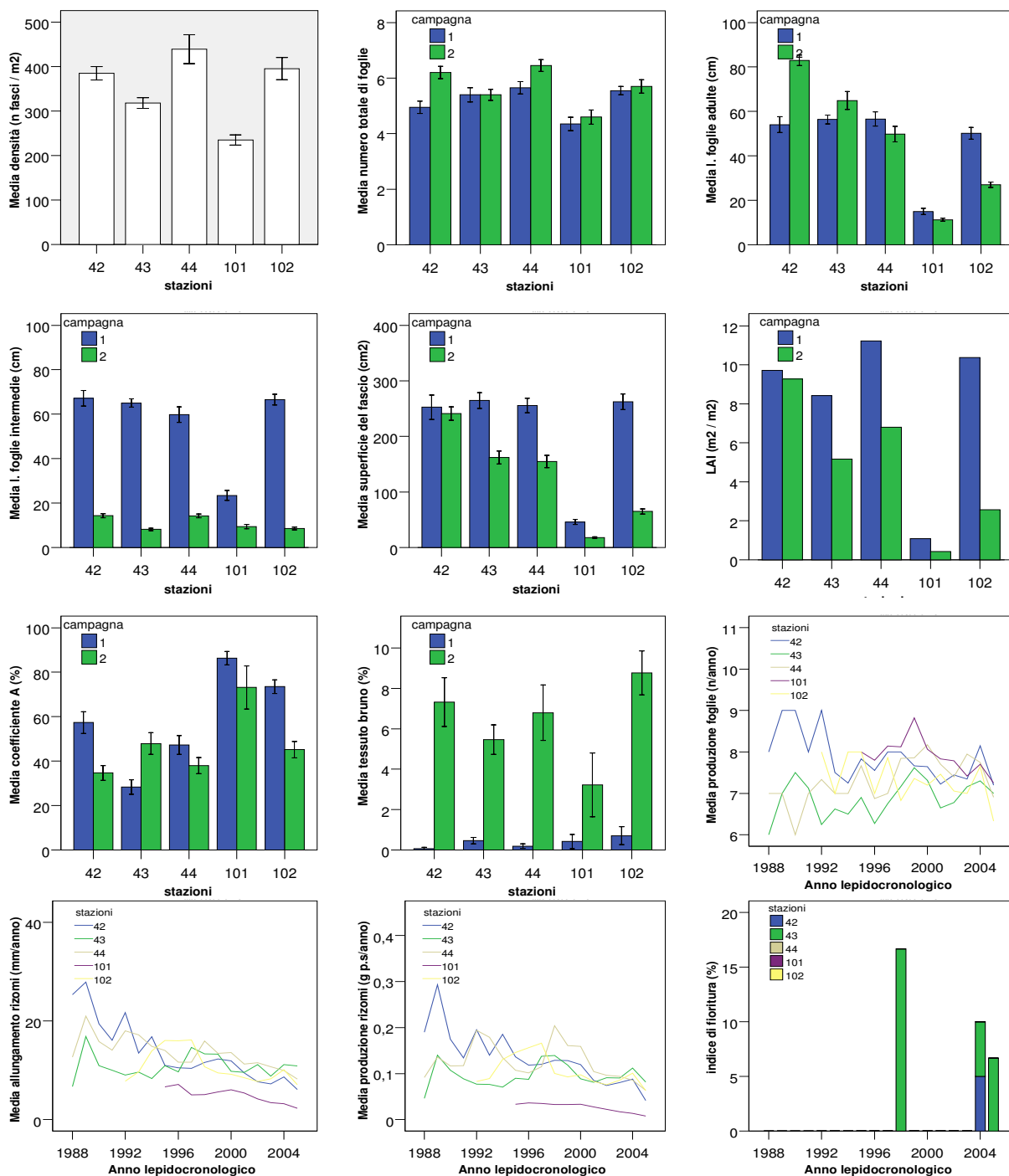


Figura 4.1.13.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.13.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
13	I	42	2,6 $\pm$ 0,1	2,4 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	119,6
		43	3,2 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	101,7
		44	2,9 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	107,4
		101	1,9 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	50,3
		102	2,8 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	104,1
	II	42	3,1 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	120,3
		43	3,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,2	1,3 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	123,5
		44	3,4 $\pm$ 0,2	1,9 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	105,6
		101	2,2 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,2	0,5 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,0	24,0
		102	2,5 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	41,4

Tabella 4.1.13.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
13	42	5,6 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,1	0,233 $\pm$ 0,037
	43	5,3 $\pm$ 0,2	4,7 $\pm$ 0,1	0,158 $\pm$ 0,028
	44	7,4 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	0,152 $\pm$ 0,027
	101	-	2,5 $\pm$ 0,1	0,035 $\pm$ 0,005
	102	4,0 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,1	0,081 $\pm$ 0,006

Indagini sui sedimenti

Nel tratto costiero 13 è possibile evidenziare livelli maggiori delle diverse variabili in corrispondenza della stazione 101 (Porto di Marzamemi), in cui le diverse variabili nella prima campagna di campionamento mostrano una situazione di elevato trofismo sedimentario. La stessa situazione non emerge a livello della stazione 102 (Scarico di Pachino), dove i livelli delle diverse variabili mostrano una condizione di modesto trofismo. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,70 $\pm$ 0,08 e 12,22 $\pm$ 1,42%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,83 $\pm$ 0,00 e 33,89 $\pm$ 1,46 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,66 $\pm$ 0,04 e 93,50 $\pm$ 7,18 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono nella seconda campagna superiori in tutte le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo in tale periodo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva in tutto il tratto costiero.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 26,00 $\pm$ 3,85 e 7083,56 $\pm$ 68,96 μ g/g, dei Protidi tra 299,00 $\pm$ 65,91 e 21585,98 $\pm$ 614,56 μ g/g e dei Glucidi tra 244,36 $\pm$ 117,72 e 20931,83 $\pm$ 148,91 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,33 $\pm$ 0,03 e 2,23 $\pm$ 0,73.



Il $\delta^{13}\text{C}$ della materia organica sedimentaria nel tratto costiero 13 varia da $-20,69 \pm 0,05\text{‰}$ (stazione 43) a $-17,64 \pm 0,16\text{‰}$ (stazione 101). Nel corso della II campagna si assiste ad un complessivo arricchimento in ^{13}C in tutte le stazioni considerate. Il valore del $\delta^{15}\text{N}$ varia nel corso della I campagna da $2,34 \pm 0,19\text{‰}$ (stazione 44) a $2,96 \pm 0,10\text{‰}$ (stazione 101). Nel corso della II campagna non si evidenziano notevoli variazioni ad eccezione delle stazioni 101 e 102 in cui si verifica un arricchimento in ^{15}N (rispettivamente $4,34 \pm 0,56\text{‰}$ e $4,04 \pm 0,37\text{‰}$).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.13.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Le stazioni comprese nel tratto costiero 13 presentano, soprattutto durante la I campagna, una distribuzione irregolare della comunità meiobentonica. L'abbondanza maggiore si registra nella stazione 101 (519 ± 157 ind. 10 cm^{-2}), mentre il picco minimo nella stazione 44 (58 ± 11 ind. 10 cm^{-2}). Durante la seconda campagna la densità meiobentonica varia da 74 ± 13 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 43 a 223 ± 60 ind. 10 cm^{-2} nella stazione 102.

I rapporti tra la densità dei nematodi e quella dei copepodi risultano simili nell'intero tratto costiero durante la I campagna variando tra $1,22 \pm 0,55$ e $1,54 \pm 0,83$ nelle stazioni 43 e 42 rispettivamente, mentre, durante la II campagna tali rapporti subiscono un incremento in tutte le stazioni considerate e mostrando, in particolare, un picco massimo nella stazione 42 ($4,42 \pm 3,43$).

La figura 4.1.13.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

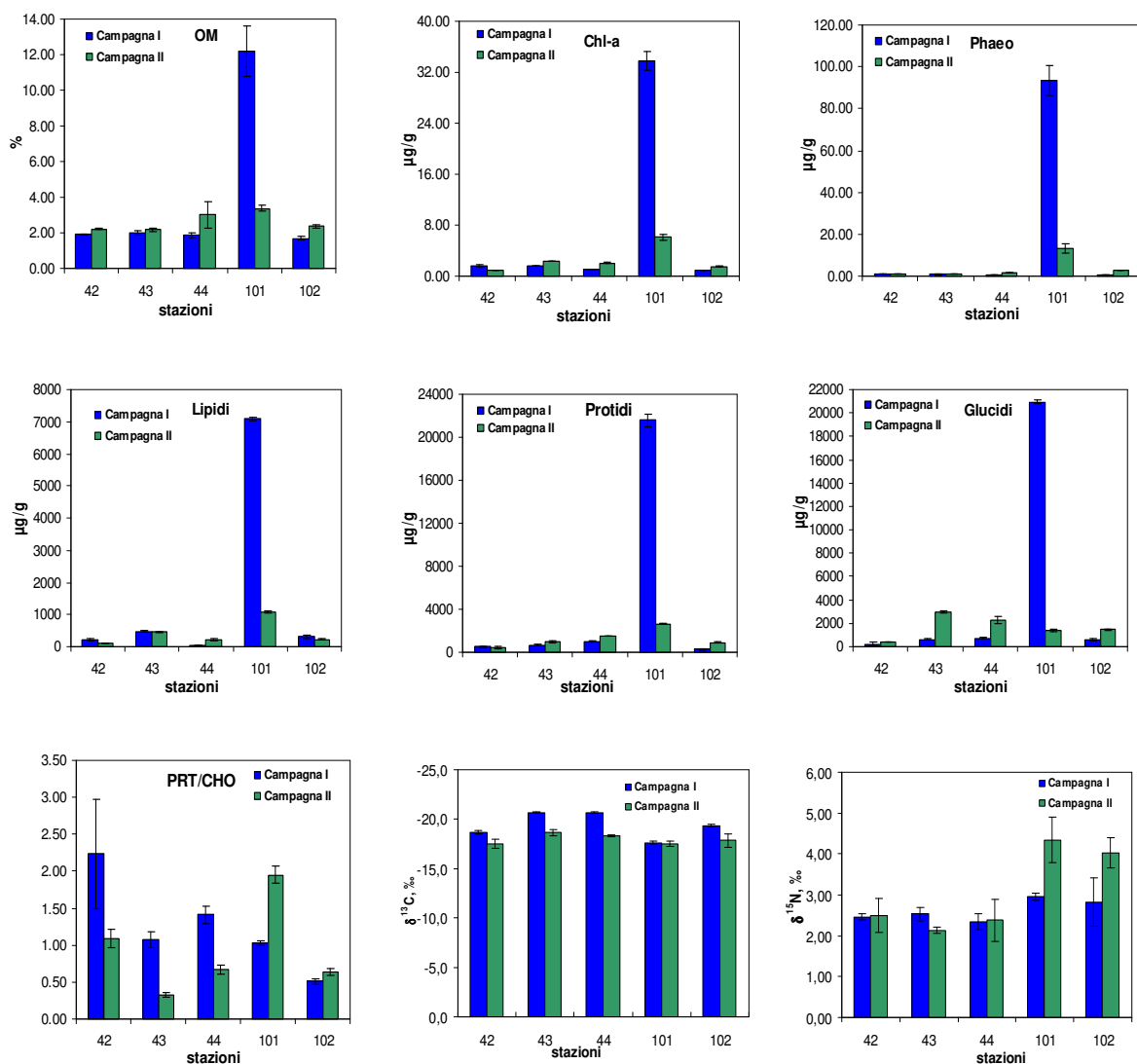


Figura 4.1.13.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

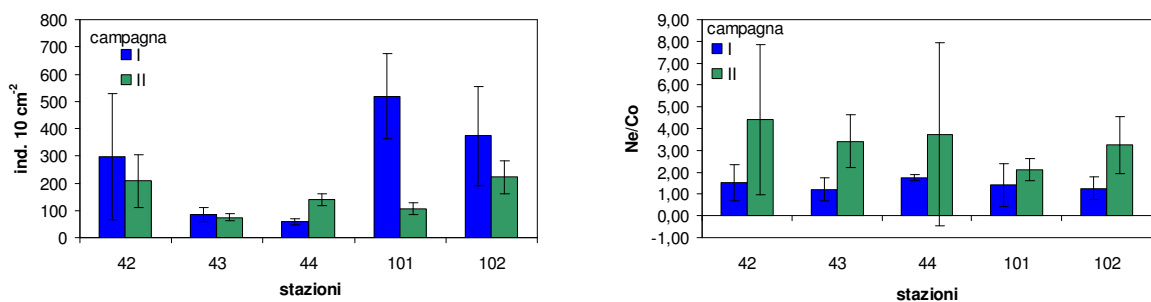


Figura 4.1.13.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.14 Tratto costiero 14 – da Torre Vendicari a Capo Murro di Porco

Il tratto costiero compreso tra Torre Vendicari e Capo Murro di Porco si sviluppa per circa 40 km ed è caratterizzato a nord da coste alte e rocciose con fondali che degradano velocemente a breve distanza dalla costa e a sud da estesi cordoni sabbiosi. Nel complesso il tratto costiero evidenzia buoni livelli di qualità ambientale ed igienico-sanitaria, ad eccezione di alcune aree in prossimità del centro abitato di Avola.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.14.1).

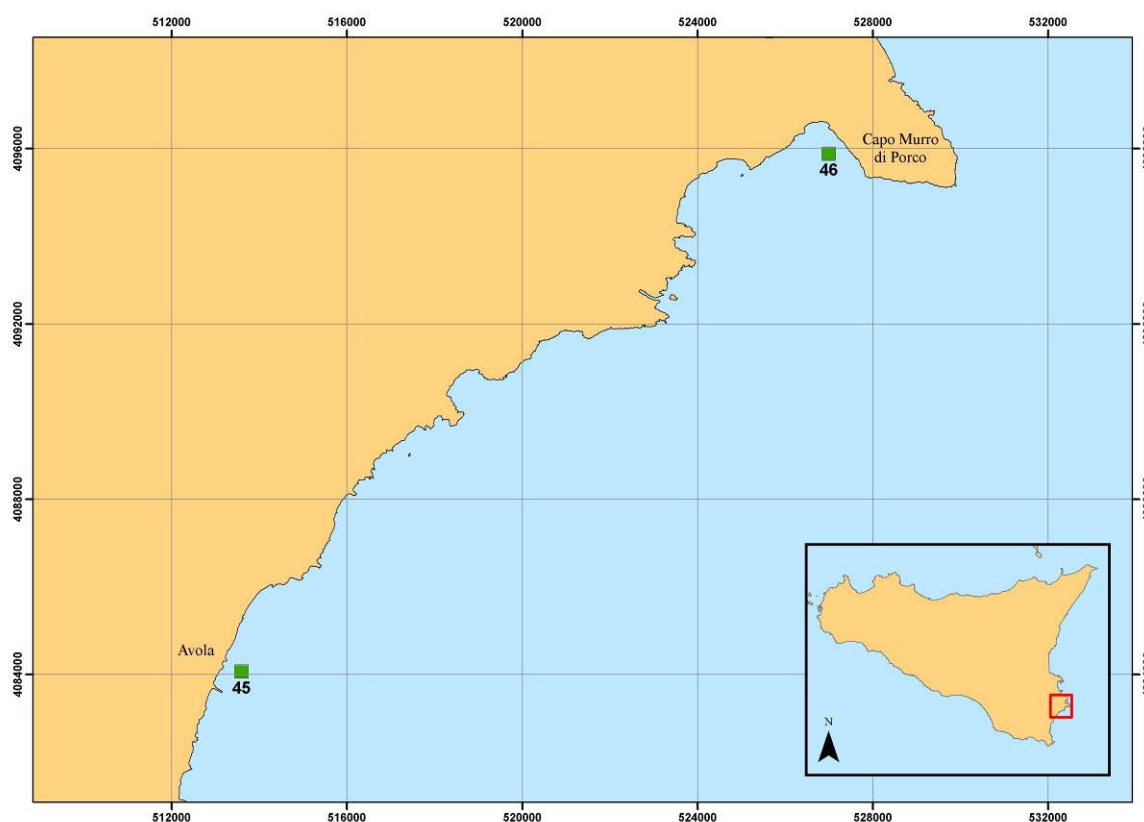


Figura 4.1.14.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Torre Vendicari e Capo Murro di Porco

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria presente nel tratto costiero ricopre circa il 53,9% (25446 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore, che varia dalla profondità di 23m a 35m, è principalmente di tipo progressivo su *matte* morta. Si rilevano anche limiti di tipo erosivo e netto su *matte* e roccia.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a radure nella stazione 45 e continua nella stazione 46; si impianta prevalentemente su roccia ed ha un ricoprimento del 70%.

Matte morta è stata riscontrata in entrambe le stazioni con valori di ricoprimento del 5-10%. La percentuale di rizomi plagiotropi è del 40-50%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi e sabbia. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 46 con un'altezza inferiore ai 10cm; si riscontrano formazioni erosive dovute principalmente alle attività di ancoraggio (tabella 4.1.14.1).

Tabella 4.1.14.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
14	45	Radure	70	5	50	roccia- <i>matte</i>	marmitte-ancore	massi-sabbia	-
	46	Continua	70	10	40	roccia	ancore	sabbia	<10

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $356,9 \pm 29,2$ fasci/m² nella stazione 46 ad un massimo di $620,6 \pm 42,4$ fasci/m² nella stazione 45. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,3 e 6,6; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 46 (125,9cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 45 nel corso della I campagna ($16,1 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 46 nella II campagna ($7,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 45 (62,5%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 8 e 10,8% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1990 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,4 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano valori simili nelle due stazioni ($10,5 \pm 0,4 \text{ mm}$ - $0,123 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nella stazione 45 nell'anno lepidocronologico 2004 con un indice di fioritura del 20%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.14.2 e nelle tabelle 4.1.14.2 e 4.1.14.3.

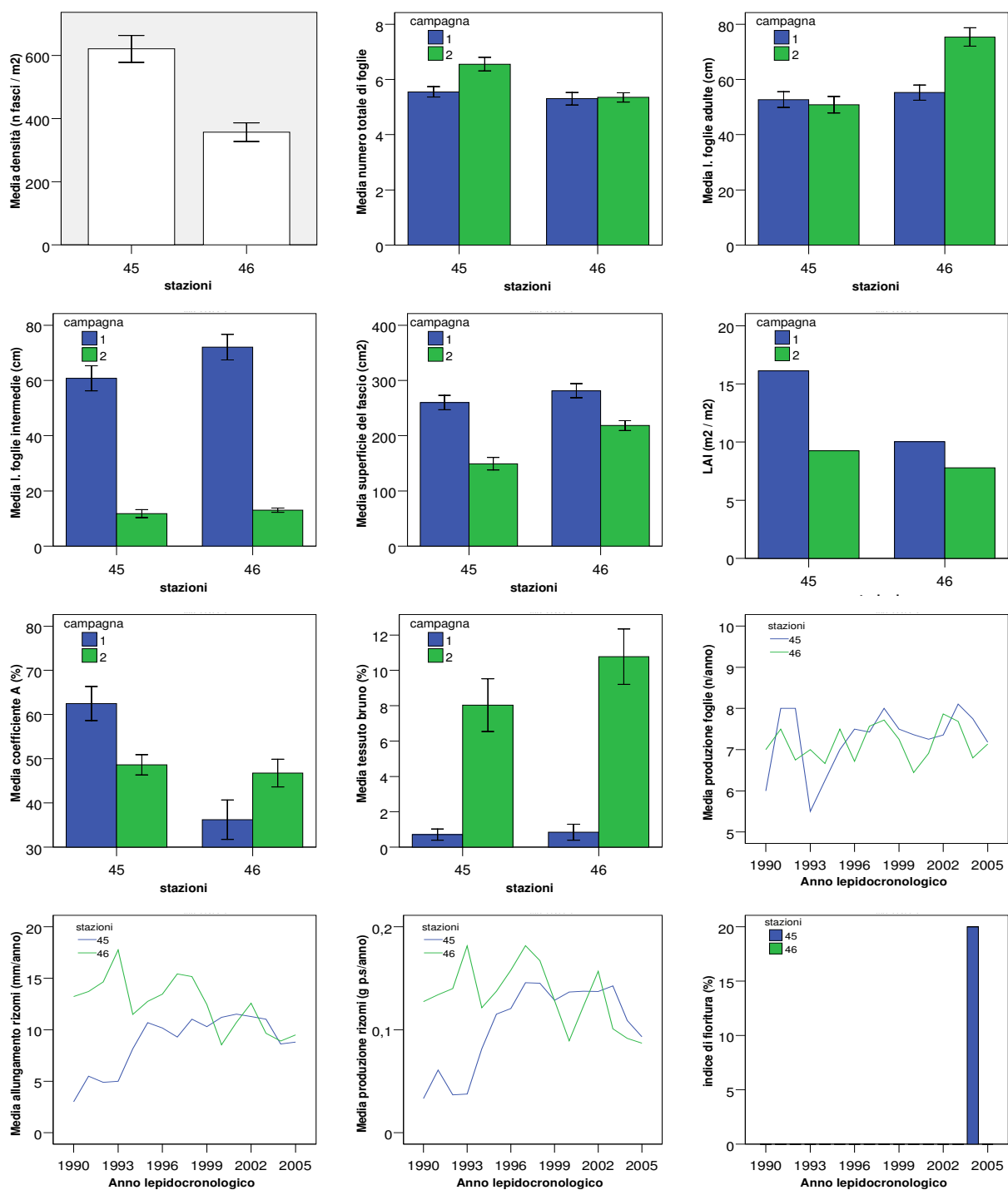


Figura 4.1.14.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.14.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
14	I	45	2,8 $\pm$ 0,1	2,8 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	111,7
		46	2,8 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,2	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	115,2
	II	45	3,2 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	86,2
		46	3,2 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	125,9

Tabella 4.1.14.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
14	45	9,0 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	0,198 $\pm$ 0,038
	46	7,9 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 0,1	0,186 $\pm$ 0,025

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 14 presentano differenze nei livelli delle diverse variabili nei due periodi di campionamento. In entrambe le stazioni sono stati registrati livelli di trofismo superiori nel secondo prelievo, ma in generale le diverse variabili mostrano valori superiori nei sedimenti della stazione 46 (Capo Murro di Porco). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,23 $\pm$ 0,23 e 2,04 $\pm$ 0,01%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 1,15 $\pm$ 0,02 e 4,66 $\pm$ 0,26 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,82 $\pm$ 0,07 e 1,77 $\pm$ 0,03 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori in entrambe le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area presenza di biomassa autotrofa microbentonica attiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 4,74 $\pm$ 1,01 e 263,63 $\pm$ 32,38 μ g/g, dei Protidi tra 264,03 $\pm$ 66,05 e 892,38 $\pm$ 113,62 μ g/g e dei Glucidi tra 584,49 $\pm$ 31,32 e 1672,03 $\pm$ 123,85 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,41 $\pm$ 0,01 e 0,72 $\pm$ 0,15. L'andamento di tale rapporto conferma un generale accumulo in tutto il tratto costiero di detrito refrattario.

Si registra, nelle stazioni comprese nel tratto costiero 14, un arricchimento in ^{13}C nel corso della II campagna, quando il $\delta^{13}\text{C}$ varia da -20,40 $\pm$ 0,33‰ (stazione 45) a -17,90 $\pm$ 0,34‰ (stazione 46).

Il $\delta^{15}\text{N}$ della materia organica sedimentaria varia nel corso della I campagna da 2,92 $\pm$ 0,13‰ (stazione 45) a 2,44 $\pm$ 0,24‰ (stazione 46), mentre durante la II campagna si verifica un arricchimento in ^{15}N ed il rapporto isotopico massimo si registra nella stazione 46 (3,68 $\pm$ 0,19‰).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel

tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.14.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La comunità meiobentonica del tratto costiero 14 varia tra un massimo di 196 ± 4 ind. 10 cm^{-2} registrato nella stazione 46 (I campagna) ad un minimo di 69 ± 0 ind. 10 cm^{-2} della stazione 46 (II campagna).

Il rapporto Ne/Co presenta il picco minimo nella stazione 46 ($0,26 \pm 0,04$, I campagna), mentre subisce un incremento durante la II campagna, mostrando nella stazione 45 il valore massimo ($3,01 \pm 1,83$).

La figura 4.1.14.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

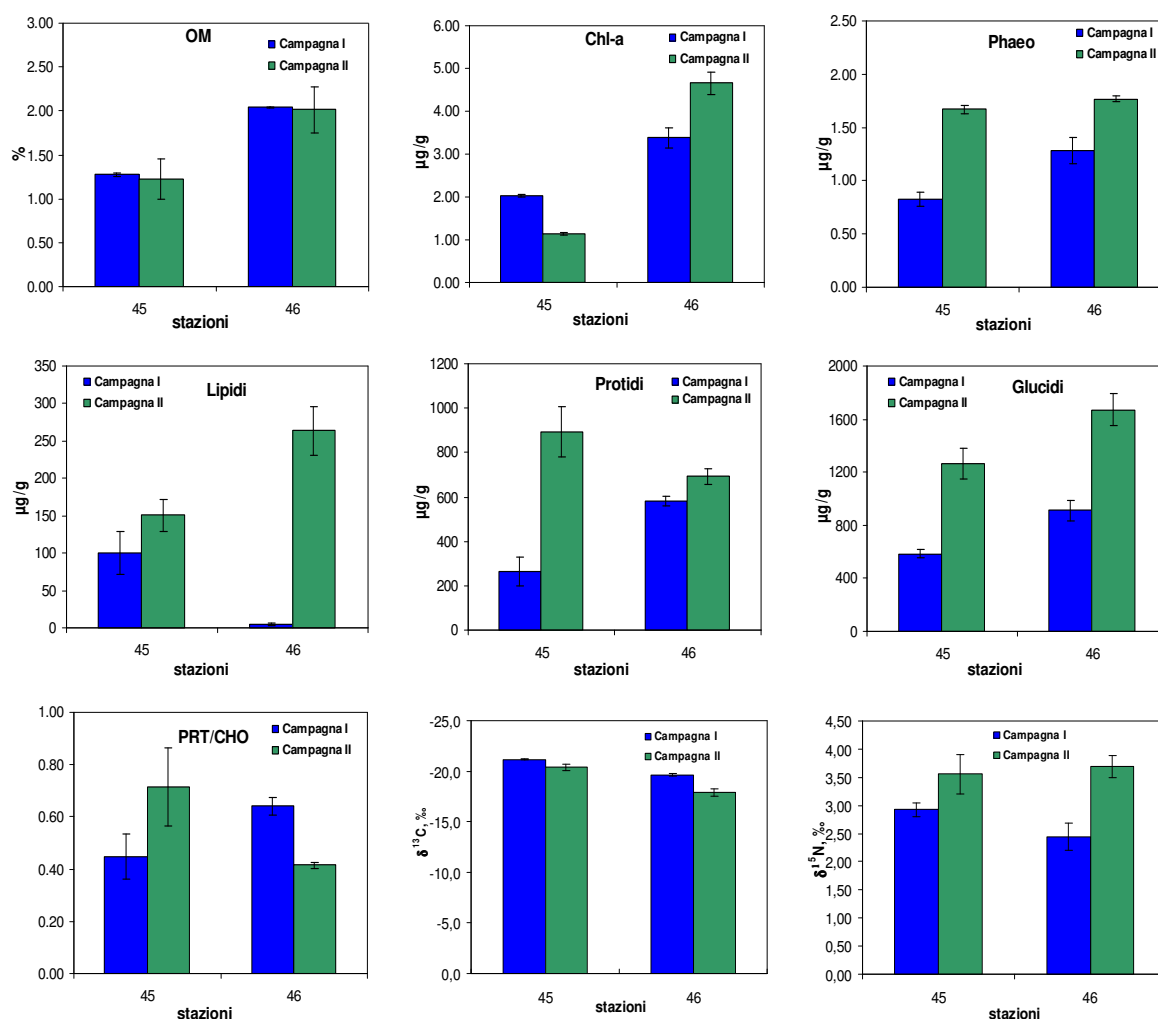


Figura 4.1.14.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

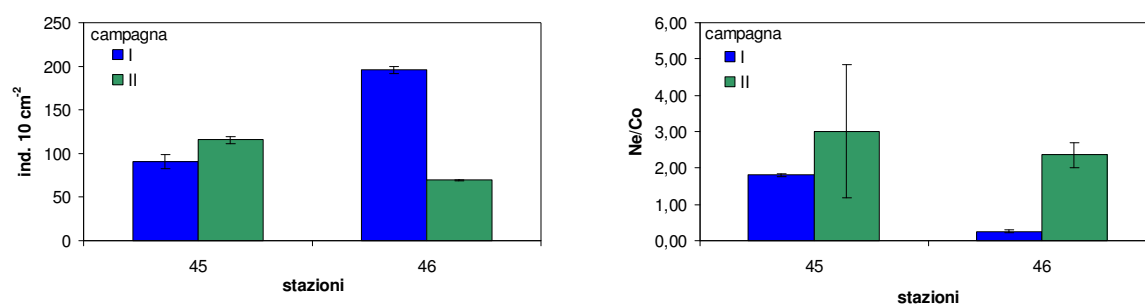


Figura 4.1.14.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.15 Tratto costiero 15 - da Capo Murro di Porco a Capo Santa Panagia

Il tratto costiero che si estende da Capo Murro di Porco a Capo Santa Panagia e si sviluppa per circa 30 km è interessato da un forte afflusso turistico ed è caratterizzato dalla presenza di un grosso agglomerato urbano rappresentato dal comune di Siracusa. Gli insediamenti industriali sono relativamente modesti se comparati a quelli dell'area Augusta-Priolo-Melilli ed i settori principali sono quelli meccanico, di carpenteria metallica, di cavi elettrici e minerario per l'estrazione e la lavorazione di sali potassici e fosfatici. Nella pratica agricola dominano gli agrumeti, i vigneti e le colture ortofrutticole.

Nel tratto costiero è stata posizionata 1 stazione (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.15.1).

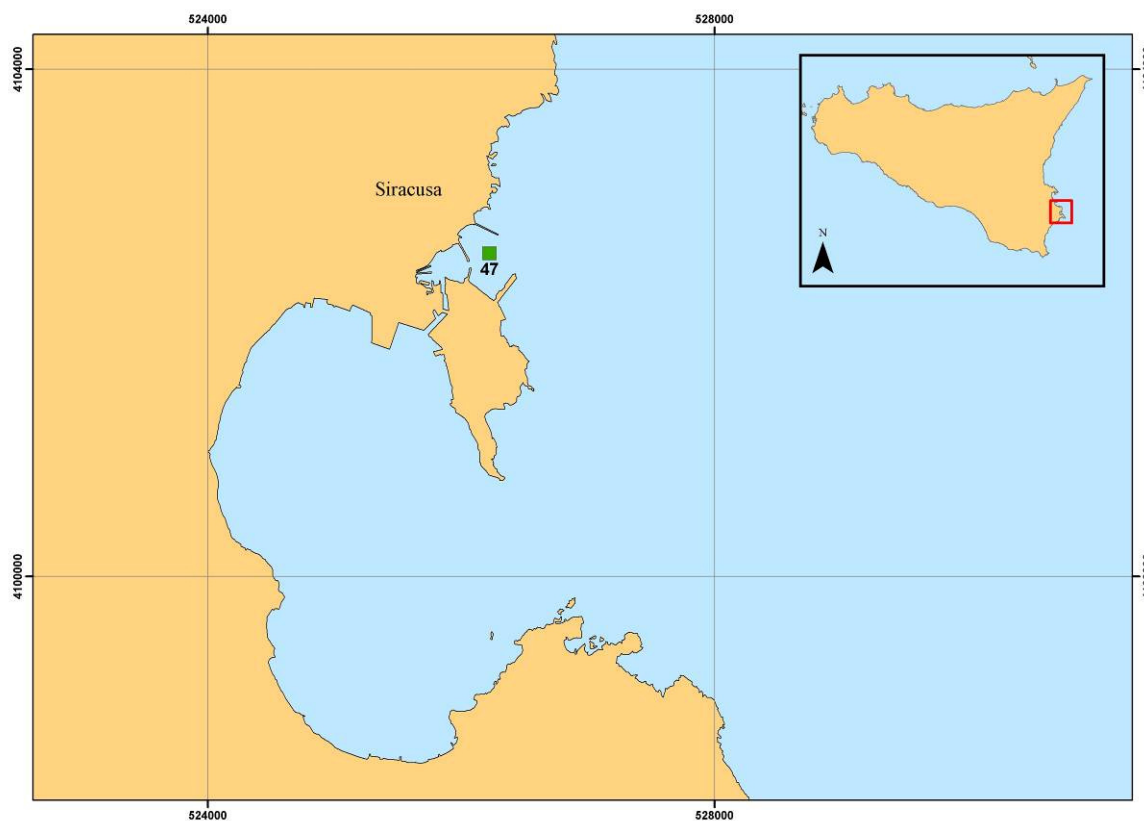


Figura 4.1.15.1 – Ubicazione della stazione nel tratto costiero tra Capo Murro di Porco e Capo Santa Panagia

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 26,4% (475 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m (AA. VV., 2002). In letteratura non sono stati riscontrati dati sul limite inferiore.

Nella stazione analizzata la prateria è caratterizzata da una distribuzione a radure e si impianta su

roccia, con un ricoprimento del 50%. La percentuale di rizomi plagiotropi è del 70%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, ghiaia e sabbia. *Ripple marks* sono presenti con un'altezza inferiore ai 10cm, mentre non si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.15.1).

Tabella 4.1.15.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Sub. d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
15	47	Radure	50	-	70	roccia	-	massi-ghiaia-sabbia	<10

La densità dei fasci risulta in media molto elevata con un valore di $700,0 \pm 37,7$ fasci/m². Il numero medio annuale di foglie per fascicolo fogliare è 4,7; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna (116cm). L'indice di area fogliare mostra valori simili nelle due campagne (8,5 e 7,8m²/m² rispettivamente). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna (86,4%), mentre il tessuto bruno oscilla tra il valore di 3,3% nella I campagna e 6,4% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1990 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,2 \pm 0,1$. L'allungamento e la produzione media annuale dei rizomi mostrano valori di $5,6 \pm 0,2$ mm e $0,062 \pm 0,004$ g ps/anno. Non sono stati rilevati eventi riproduttivi sessuati nell'intervallo temporale esaminato.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.15.2 e nelle tabelle 4.1.15.2 e 4.1.15.3.

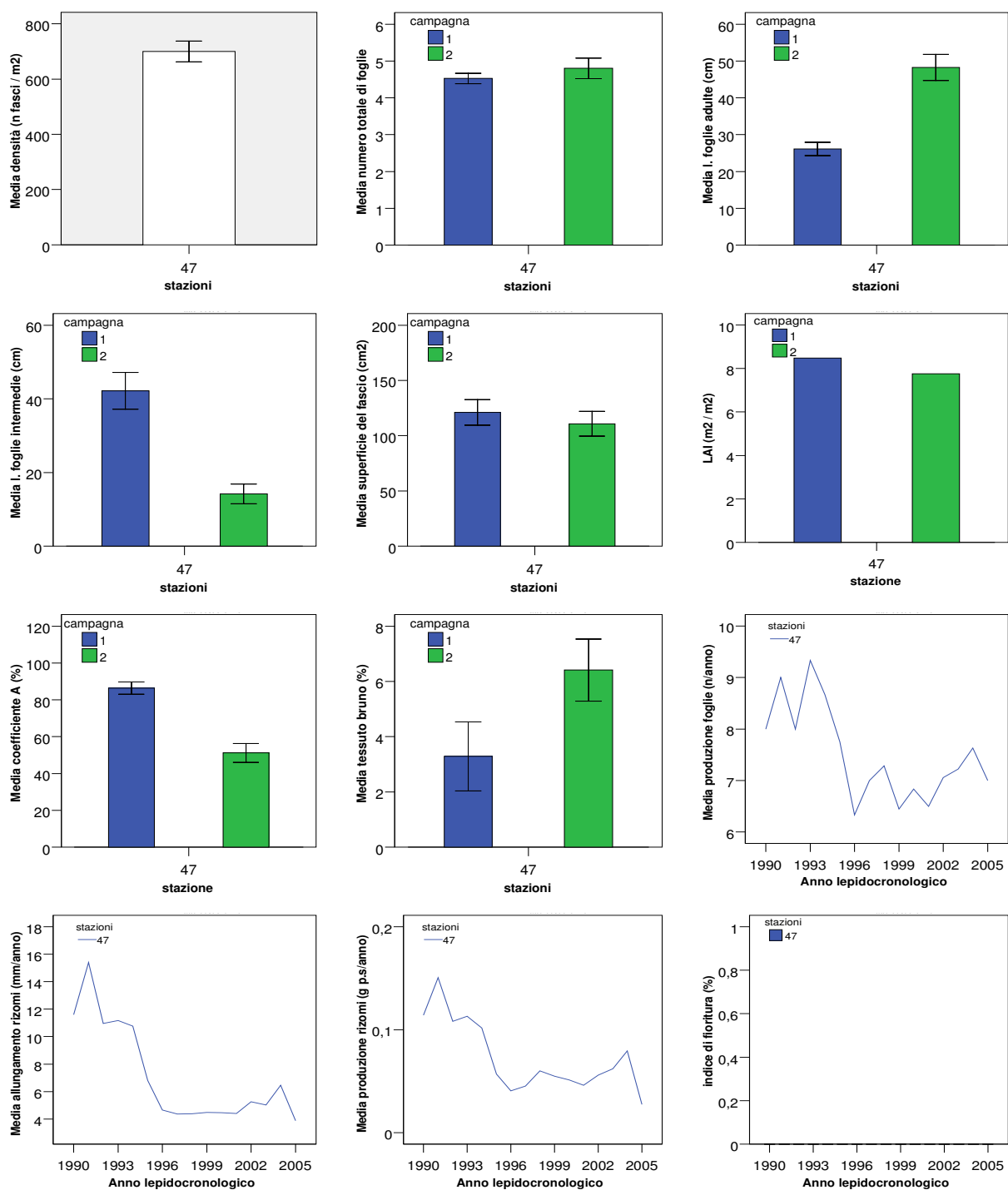


Figura 4.1.15.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.15.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
15	I	47	2,6 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	116,0
	II	47	2,3 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	82,6

Tabella 4.1.15.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
15	47	3,3 $\pm$ 0,0	3,1 $\pm$ 0,1	0,093 $\pm$ 0,028

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 47, unica del tratto costiero 15, pur non evidenziandosi processi di elevato trofismo è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,34 $\pm$ 0,06 e 2,14 $\pm$ 0,18%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 2,74 $\pm$ 0,12 e 3,46 $\pm$ 0,09 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,93 $\pm$ 0,06 e 1,92 $\pm$ 0,10 μ g/g. I livelli di questa variabile sono inferiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica attiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 239,18 $\pm$ 16,70 e 361,05 $\pm$ 24,12 μ g/g, dei Protidi tra 326,35 $\pm$ 18,88 e 420,48 $\pm$ 28,14 μ g/g e dei Glucidi tra 35,65 $\pm$ 90,72 e 798,61 $\pm$ 95,16 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,53 $\pm$ 0,11 e 0,95 $\pm$ 0,17, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di detrito refrattario nell'area.

La stazione 47 mostra un leggero incremento del rapporto isotopico del carbonio nel corso della II campagna (rispettivamente da -19,01 $\pm$ 0,30‰ a -18,37 $\pm$ 0,27‰). Il valore del $\delta^{15}\text{N}$ presenta simili valori nel corso delle due campagne (rispettivamente 3,45 $\pm$ 0,17‰ e 3,22 $\pm$ 0,13‰).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.15.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica nella stazione 47 varia da 220 $\pm$ 170 ind. 10 cm⁻² (I campagna) a 175 $\pm$ 60 ind. 10 cm⁻² (II campagna).

Il rapporto Ne/Co subisce un incremento dalla I alla II campagna variando da $0,34 \pm 0,18$ a $5,57 \pm 1,64$.

La figura 4.1.15.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

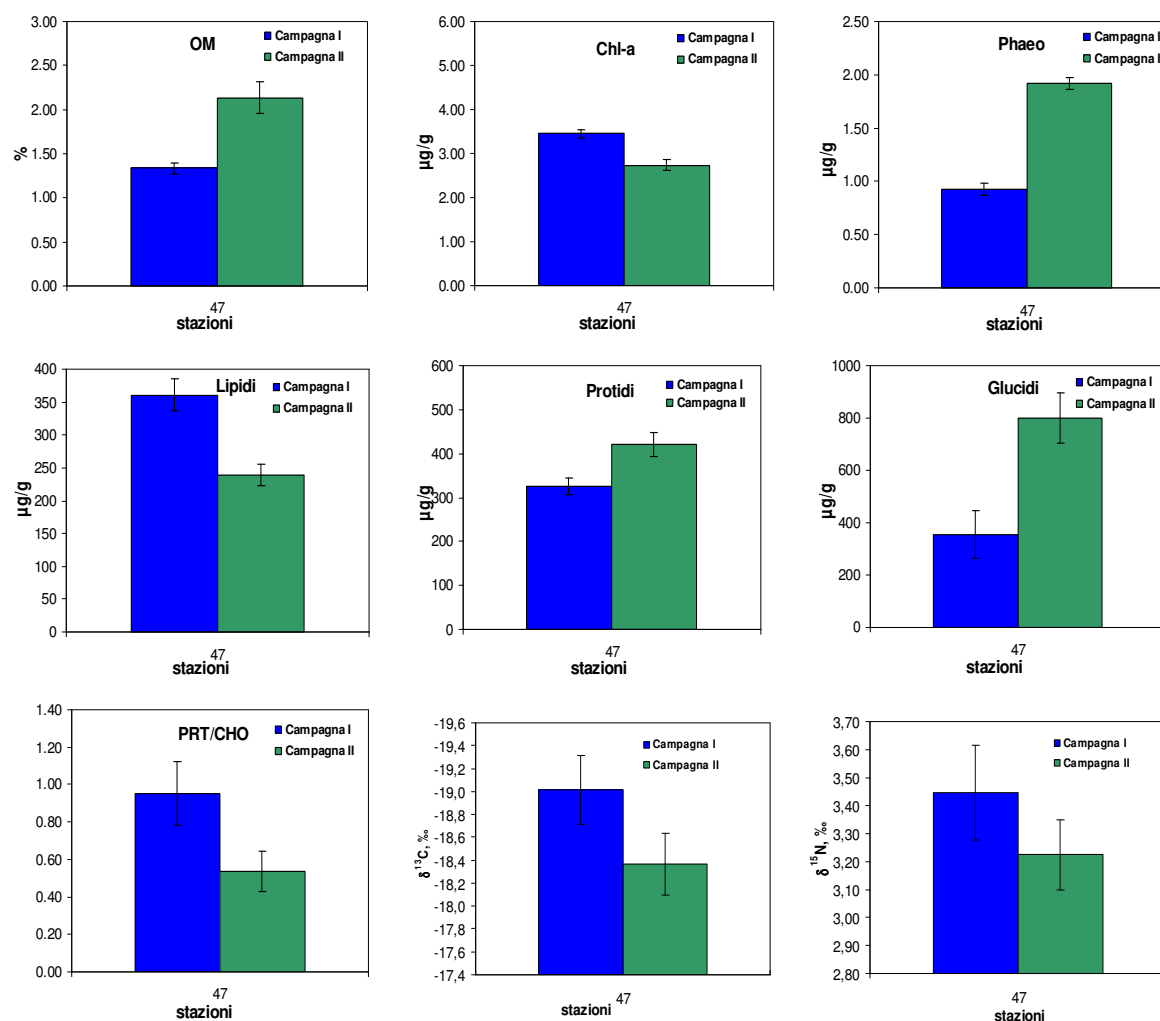


Figura 4.1.15.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

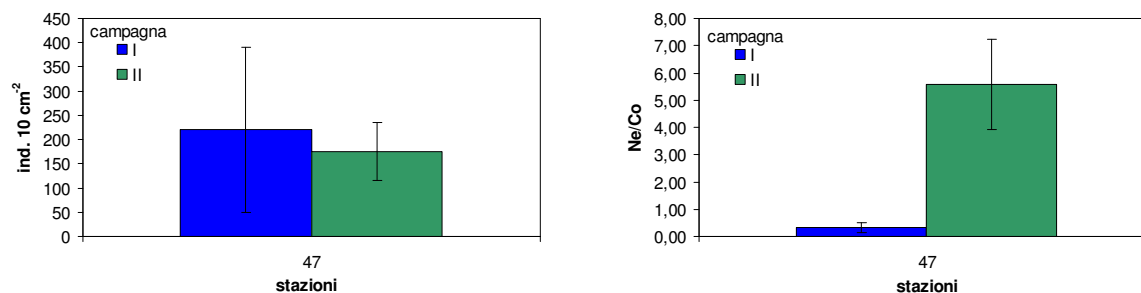


Figura 4.1.15.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.16 Tratto costiero 16 - da Capo Santa Panagia a Capo Santa Croce

Il tratto costiero compreso tra Capo Santa Panagia e Capo Santa Croce coincide con il Golfo di Augusta, un'ampia insenatura naturale con uno sviluppo costiero di circa 30 km. Nella zona Nord-Est si trova l'insediamento urbano della città di Augusta, mentre lungo la costa posta ad Ovest, oltre agli insediamenti industriali, sfociano diversi corsi d'acqua stagionali con modesti apporti di acqua dolce. Il bacino può considerarsi come un'area complessa in quanto in essa si svolgono delle intense attività antropiche che possono essere fonte di differenti fenomeni inquinanti. Infatti, oltre agli imponenti scarichi industriali, bisogna considerare gli scarichi di tipo civile ed agricolo, veicolati dai corsi d'acqua superficiali presenti nell'area del bacino imbrifero. Il tratto costiero ospita al proprio interno la Rada di Augusta, struttura portuale la cui costruzione è avvenuta in concomitanza con quella di diversi stabilimenti industriali per la produzione di sostanze chimiche e petrolchimiche. Malgrado la presenza di un grosso impianto di depurazione, quantità significative di reflui prodotti dagli impianti petrolchimici e dai comuni di Melilli e Priolo vengono ancora recapitate in Rada.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.16.1).

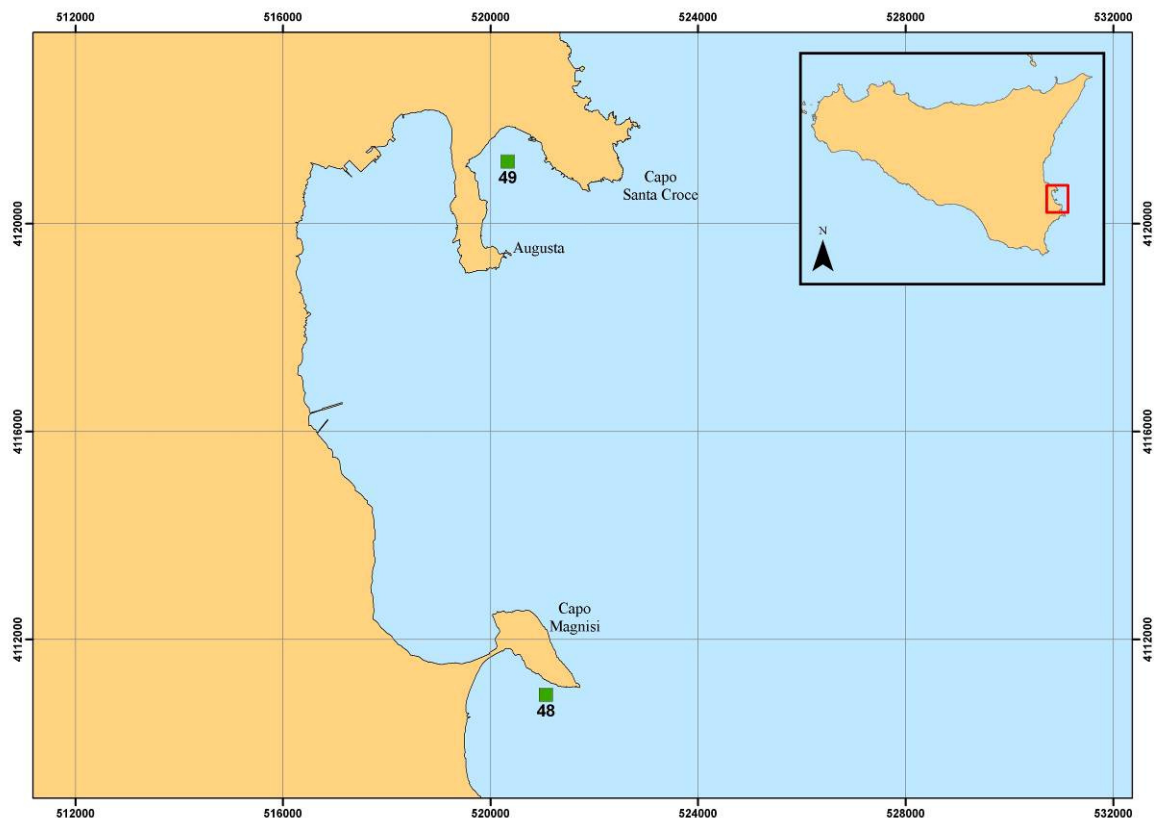


Figura 4.1.16.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Santa Panagia e Capo Santa Croce

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 36,2% (2965 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). In letteratura non sono stati riscontrati dati sul limite inferiore.

La prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze nella stazione 48 e a radure nella stazione 49; si impianta prevalentemente su *matte* ed ha un percentuale di rizomi rizomi plagiotropi dell'80%. Un ricoprimento del 75% è stato osservato nella stazione 49, dove sono state inoltre riscontrate percentuali di *matte* morta del 15%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, ghiaia, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti in entrambe le stazioni con un'altezza inferiore ai 10cm, mentre si riscontrano formazioni erosive esclusivamente nella stazione 49 (tabella 4.1.16.1).

Tabella 4.1.16.1 – Principali caratteristiche fisiografiche.

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
16	48	Chiazze	-	-	80	<i>matte</i>	-	massi-ghiaia-sabbia	<10
	49	Radure	75	15	80	<i>matte</i>	marmite-canali intermatte	sabbia-sabbia organogena	<10

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $363,1 \pm 20,4$ fasci/m² nella stazione 49 ad un massimo di $560,6 \pm 32,1$ fasci/m² nella stazione 48. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare mostra valori simili nelle due stazioni per entrambe le campagne con valori minimi nella I (4,8) e valori massimi nella II (5,2); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 49 (112,3cm). L'indice di area fogliare mostra il valore più elevato nella stazione 48 nel corso della I campagna ($11,1 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stessa stazione nella II campagna ($4,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il valore più elevato di coefficiente "A" è stato calcolato nella I campagna nella stazione 48 (85,8%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 4,7 e 9,3% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1988 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente evidenzia valori simili nelle due stazioni analizzate ($8,3 \pm 0,1$ e $7,8 \pm 0,1$, rispettivamente). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 48 ($14,4 \pm 0,8 \text{ mm}$ - $0,139 \pm 0,008 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati solo nella stazione 48 negli anni lepidocronologici 1999, 2000 e 2004 con indici di fioritura che variano da 8,3 a 25%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.16.2 e nelle tabelle 4.1.16.2 e 4.1.16.3.

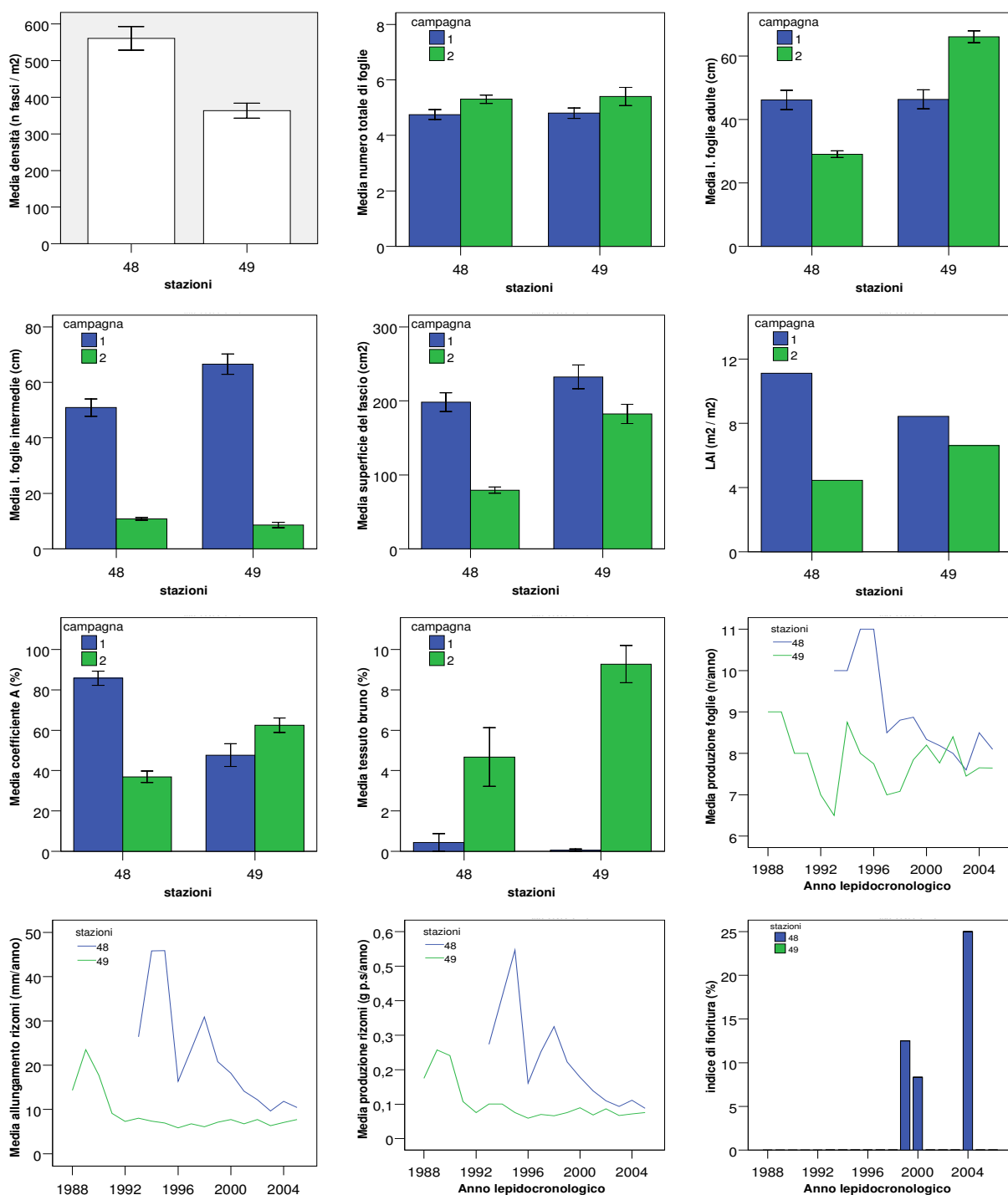


Figura 4.1.16.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.16.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
16	I	48	2,6 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	84,8
		49	2,4 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	99,2
	II	48	2,4 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	42,1
		49	3,1 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	112,3

Tabella 4.1.16.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
16	48	7,3 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,1	0,147 $\pm$ 0,019
	49	5,8 $\pm$ 0,1	3,9 $\pm$ 0,1	0,132 $\pm$ 0,021

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 16 presentano differenze nei livelli delle diverse variabili tra i due periodi di campionamento. In entrambe le stazioni sono stati registrati livelli di trofismo superiori nel primo prelievo, ma in generale le diverse variabili mostrano valori superiori nei sedimenti della stazione 49 (Rada di Augusta). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,46 $\pm$ 0,07 e 2,82 $\pm$ 0,05%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,50 $\pm$ 0,03 e 7,05 $\pm$ 0,29 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,72 $\pm$ 0,04 e 2,81 $\pm$ 0,15 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori in entrambe le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area presenza di biomassa autotrofa microbentonica attiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 194,40 $\pm$ 30,44 e 321,61 $\pm$ 8,36 μ g/g, dei Protidi tra 298,97 $\pm$ 34,36 e 1727,84 $\pm$ 50,90 μ g/g e dei Glucidi tra 109,05 $\pm$ 64,24 e 2243,46 $\pm$ 55,10 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,52 $\pm$ 0,03 e 5,29 $\pm$ 2,92. L'andamento di tale rapporto mostra nel primo periodo di prelievo un accumulo di detrito proteico in corrispondenza dei sedimenti della stazione 48 (Marina di Melilli).

Le stazioni comprese nel tratto costiero 16 presentano, per quanto riguarda il $\delta^{13}\text{C}$ valori e andamento simili nel corso delle due campagne. In particolare, si registra, per la stazione 48 un valore pari a -18,24 $\pm$ 0,08‰ e -17,42 $\pm$ 0,22‰, rispettivamente durante la I e la II campagna.

Il rapporto isotopico dell'azoto mostra valori sovrapponibili nelle due stazioni durante la I campagna (3,49 $\pm$ 0,22‰), per poi variare da 2,31 $\pm$ 0,18‰ a 3,27 $\pm$ 0,28‰, nel corso della II



campagna rispettivamente nella stazione 48 e 49.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.16.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La stazione 48 mostra elevata variabilità dei valori di densità meiobentonica nel corso delle due campagne. In particolare, l'abbondanza della meiofauna risulta maggiore durante la II campagna (828 ± 158 ind. 10 cm^{-2}). La stazione 49 mostra, invece, valori più omogenei nel corso delle due campagne.

Il rapporto Ne/Co presenta valori molto bassi durante la I campagna nella stazione 48 ($0,77 \pm 0,04$), mentre nel periodo di campionamento successivo subisce un incremento ($11,50 \pm 6,03$ ind. 10 cm^{-2}).

La figura 4.1.16.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

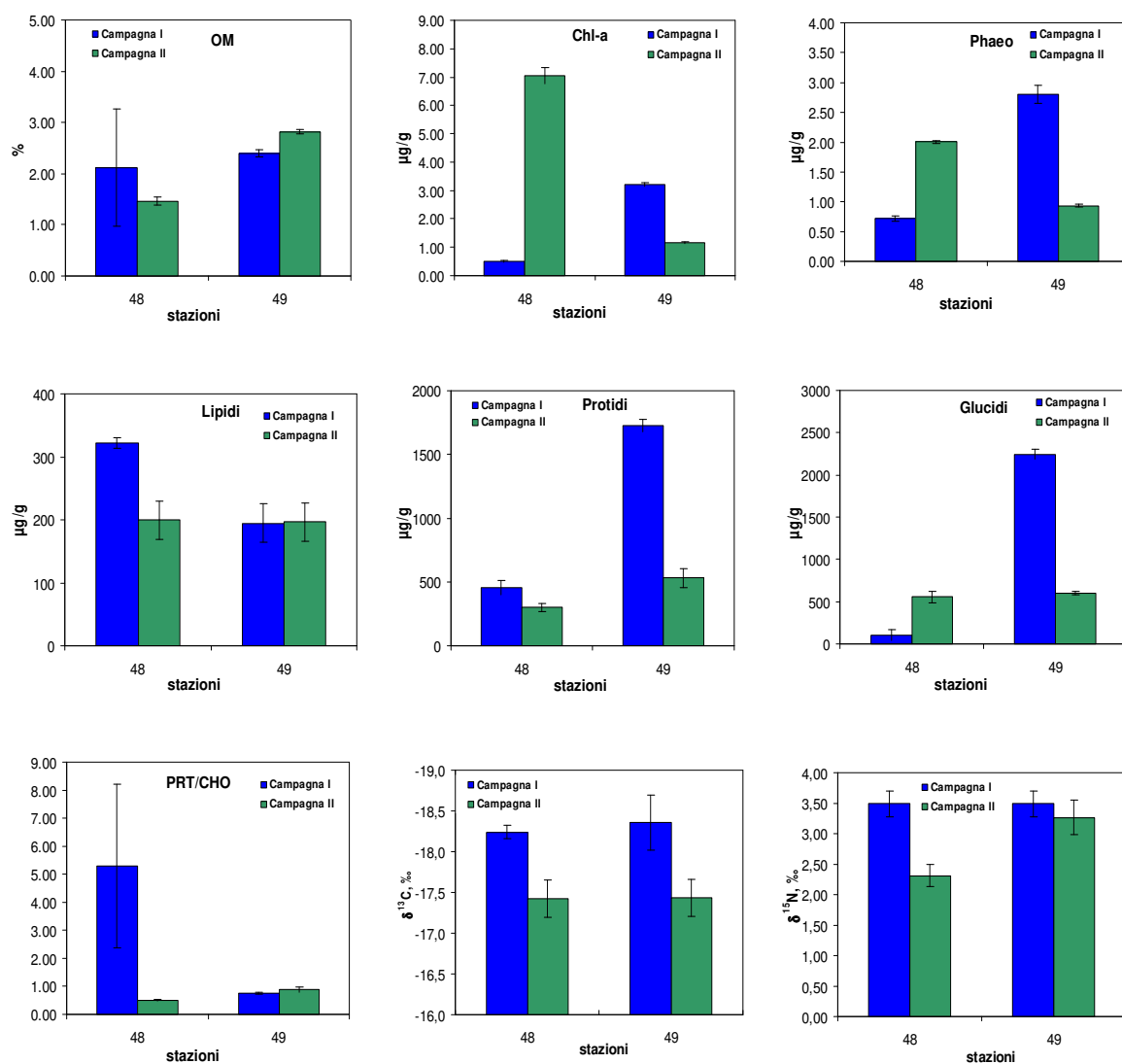


Figura 4.1.16.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

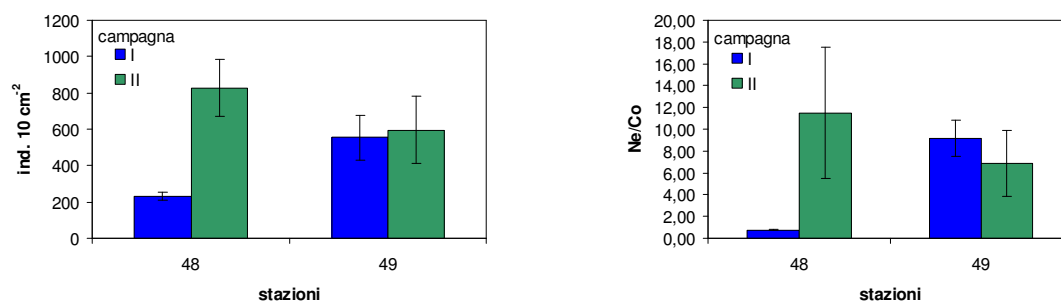


Figura 4.1.16.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.17 Tratto costiero 17 - da Capo Santa Croce a Torre Archirafi

Il tratto costiero compreso tra Capo Santa Croce e Torre Archirafi comprende il Golfo di Catania, un'ampia insenatura naturale con uno sviluppo costiero di circa 80 km. Il tratto costiero è interessato da un notevole flusso turistico, soprattutto nella parte settentrionale e nel periodo estivo. Le numerose ed eterogenee attività industriali presenti principalmente nell'area industriale di Catania, esercitano un certo ruolo sull'assetto ambientale dell'area, soprattutto nel settore centrale.

Nel tratto costiero sono state posizionate 4 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.17.1).

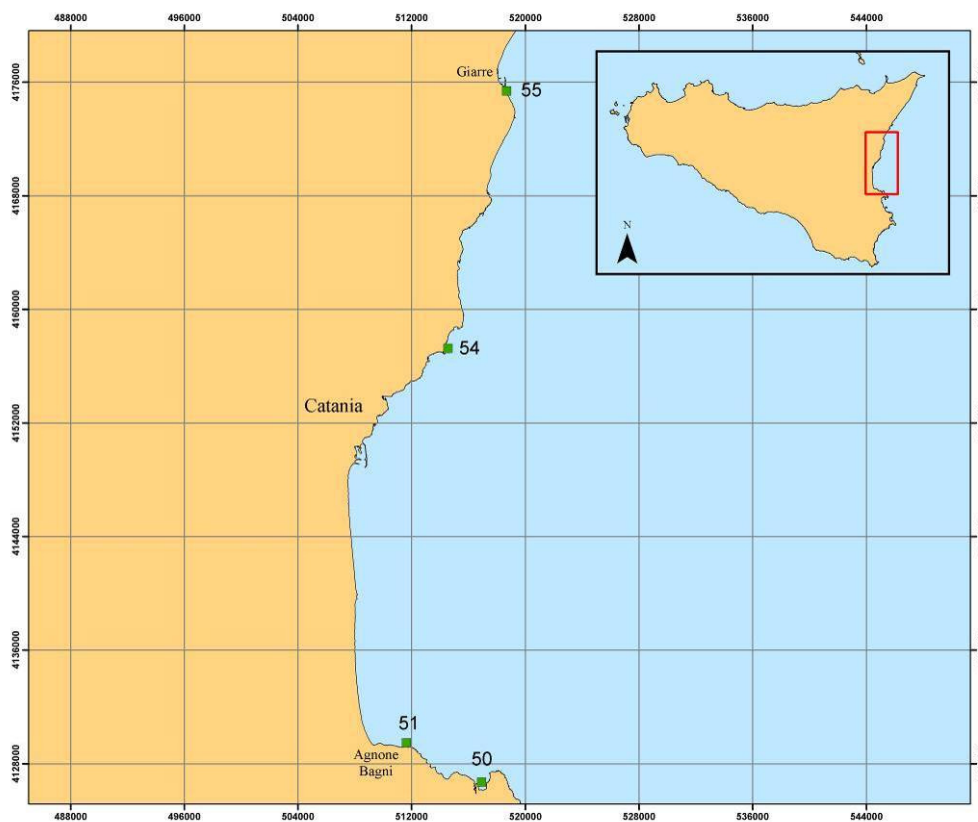


Figura 4.1.17.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Santa Croce e Torre Archirafi

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre solo il 3% (401 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50 m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è prevalentemente di tipo progressivo su fondo roccioso a profondità comprese tra 11 e 18 m.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze tranne nella stazione 50 dove si presenta continua; si impianta prevalentemente su sabbia e su roccia ed ha un ricoprimento che varia tra il 30% della stazione 54 e l'80% della stazione 50. *Matte* morta è stata

riscontrata solo nelle stazioni 51 e 55 con valori elevati (40 e 50% rispettivamente). La percentuale di rizomi rizomi plagiotropi risulta variare da un minimo di 20% (stazioni 50 e 55) ad un massimo di 95% (stazione 54). Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e limo. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 55 con un'altezza inferiore ai 10cm e si riscontrano formazioni erosive, prevalentemente dovute all'ancoraggio, in quasi tutte le stazioni (tabella 4.1.17.1).

Tabella 4.1.17.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
17	50	Continua	80	-	20	sabbia	marmitte-ancore	sabbia-limo	-
	51	Chiazze	50	40	30	sabbia- <i>matte</i> -fango	ancore	sabbia-limo	-
	54	Chiazze	30	-	95	roccia	-	Massi	-
	55	Chiazze	60	30	20	roccia	marmitte-ancore	massi-sabbia	<10

I valori medi di densità dei fasci sono generalmente bassi, variando da un minimo di $263,8 \pm 12,0$ fasci/m² nella stazione 54 ad un massimo di $363,8 \pm 17,4$ fasci/m² nella stazione 50. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,6 e 5,4 nella I campagna e tra 6,0 e 7,7 nella II campagna; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 51 (105,9cm). L'indice di area fogliare mostra il valore più elevato nella stazione 50 nel corso della I campagna ($10,3 \text{ m}^2/\text{m}^2$); il valore più basso si registra nella stazione 54 nella II campagna ($2,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il valore più elevato di coefficiente "A" è stato calcolato nella I campagna nella stazione 51 (72,1%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 8,9 e 15,6% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1983 – 2006. La stazione 54 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($8,1 \pm 0,1$), mentre le altre stazioni presentano valori simili che si assestano intorno a $7,4 \pm 0,1$ foglie per anno. L'allungamento medio annuale dei rizomi indica un maggiore accrescimento nella stazione 51 ($10,2 \pm 0,4 \text{ mm}$) rispetto alle altre stazioni che mostrano valori simili ($\sim 9 \text{ mm}$). La produzione media annuale dei rizomi evidenzia i valori più elevati nelle stazioni 50, 51 e 54 ($0,116 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$) mentre valori di $0,089 \pm 0,002 \text{ g ps/anno}$ si registrano nella stazione 55. Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nella stazione 54 nell'anno lepidocronologico 2004 con un indice di fioritura del 10%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.17.2 e nelle tabelle 4.1.17.2 e 4.1.17.3.

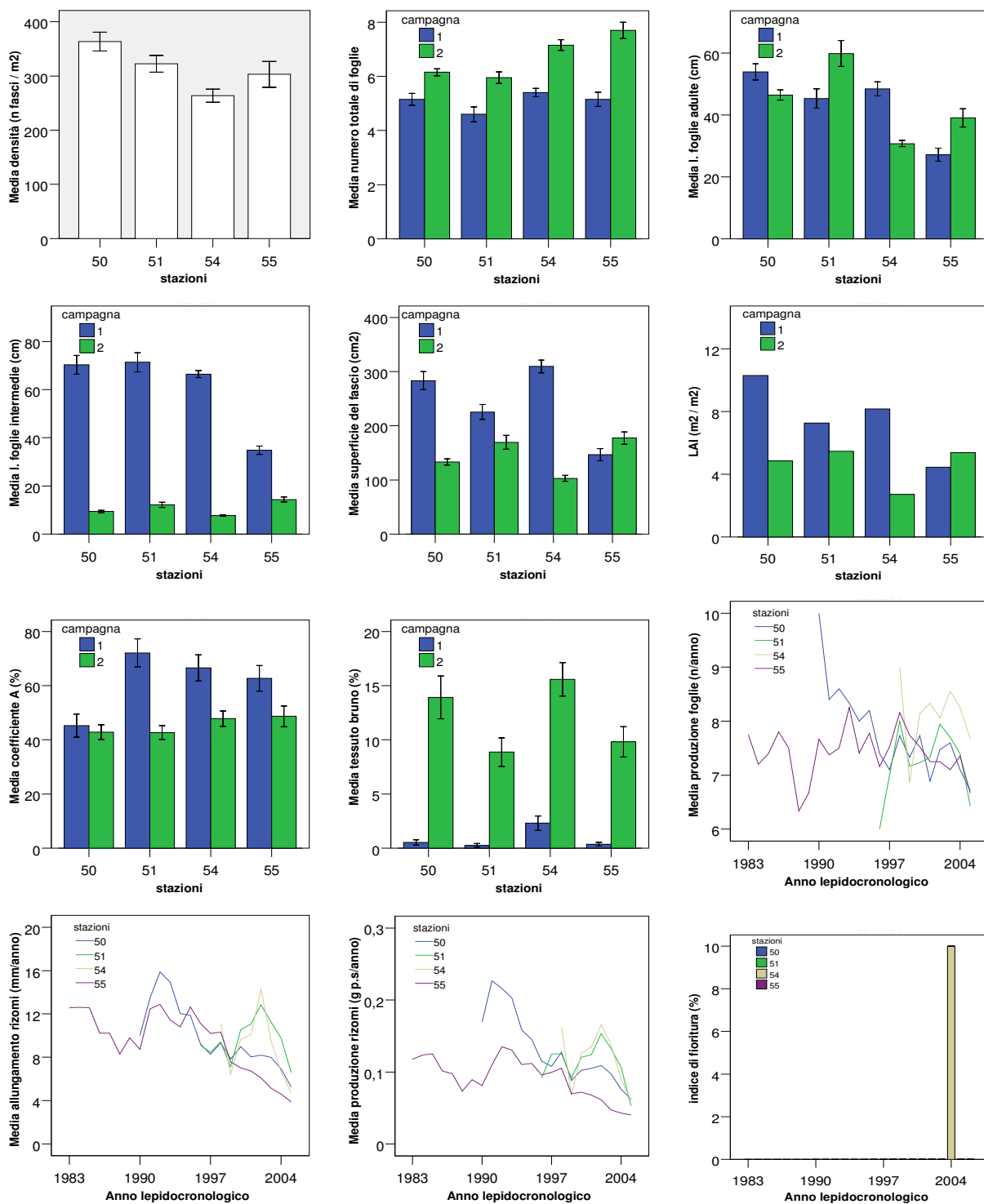


Figura 4.1.17.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.17.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
17	I	50	3,0 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	103,6
		51	2,7 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,2	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	105,9
		54	2,5 $\pm$ 0,1	2,8 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,1	95,1
		55	2,2 $\pm$ 0,2	3,0 $\pm$ 0,1	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	57,1
	II	50	2,8 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	81,5
		51	2,7 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	101,5
		54	3,3 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	49,0
		55	3,6 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	68,2

Tabella 4.1.17.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
17	50	6,3 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,1	0,105 $\pm$ 0,025
	51	5,5 $\pm$ 0,1	4,9 $\pm$ 0,1	0,097 $\pm$ 0,025
	54	5,8 $\pm$ 0,1	3,8 $\pm$ 0,1	0,139 $\pm$ 0,032
	55	10,0 $\pm$ 0,1	3,5 $\pm$ 0,1	0,079 $\pm$ 0,025

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti delle quattro stazioni del tratto costiero 17 è possibile evidenziare un gradiente decrescente nello stato trofico da nord a sud. Le stazioni 50 (Brucoli) e 51 (Agnone Bagni), presentano livelli superiori delle diverse variabili; esse, infatti, risentirebbero dell'apporto fluviale dovuto ai numerosi corsi d'acqua tra cui il Simeto, accumulando materia organica sedimentaria. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,60 $\pm$ 0,03 e 4,66 $\pm$ 0,75%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,40 $\pm$ 0,05 e 4,50 $\pm$ 0,09 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,80 $\pm$ 0,05 e 3,07 $\pm$ 0,22 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori nelle stazioni 50 e 51 a quelle della Clorofilla-*a*, indicando in tali aree un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica attiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 11,28 $\pm$ 4,84 e 465,58 $\pm$ 42,90 μ g/g, dei Protidi tra 26,99 $\pm$ 3,94 e 2998,06 $\pm$ 139,17 μ g/g e dei Glucidi tra 172,40 $\pm$ 15,49 e 1991,24 $\pm$ 123,84 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,22 $\pm$ 0,00 e 2,44 $\pm$ 0,01. L'andamento di tale rapporto evidenzia situazioni differenti tra i due periodi di campionamento.

Nel corso della I campagna il valore del $\delta^{13}\text{C}$ maggiore si registra nella stazione 50 (-18,70 $\pm$ 0,30‰), il picco minimo, invece, nella stazione 51 (-20,14 $\pm$ 0,09‰). Durante la II campagna i valori variano da -20,40 $\pm$ 0,08‰ (stazione 54) a -18,38 $\pm$ 0,37‰ (stazione 50).

Per quanto riguarda il $\delta^{15}\text{N}$ nel corso della I campagna i valori variano da $2,02 \pm 0,14\text{‰}$ (stazione 55) a $3,91 \pm 0,24\text{‰}$ (stazione 50), mentre durante la seconda campagna da $2,23 \pm 0,21\text{‰}$ (stazione 54) a $5,67 \pm 0,39\text{‰}$ (stazione 51).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.17.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica nel tratto costiero 17 varia da 79 ± 47 ind. 10 cm^{-2} della stazione 50 (I campagna) a 830 ± 64 nella stazione 51 (I campagna).

Il rapporto Ne/Co oscilla tra $0,79 \pm 0,55$ nella stazione 50 a $6,12 \pm 1,15$ registrato nella stazione 51 durante la II campagna.

La figura 4.1.17.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

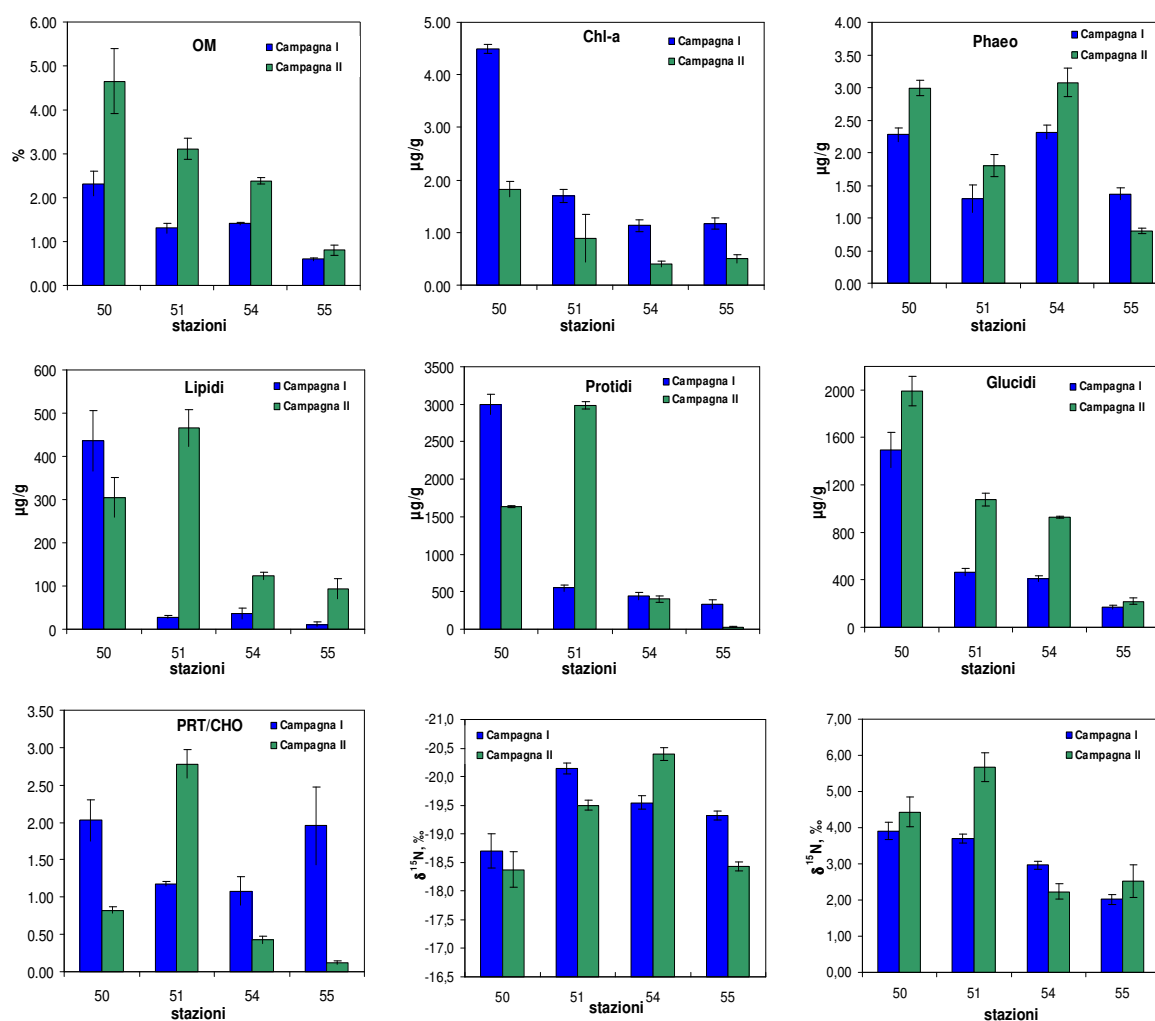


Figura 4.1.17.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

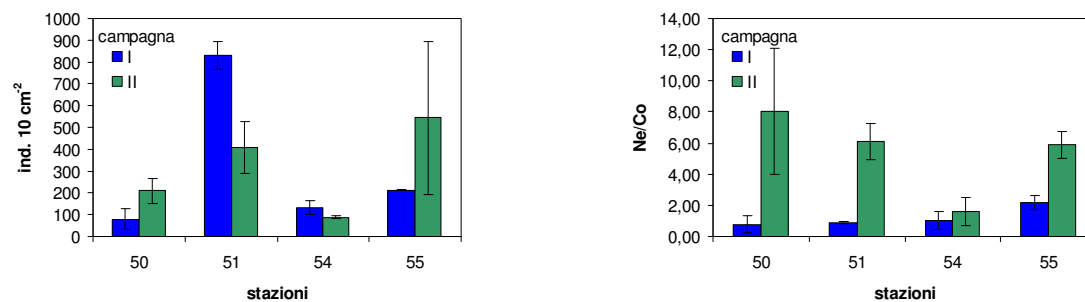


Figura 4.1.17.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.18 Tratto costiero 18 - da Torre Archirafi a Capo Scaletta

Il tratto costiero compreso tra Torre Archirafi e Capo Scaletta si sviluppa per circa 46 km caratterizzati da una costa uniforme e con andamento lineare. L'area mostra un'elevata vocazione turistica ed in essa si rinviene l'importante polo turistico di Taormina-Giardini-Schisò. Le attività antropiche sono ascrivibili ai settori della trasformazione dei prodotti agricoli e il tratto costiero presenta ridotti insediamenti industriali, per lo più a carattere artigianale.

Nel tratto costiero è stata posizionata 1 stazione (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.16.1).

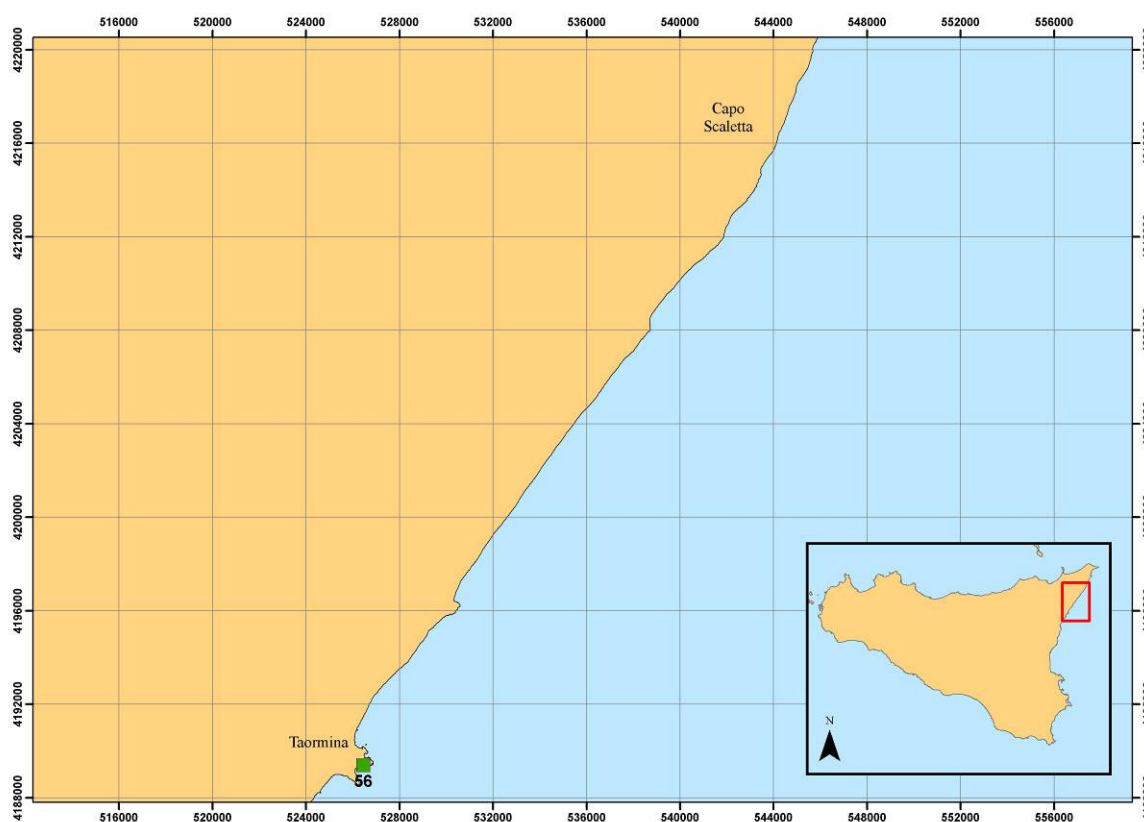


Figura 4.1.18.1 – Ubicazione della stazione nel tratto costiero tra Torre Archirafi e Capo Scaletta

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 6,2% (259 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m (AA. VV., 2002). In letteratura non sono stati riscontrati dati sul limite inferiore.

Nella stazione analizzata, la prateria è caratterizzata da una distribuzione a radure; si impianta su roccia con un ricoprimento del 60%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi e sabbia. Non sono presenti né *ripple marks* né formazioni erosive (tabella 4.1.18.1).

Tabella 4.1.18.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
18	56	Radure	60	-	-	roccia	-	massi-sabbia	-

La densità media dei fasci ha un valore di $470,0 \pm 17,0$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,8 e 6,6 rispettivamente nella I e II campagna; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna (85,2cm). L'indice di area fogliare mostra valori simili nelle due campagne (9,8 e 8,1m²/m²). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna con un valore di 73,4%, mentre il tessuto bruno, assente nella I campagna, presenta un valore di 12,8% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1987 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,5 \pm 0,1$. L'allungamento e la produzione media annuale dei rizomi presentano valori rispettivamente di $7,5 \pm 0,3$ mm e $0,078 \pm 0,003$ g ps/anno. Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nell'anno lepidocronologico 2004 con un indice di fioritura del 20%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.18.2 e nelle tabelle 4.1.18.2 e 4.1.18.3.

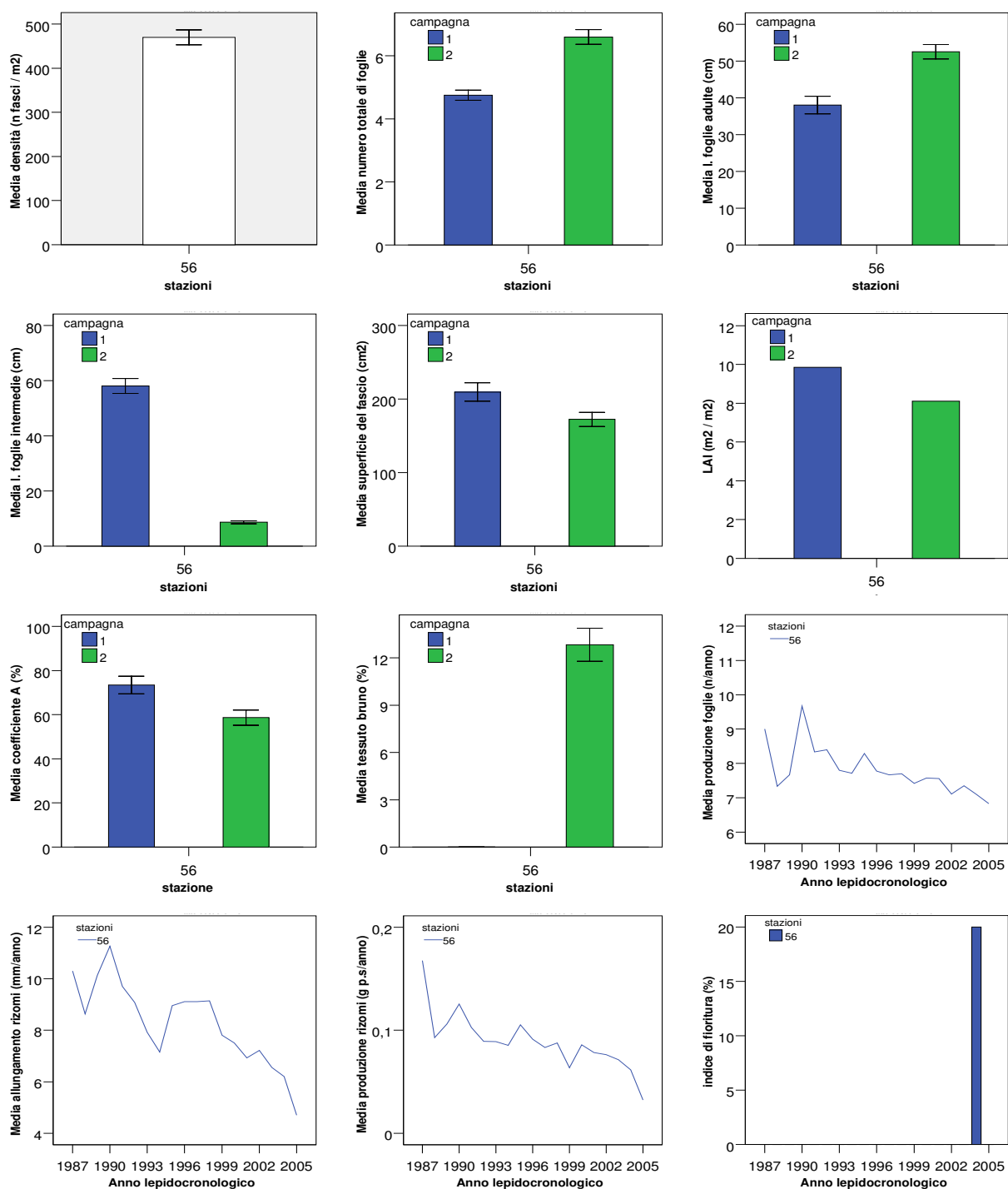


Figura 4.1.18.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.18.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
18	I	56	2,2 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	85,2
	II	56	3,3 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	84,5

Tabella 4.1.18.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
18	56	6,5 $\pm$ 0,3	4,0 $\pm$ 0,1	0,141 $\pm$ 0,028

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 56, unica del tratto costiero 18, pur non evidenziandosi processi di elevato trofismo è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,71 $\pm$ 0,18 e 1,35 $\pm$ 0,06%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,66 $\pm$ 0,03 e 1,07 $\pm$ 0,02 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,00 $\pm$ 0,04 e 1,54 $\pm$ 0,16 μ g/g. I livelli di questa variabile sono superiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 20,49 $\pm$ 8,30 e 40,76 $\pm$ 23,17 μ g/g, dei Protidi tra 86,50 $\pm$ 7,57 e 256,17 $\pm$ 59,64 μ g/g e dei Glucidi tra 105,46 $\pm$ 10,79 e 268,40 $\pm$ 46,46 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,80 $\pm$ 0,04 e 0,98 $\pm$ 0,36, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di detrito refrattario nell'area.

Il valore del $\delta^{13}\text{C}$ varia da -20,08 $\pm$ 0,21‰, nel corso della prima campagna, a -19,24 $\pm$ 0,19‰ durante la II.

La materia organica sedimentaria si arricchisce in ^{15}N nel corso della II campagna, il valore del $\delta^{15}\text{N}$ varia, infatti, da 0,29 $\pm$ 0,09 a 1,71 $\pm$ 0,31‰.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.18.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La stazione 56 mostra una densità meiobentonica di 75 $\pm$ 15 ind. 10 cm⁻² durante la I campagna, valore che subisce un incremento, seppur modesto, nel periodo di campionamento successivo

(117 ± 17 ind. 10 cm^{-2}).

Il rapporto Ne/Co varia da $1,75 \pm 0,54$ registrato durante la I campagna a $0,99 \pm 0,69$ nella II campagna.

La figura 4.1.18.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

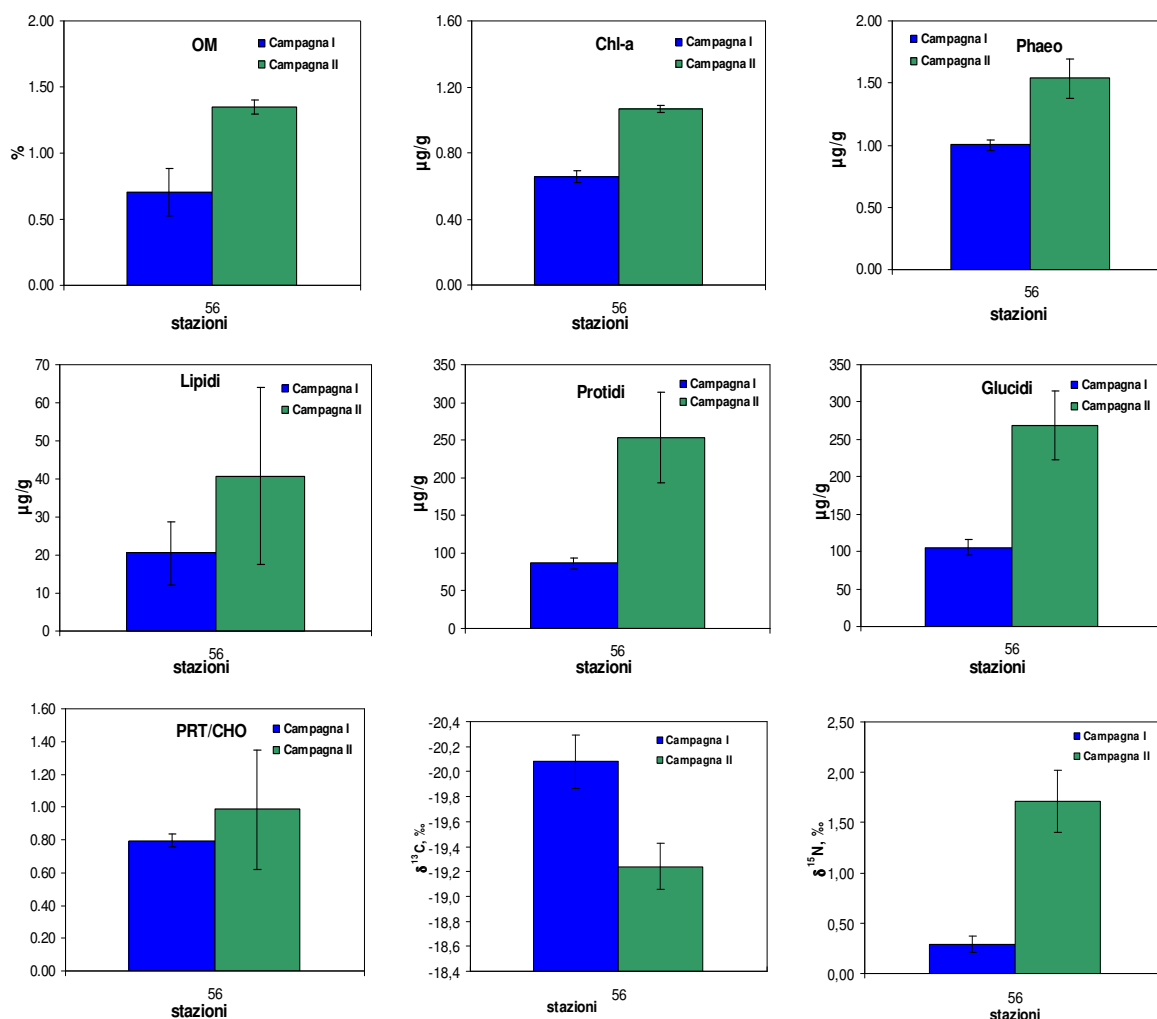


Figura 4.1.18.3– Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

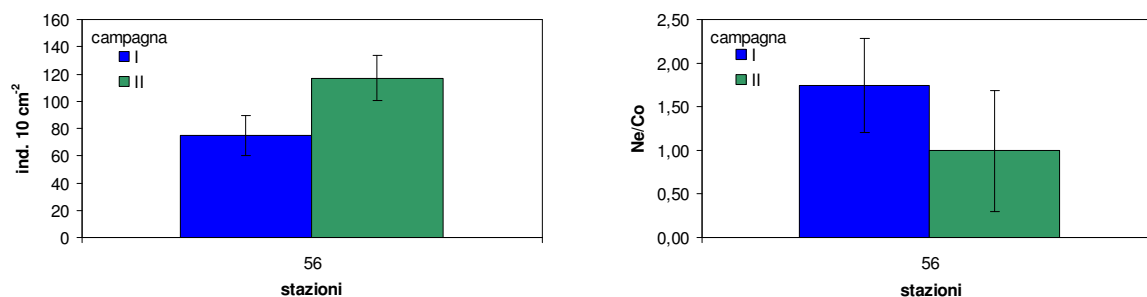


Figura 4.1.18.4– Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.19 Tratto costiero 19 - da Capo Scaletta a Capo Rasocolmo

Il tratto costiero compreso tra Capo Scaletta e Capo Rasocolmo ricade nell'ambito dello Stretto di Messina, settore della costa siciliana che separa l'isola dalla penisola italiana e costituisce il naturale collegamento tra i bacini del Mare Ionio e del Mare Tirreno. L'andamento batimetrico mostra una soglia subacquea di 80 metri in corrispondenza della congiungente Ganzirri-Punta Pezzo, degradando rapidamente fino a circa 2000 metri nello Ionio e fino a circa 500 metri nel Tirreno.

Lo stretto di Messina è un'area di forti correnti dovute alla dinamica mareale ed alle diverse caratteristiche idrografiche dei bacini che mette in comunicazione. Tali condizioni determinano correnti con direzione sud-nord e viceversa nella parte centrale dello stretto, mentre lungo le sponde si formano controcorrenti litorali. In base alle diverse caratteristiche chimico-fisiche delle acque dei due bacini si sviluppa una corrente stazionaria con direzione sud ed intensità variabile fino ad un nodo nello strato tra 0 e 30 metri di profondità.

Nel tratto costiero sono state posizionate 4 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.19.1).

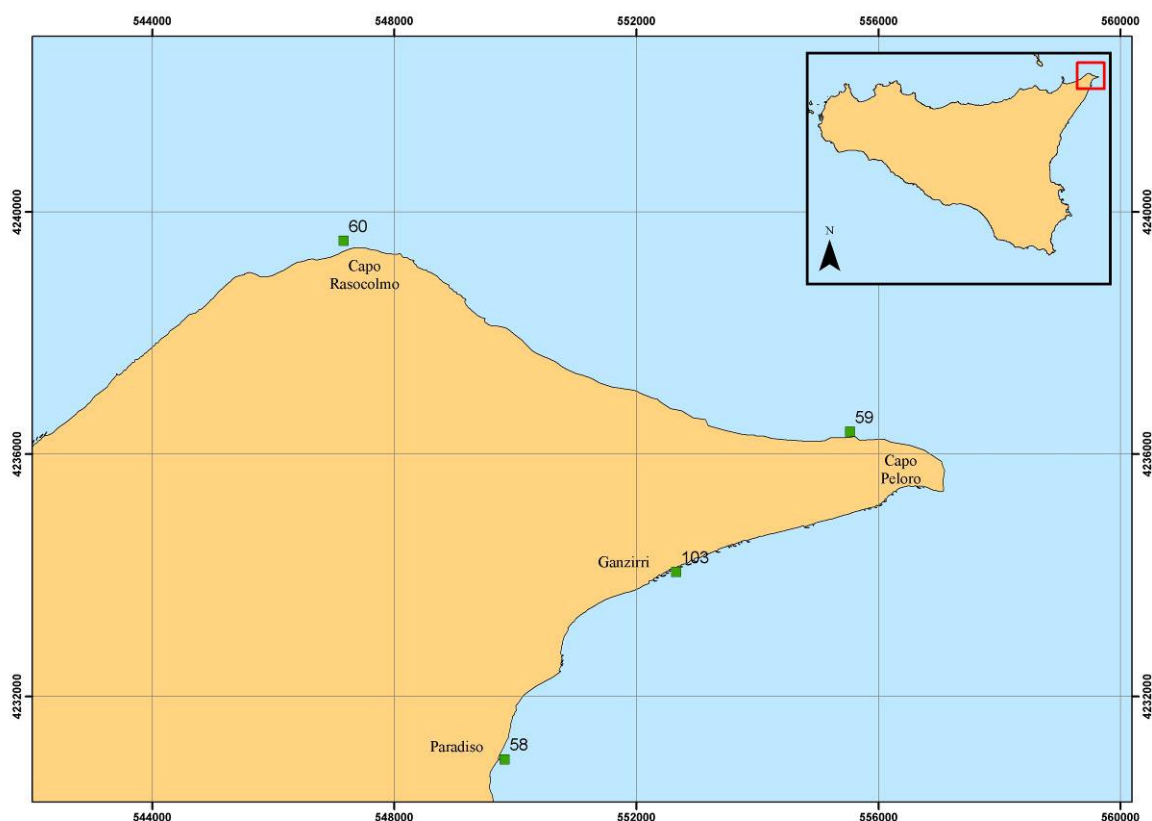


Figura 4.1.19.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Scaletta e Capo Rasocolmo

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 5,8% (345 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è di tipo progressivo su fondo sabbioso o su *matte* morta o su substrato grossolano con una profondità che varia da 33 a 39 m.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione prevalentemente a chiazze; si impianta su sabbia e su roccia ed ha un ricoprimento che varia da 15 a 60%. *Matte* morta è stata riscontrata solo nella stazione 59 con un valore di ricoprimento del 15%. La percentuale di rizomi plagiotropi va da 20 a 80%. Il sedimento della zona di confine è costituito principalmente da sabbia. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nelle stazioni 58 e 103 con un'altezza inferiore ai 10cm, mentre non si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.19.1).

Tabella 4.1.19.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
19	58	Chiazze	15	-	-	Sabbia	-	sabbia-sabbia organogena	<10
	103	Chiazze	30	-	-	Sabbia	-	ghiaia-sabbia-sabbia organogena	<10
	59	Radure	60	15	20	sabbia-matte	-	sabbia	-
	60	Chiazze	20	-	80	Roccia	-	massi-sabbia	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $195,6 \pm 20,5$ fasci/m² nella stazione 103 ad un massimo di $558,1 \pm 34,7$ fasci/m² nella stazione 60. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,8 e 7,0 (I campagna) e tra 6,1 e 8,5 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 58 (126,6cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 59 nel corso della I campagna ($14,1 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 103 nella II campagna ($3,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 58 (79,3%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 2,6 e 9,5% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1987 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,7 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 59 ($17,7 \pm 0,6 \text{ mm}$ - $0,192 \pm 0,008 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati in quasi tutte le stazioni negli anni lepidocronologici 1999 e 2004 con un indice di fioritura che varia da 5,3 a 14,3%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.19.2 e nelle tabelle 4.1.19.2 e 4.1.19.3.

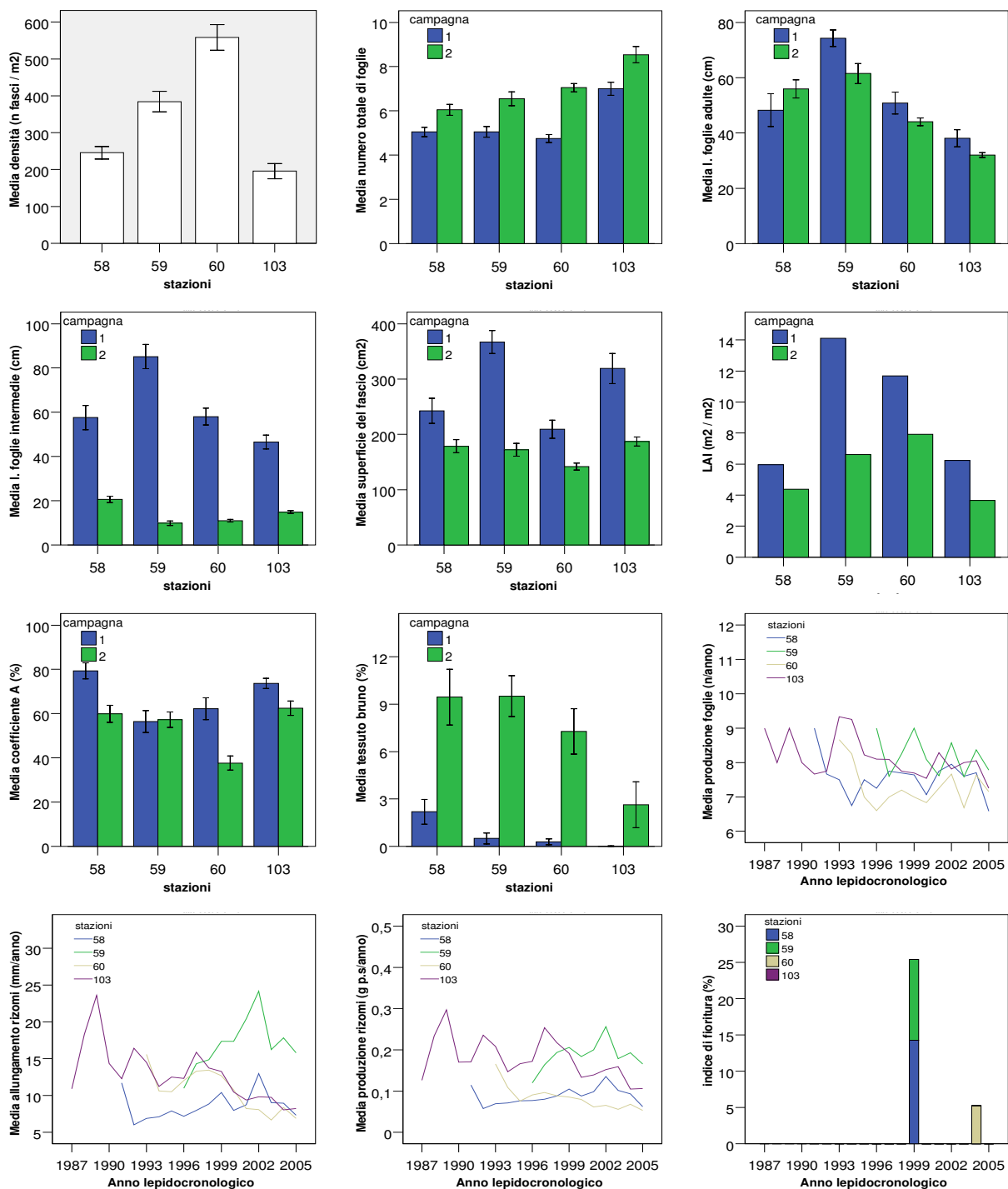


Figura 4.1.19.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.19.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
19	I	58	2,3 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,1	126,6
		59	3,3 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	133,0
		60	2,4 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	104,1
		103	3,0 $\pm$ 0,2	3,7 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,0	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,1	100,5
	II	58	2,5 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	91,5
		59	3,0 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	122,8
		60	3,5 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	81,9
		103	3,8 $\pm$ 0,2	2,9 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,0	1,2 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	48,0

Tabella 4.1.19.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
19	58	4,6 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,1	0,118 $\pm$ 0,009
	59	5,4 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1	0,242 $\pm$ 0,027
	60	6,3 $\pm$ 0,3	3,3 $\pm$ 0,1	0,127 $\pm$ 0,019
	103	10,2 $\pm$ 0,2	4,7 $\pm$ 0,1	0,268 $\pm$ 0,029

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti delle quattro stazioni del tratto costiero 19 è possibile evidenziare una generale assenza di arricchimento organico. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,31 $\pm$ 0,15 e 0,66 $\pm$ 0,04%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,52 $\pm$ 0,04 e 4,56 $\pm$ 0,11 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,42 $\pm$ 0,05 e 0,92 $\pm$ 0,03 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono inferiori in tutte le stazioni a quelle della Clorofilla-*a*, indicando in tali aree un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica attiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 23,87 $\pm$ 11,71 e 242,12 $\pm$ 74,54 μ g/g, dei Protidi tra 29,31 $\pm$ 20,19 e 303,59 $\pm$ 49,03 μ g/g e dei Glucidi tra 54,17 $\pm$ 0,11 e 361,30 $\pm$ 50,23 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,18 $\pm$ 0,11 e 1,49 $\pm$ 0,71. L'andamento di tale rapporto evidenzia presenza di detrito refrattario nei sedimenti della stazione 59 (Capo Peloro) in entrambi i periodi di campionamento.

Nel tratto costiero 19, il valore maggiore, per quanto riguarda il $\delta^{13}\text{C}$, si registra nella stazione 103 sia durante la I che la II campagna (-20,32 $\pm$ 0,16‰ e -18,52 $\pm$ 0,18‰, rispettivamente), mentre il valore isotopico più impoverito in ^{13}C si riscontra nella stazione 60 (-21,58 $\pm$ 0,10‰) durante la I



campagna e nella stazione 58 nel corso della II ($-21,25 \pm 0,15\text{‰}$).

Il $\delta^{15}\text{N}$, nel corso della I campagna, si mantiene su valori bassi e simili nell'intero tratto costiero, ad eccezione della stazione 103, dove si registra un incremento dell'isotopo pesante ($\delta^{15}\text{N}$, $2,48 \pm 0,11\text{‰}$). Lo stesso andamento si riscontra nel corso della II campagna.

Le variabili sedimentarie rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.18.3.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.19.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

L'abbondanza meiobentonica, nel tratto costiero 19, varia da 71 ± 1 ind. 10 cm^{-2} registrato nella stazione 60 (II campagna) a 893 ± 121 della stazione 103 (I campagna).

Il picco massimo per il rapporto Ne/Co si riscontra nella stazione 59 ($21,22 \pm 14,40$, I campagna), mentre il valore minimo nella stazione 103 ($0,12 \pm 0,01$, II campagna).

La figura 4.1.19.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodì nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

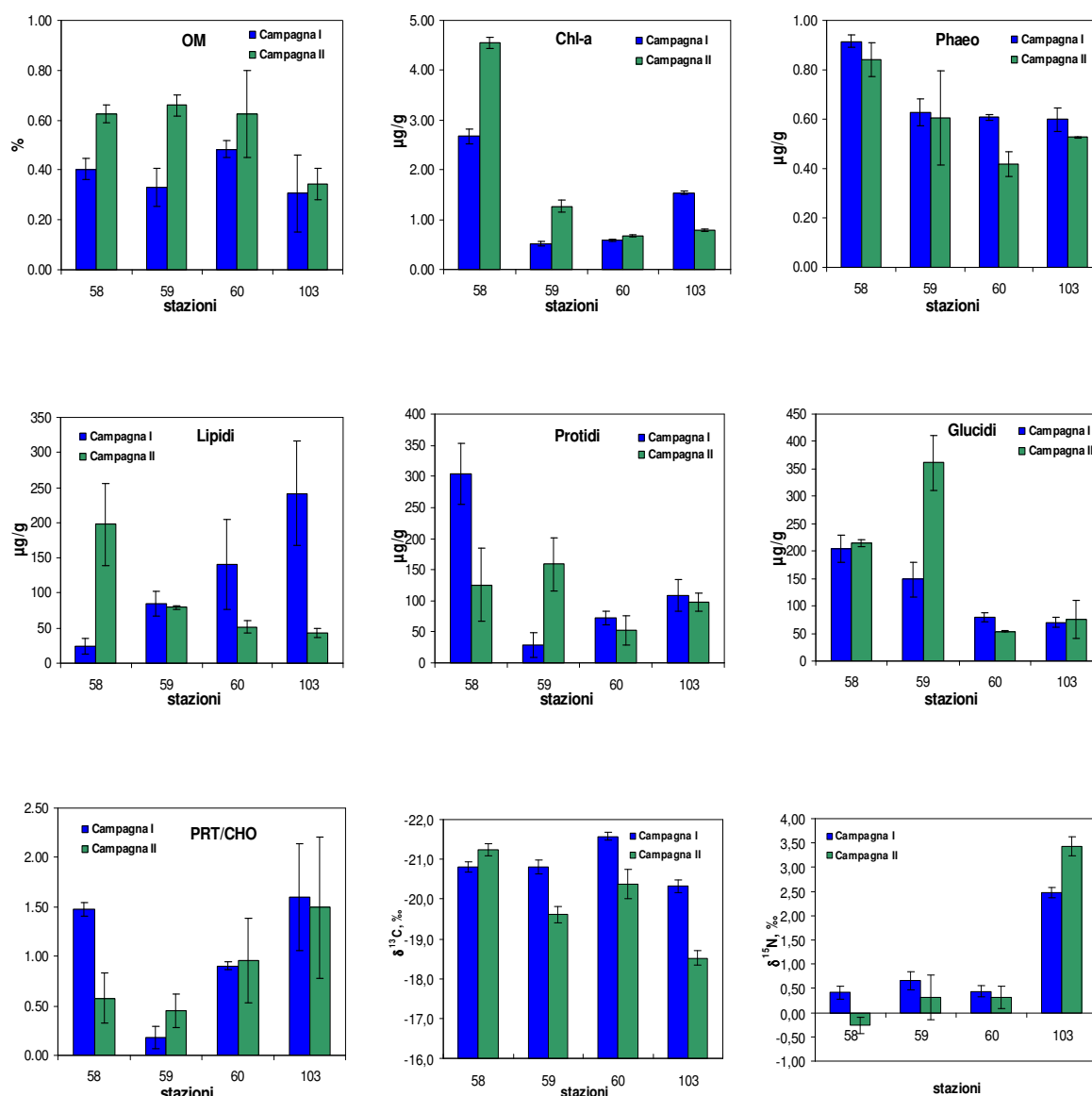


Figura 4.1.19.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

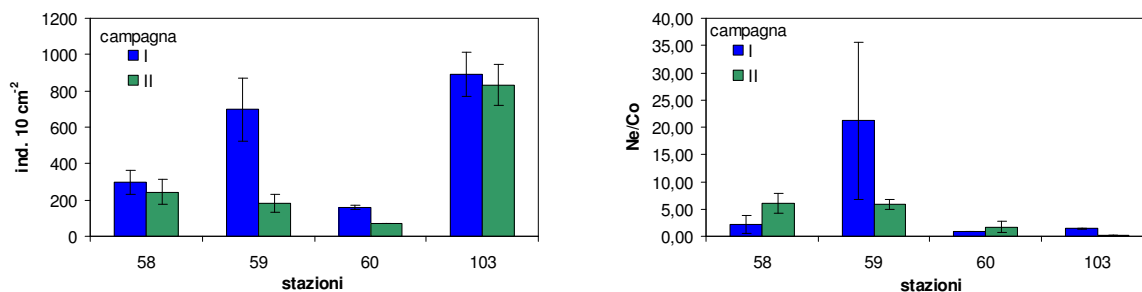


Figura 4.1.19.4– Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.20 Tratto costiero 20 - da Capo Rasocolmo a Capo Milazzo

Il tratto costiero compreso tra Capo Rasocolmo e Capo Milazzo si estende per circa 41 km ed è caratterizzato da numerosi complessi turistici e case di villeggiatura. I terreni costieri sono intensamente coltivati ad agrumeti e frutteti e formano la cosiddetta "Piana di Milazzo". Il tipo di coltivazione comporta un largo uso di fertilizzanti. La morfologia costiera si presenta ad ovest rocciosa, con un litorale alto e scosceso. All'inizio del Capo è ubicata Milazzo, il cui porto è protetto da una diga. Procedendo verso Est la parte rocciosa fa posto ad un'ampia spiaggia sabbiosa che si allunga fino a Capo Rasocolmo. L'unico porto della zona è quello di Milazzo con un notevole traffico turistico dovuto ai collegamenti con le Eolie e con altrettanto notevole traffico industriale derivante dall'Area di Sviluppo Industriale.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.20.1).

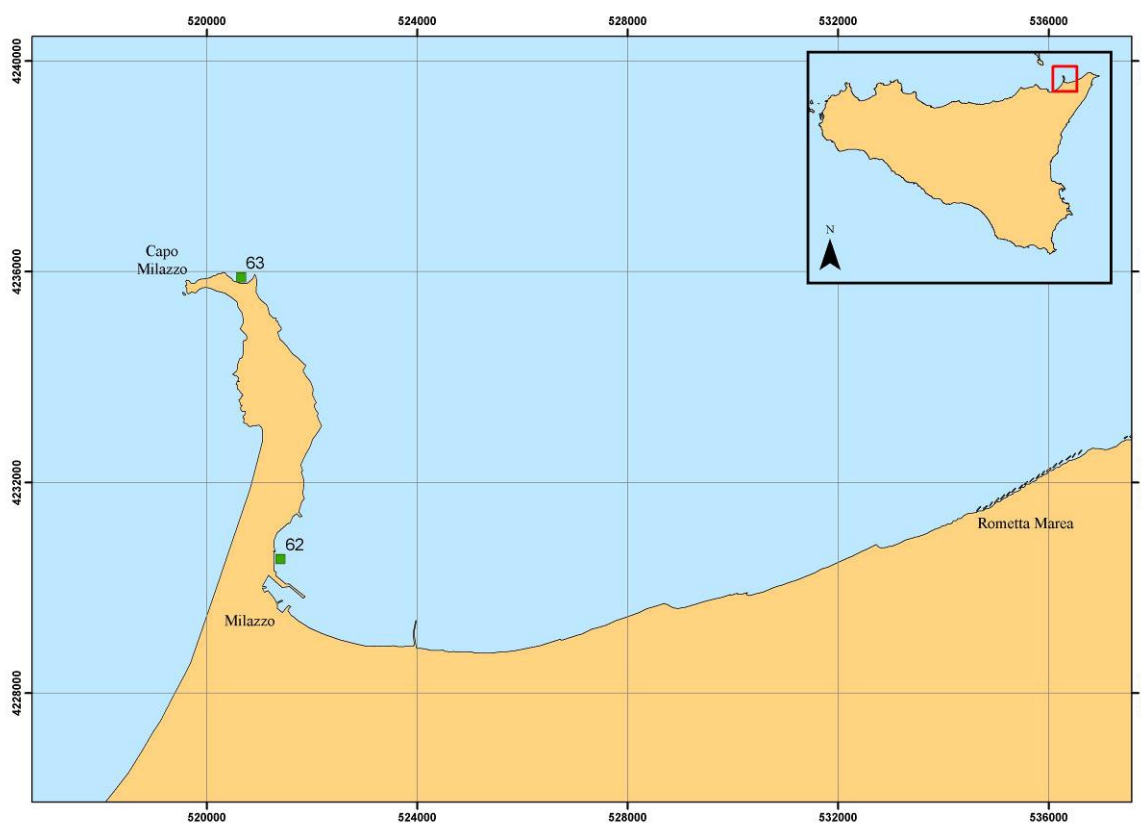


Figura 4.1.20.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Rasocolmo e Capo Milazzo

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La natura del substrato, costituito prevalentemente da fondali sabbiosi e substrati grossolani, la notevole esposizione al moto ondoso e un significativo impatto antropico, rappresentato da

insediamenti urbani e attività industriali (Petrochimico di Milazzo) lungo la costa, non permettono l'insediamento e lo sviluppo della prateria di *P. oceanica* nei settori orientale e centro-occidentale del tratto costiero. La prateria trova condizioni favorevoli a nord del porto di Milazzo e circonda con una cintura discontinua il promontorio di C.po Milazzo.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze nella stazione 62 e continua nella stazione 63; si impianta su sabbia e su *matte* ed ha un ricoprimento del 40% nella stazione 62 e del 90% nella stazione 63. *Matte* morta è stata riscontrata solo nelle stazioni 63 con un valore di 7%. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta del 40-60%. Il sedimento della zona di confine è costituito da ghiaia e sabbia. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 63 con un'altezza compresa tra 20 e 30cm; le tipologie di formazioni erosive presenti sono marmitte di erosione ed arature dovute ad ancoraggio (tabella 4.1.20.1).

Tabella 4.1.20.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
20	62	Chiazze	40	-	40	sabbia- <i>matte</i>	marmitte-ancore	ghiaia-sabbia	-
	63	Continua	90	7	60	sabbia	marmitte	ghiaia-sabbia	20-30

La densità dei fasci mostra valori medi comparabili tra le due stazioni, con un valore medio totale di $401,8 \pm 25,2$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,4 e 5,0 (I campagna) e tra 6,2 e 6,9 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 63 (129cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 63 nel corso della I campagna (16,7m²/m²); i valori più bassi si registrano nella stazione 62 nella II campagna (4,7m²/m²). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 62 (49,3%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 8,0 e 18,6% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1986 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $6,9 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 63 ($12,2 \pm 0,4$ mm - $0,134 \pm 0,007$ g ps/anno). Non sono stati rilevati eventi riproduttivi sessuati nell'intervallo temporale esaminato.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.20.2 e nelle tabelle 4.1.20.2 e 4.1.20.3.

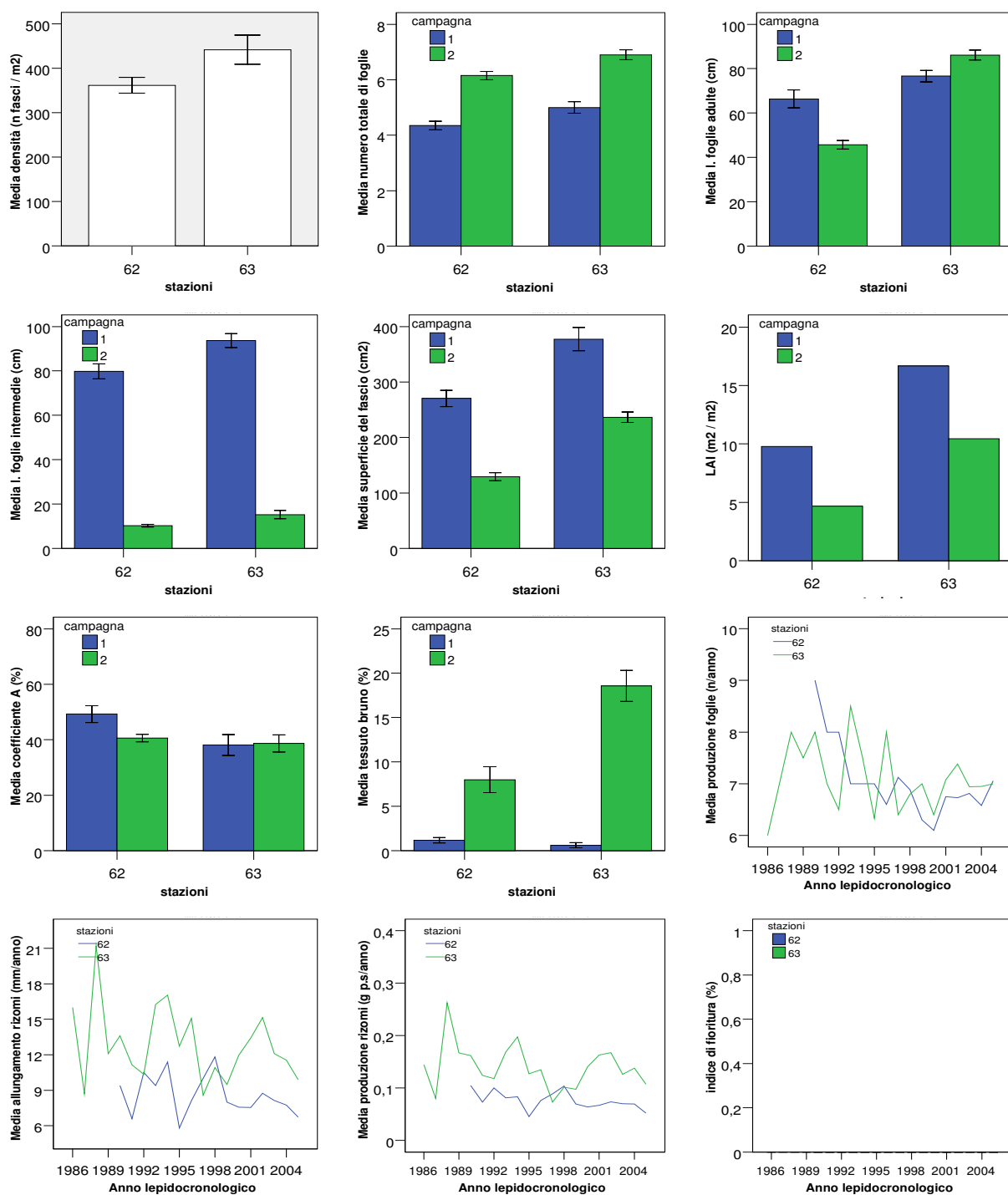


Figura 4.1.20.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.20.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
20	I	62	2,2 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	117,5
		63	2,9 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	129,0
	II	62	3,0 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	78,4
		63	3,2 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	117,4

Tabella 4.1.20.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
20	62	5,9 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1	0,108 $\pm$ 0,020
	63	5,6 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,1	0,191 $\pm$ 0,026

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 20 presentano differenze nei livelli delle diverse variabili, con valori generalmente superiori nei sedimenti della stazione 62 (Milazzo) in entrambi i periodi di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,47 $\pm$ 0,15 e 1,08 $\pm$ 0,33%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,40 $\pm$ 0,02 e 1,53 $\pm$ 0,14 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,32 $\pm$ 0,03 e 1,28 $\pm$ 0,07 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili in entrambe le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 90,43 $\pm$ 18,28 e 306,11 $\pm$ 68,03 μ g/g, dei Protidi tra 5,51 $\pm$ 4,25 e 2062,00 $\pm$ 26,08 μ g/g e dei Glucidi tra 57,27 $\pm$ 8,72 e 1356,49 $\pm$ 60,12 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,10 $\pm$ 0,08 e 5,78 $\pm$ 0,24. L'andamento di tale rapporto mostra nel primo periodo di prelievo un accumulo di detrito proteico in corrispondenza dei sedimenti della stazione 62.

Per quanto riguarda il $\delta^{13}\text{C}$, la materia organica sedimentaria, nel tratto costiero 20, è caratterizzata da valori che tendono ad arricchirsi in ^{13}C nel corso della II campagna. Lo stesso andamento si registra per il $\delta^{15}\text{N}$, che durante la II campagna presenta il suo massimo valore nella stazione 62 (1,60 $\pm$ 0,47‰).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.20.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica nella stazione 62 non subisce notevoli variazioni tra la I e la II campagna (253±50 ind. 10 cm⁻² e 273±17 ind. 10 cm⁻², rispettivamente), mentre la densità si riduce di circa la metà, nel corso della II campagna, nella stazione 63 (da 108±2 ind. 10 cm⁻² a 56±12 ind. 10 cm⁻²). Il rapporto Ne/Co, varia da 1,59±0,16 nella stazione 63 (I campagna) a 0,97±0,11 nella stazione 62 (II campagna).

La figura 4.1.20.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

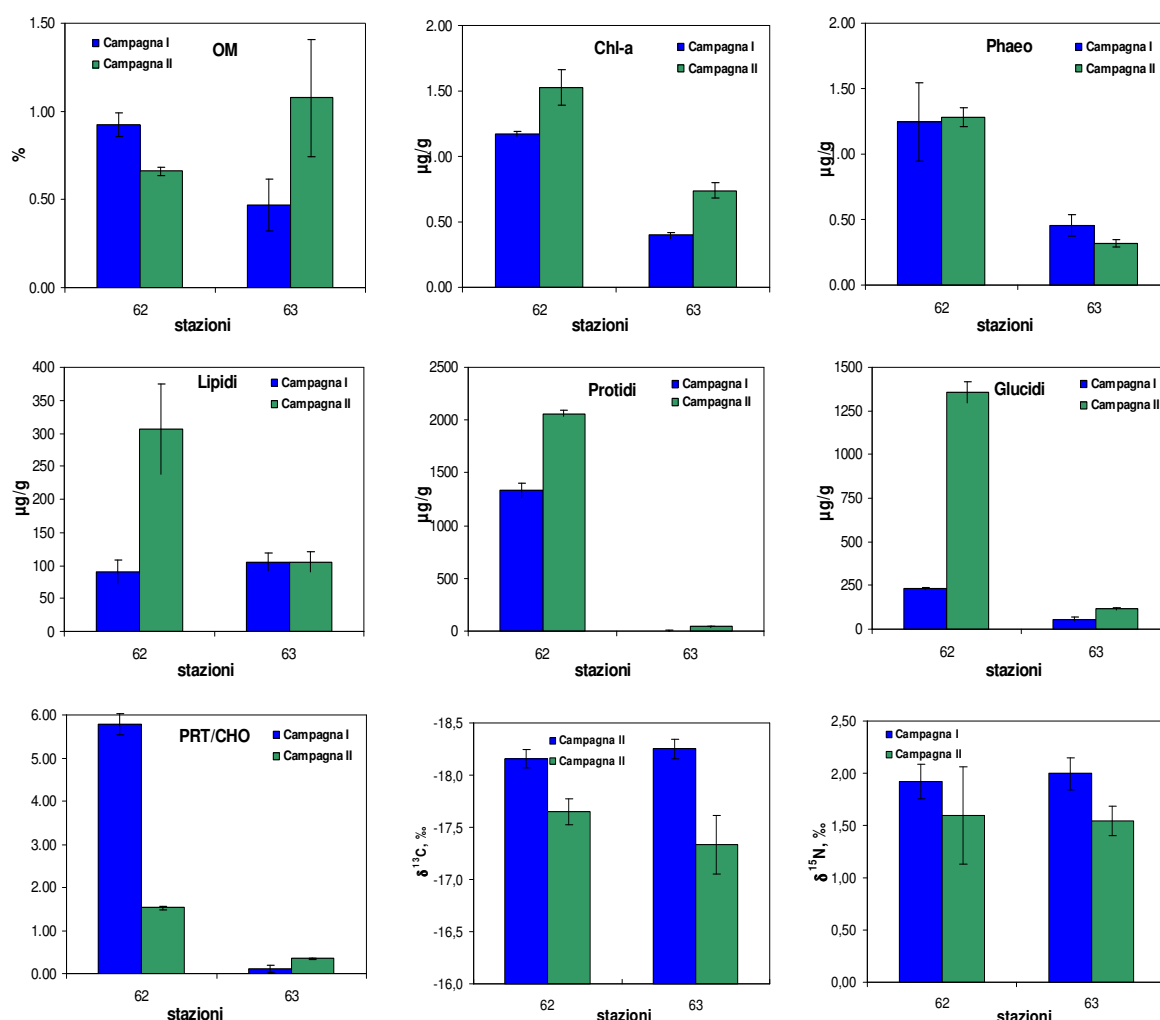


Figura 4.1.20.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

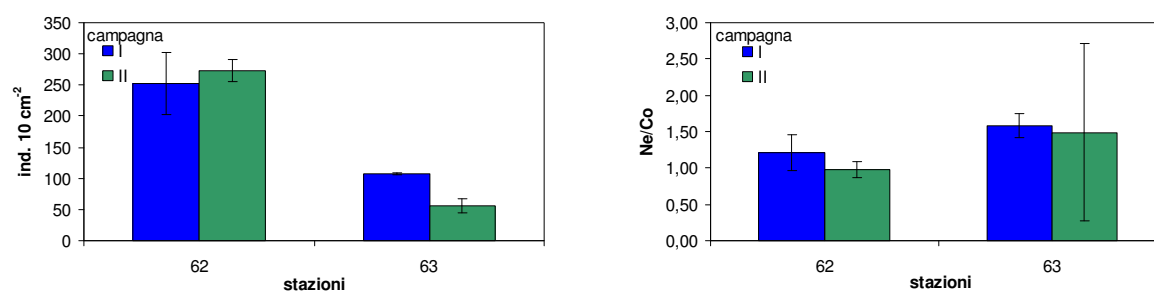


Figura 4.1.20.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.21 Tratto costiero 21 - da Capo Milazzo a Capo Calavà

Il tratto costiero compreso tra Capo Milazzo e Capo Calavà coincide con il Golfo di Patti sul quale insiste una notevole attività turistica, soprattutto durante la stagione estiva. L'entroterra è dominato dalla catena montuosa dei Nebrodi nel settore occidentale e dai Peloritani nel settore orientale. Ampie vallate si aprono perpendicolarmente alla linea di costa e convogliano, principalmente in periodo invernale, le acque di dilavamento dei territori a monte, dando vita alle caratteristiche fiumare. Gli insediamenti industriali sono modesti, per lo più di tipo artigianale, e sono prevalentemente rappresentati da attività legate alla conservazione dei prodotti ittici.

Nel tratto costiero sono state posizionate 3 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.21.1).

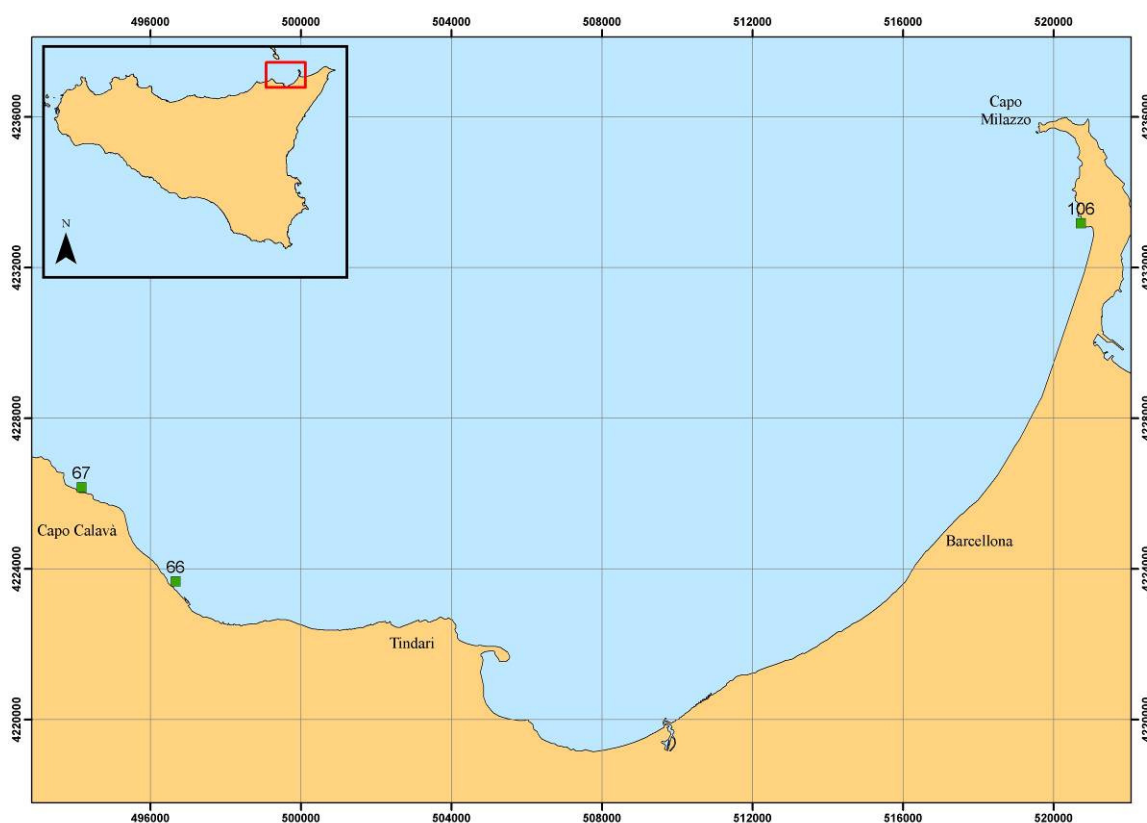


Figura 4.1.21.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Milazzo e Capo Calavà

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

Lungo il tratto costiero i fondali si mostrano prevalentemente ciottolosi, sabbiosi o sabbioso-fangosi, mentre i substrati duri sono prevalentemente poco rappresentati. Una rada "pelouse" a *Cymodocea nodosa* e ciuffi sparsi di *P. oceanica* costituiscono le coperture vegetali più significative su fondi mobili nei settori centro-orientali e centro-occidentali. Alle estremità del tratto costiero, invece, la prateria trova condizioni di insediamento e sviluppo con una distribuzione

continua o a chiazze.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione continua nelle stazioni 66 e 67 dove si impianta su sabbia e su *matte* e a radure nella stazione 106 dove si impianta su roccia; il ricoprimento va dal 50 al 90% e la percentuale di rizomi plagiotropi dal 30 al 60%. Il sedimento della zona di confine è costituito da sabbia e ghiaia nelle stazioni 66 e 67 e da massi, limo e sabbia organogena nella stazione 106. *Ripple marks* sono presenti in tutte le stazioni con differenti altezze; nelle stazioni si riscontrano marmitte di erosione e canali intermatte e solo nella stazione 66 anche erosione dovuta ad ancoraggi (tabella 4.1.21.1).

Tabella 4.1.21.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
21	106	Radure	50	-	30	Roccia	marmitte-canali intermatte	massi-limo-sabbia organogena	10-20
	66	Continua	70	-	60	sabbia- <i>matte</i>	canali intermatte-ancore	sabbia	<10
	67	Continua	90	-	30	sabbia- <i>matte</i>	marmitte	ghiaia	20-30

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $216,3 \pm 10,4$ fasci/m² nella stazione 106 ad un massimo di $365,0 \pm 29,6$ fasci/m² nella stazione 67. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare per campagna è simile in tutte le stazioni con valori medi di 4,7 (I campagna) e 6,6 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 67 (133,6cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 67 nel corso della I campagna ($11,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 106 nella II campagna ($2,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la II campagna nella stazione 106 (55,9%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 5,0 e 19,3% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1984 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,7 \pm 0,1$. Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 67 ($12 \pm 0,4 \text{ mm}$ - $0,139 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nella stazione 67 nell'anno lepidocronologico 2004 con un indice di fioritura di 5%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.21.2 e nelle tabelle 4.1.21.2 e 4.1.21.3.

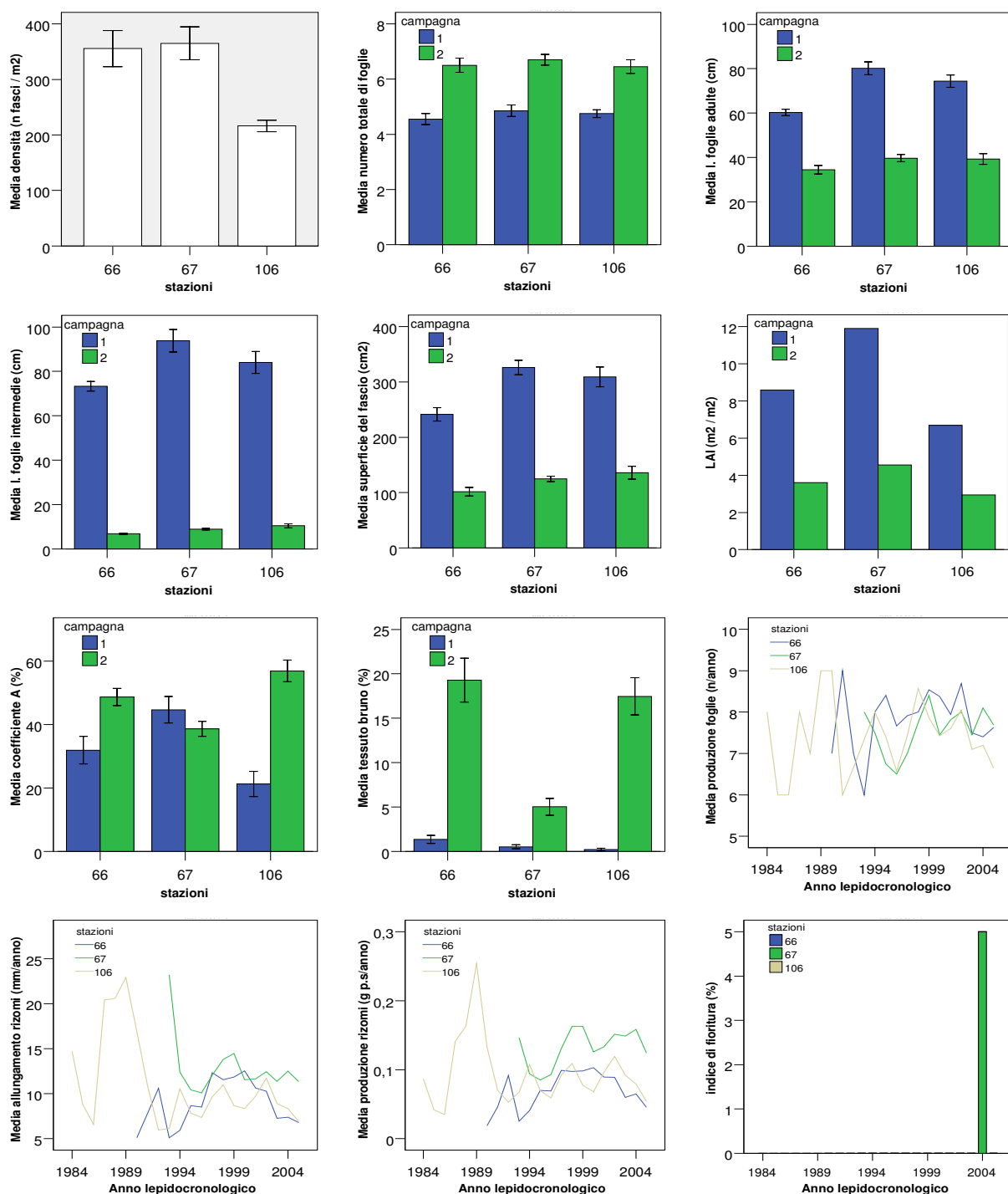


Figura 4.1.21.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.21.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
21	I	66	2,8 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	95,2
		67	3,2 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	133,6
		106	2,9 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	131,7
	II	66	3,4 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	70,2
		67	3,3 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	74,9
		106	3,6 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	79,6

Tabella 4.1.21.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
21	66	5,8 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	0,150 $\pm$ 0,023
	67	10,0 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,1	0,192 $\pm$ 0,025
	106	6,3 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,1	0,150 $\pm$ 0,028

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle tre stazioni del tratto costiero 21 mostrano una generale situazione di oligotrofia, ad eccezione della stazione 106 (Dietro Milazzo) in cui è possibile evidenziare livelli superiori di trofismo. Si evidenziano, inoltre, livelli delle diverse variabili superiori nella seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,42 $\pm$ 0,01 e 1,76 $\pm$ 0,16%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,37 $\pm$ 0,01 e 1,15 $\pm$ 0,41 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,22 $\pm$ 0,02 e 0,85 $\pm$ 0,04 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili in tutte le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 12,23 $\pm$ 7,67 e 374,82 $\pm$ 61,37 μ g/g, dei Protidi tra 20,89 $\pm$ 0,56 e 666,47 $\pm$ 25,99 μ g/g e dei Glucidi tra 34,92 $\pm$ 0,59 e 666,79 $\pm$ 63,16 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,60 $\pm$ 0,01 e 1,56 $\pm$ 0,28, sottolineando un generale accumulo di detrito refrattario in tutto il tratto costiero.

Il $\delta^{13}\text{C}$ nel tratto costiero 21 è caratterizzato da valori che tendono ad accrescersi nel corso della II campagna con un picco massimo registrato nella stazione 67 (-17,55 $\pm$ 0,26‰).

Il $\delta^{15}\text{N}$ presenta valori bassi durante entrambe le campagne: il valore minore si registra nella stazione 66 (0,41 $\pm$ 0,24‰, II campagna), mentre il massimo nella stazione 106 (2,69 $\pm$ 0,21‰, II

campagna).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.21.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Nel tratto costiero 21 la meiofauna raggiunge il picco massimo di densità nella stazione 67 (447 ± 337 ind. 10 cm^{-2} , II campagna), mentre il minimo nella stazione 106 (90 ± 8 ind. 10 cm^{-2} , II campagna).

Il rapporto Ne/Co varia da un minimo di $0,74 \pm 0,05$ nella stazione 106 (I campagna) a $3,34 \pm 1,99$ nella stazione 66 (II campagna).

La figura 4.1.21.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

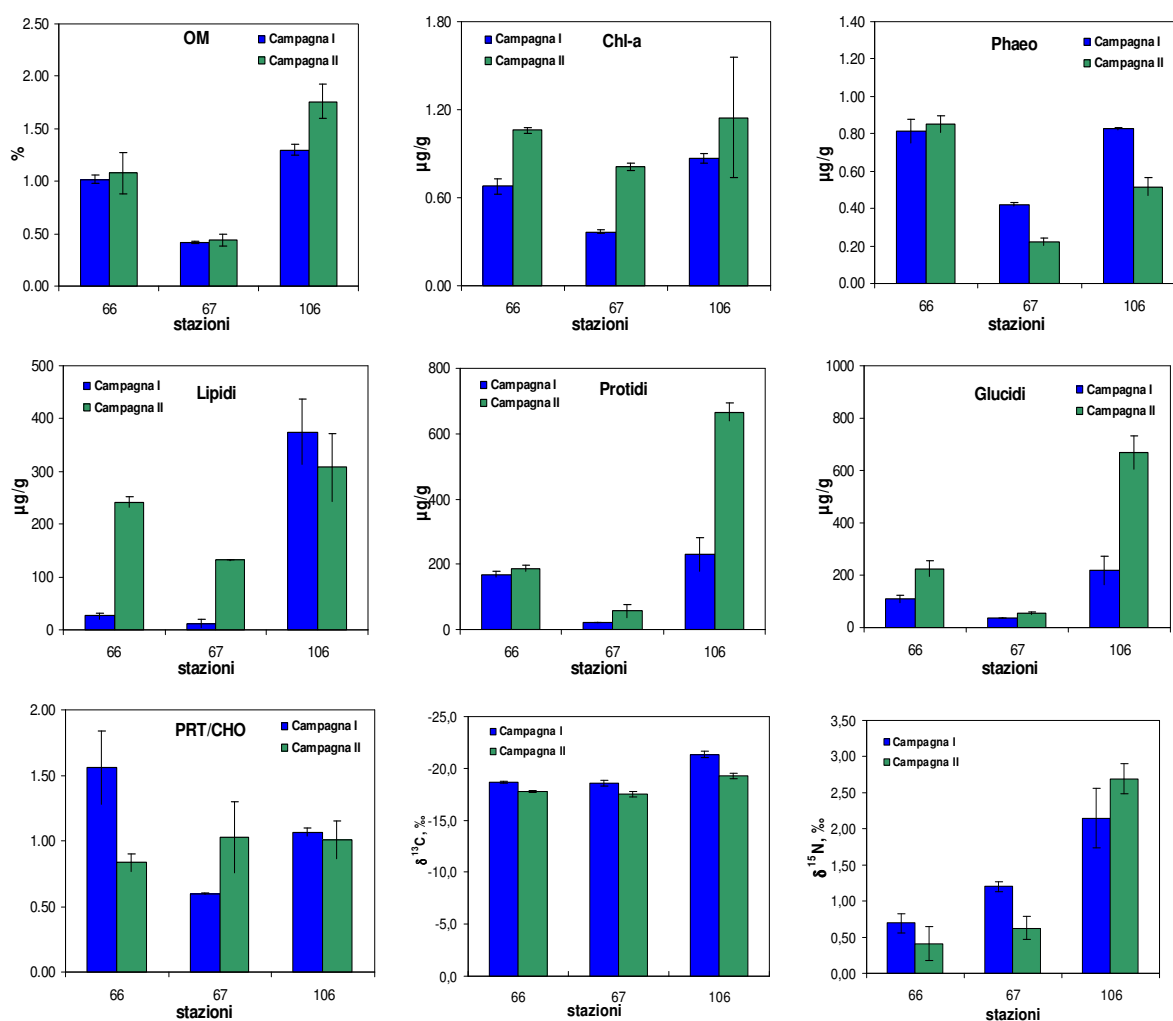


Figura 4.1.21.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

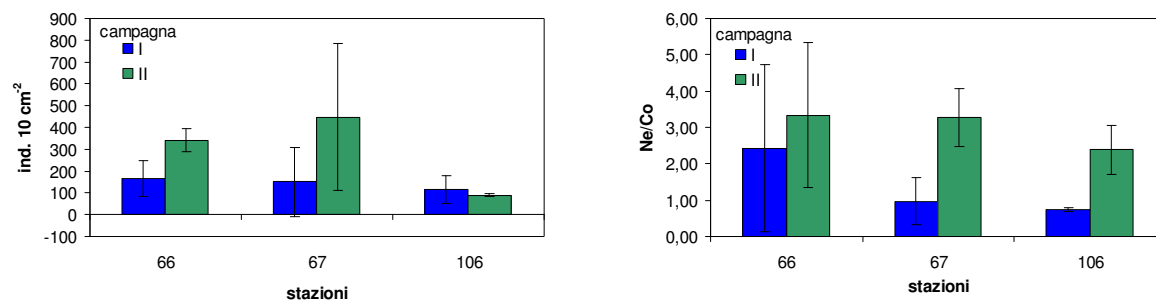


Figura 4.1.21.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.22 Tratto costiero 22 - da Capo Calavà a Capo d'Orlando

Il tratto costiero compreso tra Capo Calavà e Capo d'Orlando si sviluppa per circa 66 km con spiagge ghiaiose più o meno ampie e falesie a picco sul mare con rare calette. Il porto di Capo d'Orlando rappresenta l'unico ricovero per natanti lungo la costa. I terreni costieri sono intensamente coltivati con un largo uso di fertilizzanti che concorrono, unitamente ai centri urbani e turistici ed ai modesti insediamenti produttivi, alla trofia delle acque costiere.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.22.1).

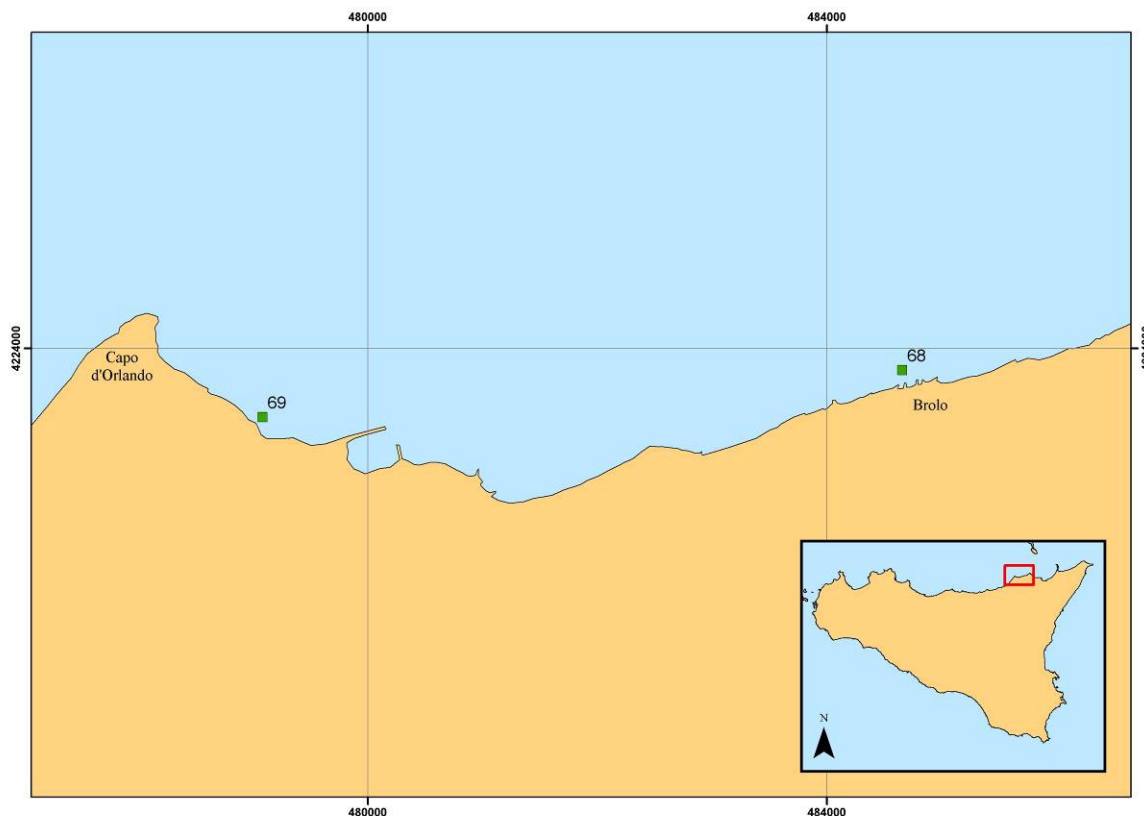


Figura 4.1.22.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo Calavà e Capo d'Orlando

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre solo il 2,6% (177 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m; l'8,9% (593 ha) dell'area è ricoperta da *Cymodocea nodosa*. Il limite inferiore è prevalentemente di tipo erosivo a profondità comprese tra 7 e 17m (AA. VV., 2002).

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze; si impianta su roccia ed ha un ricoprimento inferiore al 20% nella stazione 69. La percentuale di rizomi plagiotropi

va da 30 a 95%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi e sabbia. *Ripple marks* sono presenti in tutte e due le stazioni con differenti altezze, mentre non si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.22.1).

Tabella 4.1.22.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
22	68	Chiazze		-	95	roccia	-	sabbia	10-20
	69	Chiazze	<20	-	30	roccia	-	massi-sabbia	<10

I valori medi di densità dei fasci risultano molto bassi, variando da un minimo di $164,4 \pm 11,7$ fasci/m² nella stazione 69 ad un massimo di $271,3 \pm 16,4$ fasci/m² nella stazione 68. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,7 e 6,8 (I campagna) e tra 6,0 e 6,2 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 683 (117,8cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 68 nel corso della I campagna ($6,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 69 nella II campagna ($1,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 69 (77,2%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 8,7 e 14,1% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1997 – 2006. La stazione 69 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($8,7 \pm 0,1$). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 69 ($11,9 \pm 0,5 \text{ mm}$ - $0,161 \pm 0,008 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nella stazione 69 nell'anno lepidocronologico 2004 con un indice di fioritura di 10%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.22.2 e nelle tabelle 4.1.22.2 e 4.1.22.3.

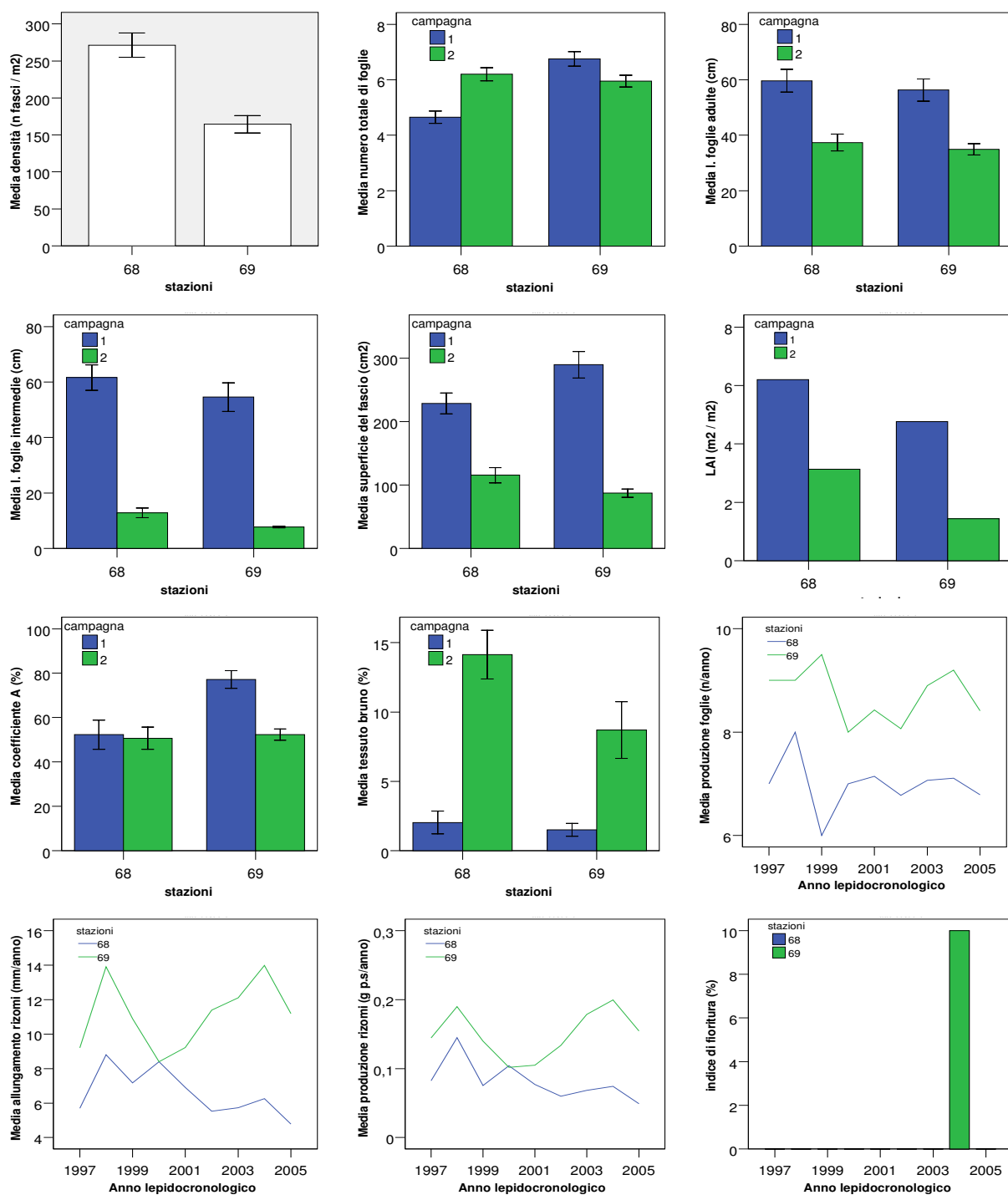


Figura 4.1.22.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.22.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	Larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
22	I	68	2,2 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,1	117,8
		69	3,9 $\pm$ 0,2	2,6 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	107,2
	II	68	3,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,2	1,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	63,7
		69	3,1 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	64,1

Tabella 4.1.22.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
22	68	5,9 $\pm$ 0,2	3,5 $\pm$ 0,1	0,065 $\pm$ 0,008
	69	5,2 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	0,148 $\pm$ 0,035

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 22 presentano differenze nei livelli delle diverse variabili, con valori generalmente superiori nei sedimenti della stazione 68 (Brolo). Inoltre, è possibile evidenziare, tra le due stazioni, un andamento inverso tra i due periodi di campionamento, con livelli superiori nella seconda campagna per la stazione 68, superiori nella prima per la stazione 69 (Capo D'Orlando). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,61 $\pm$ 0,07 e 1,43 $\pm$ 0,07%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,33 $\pm$ 0,02 e 1,90 $\pm$ 0,06 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,32 $\pm$ 0,04 e 1,32 $\pm$ 0,03 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili in entrambe le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 90,43 $\pm$ 18,28 e 306,11 $\pm$ 68,03 μ g/g, dei Protidi tra 5,51 $\pm$ 4,25 e 2062,00 $\pm$ 26,08 μ g/g e dei Glucidi tra 57,27 $\pm$ 8,72 e 1356,49 $\pm$ 60,12 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,35 $\pm$ 0,15 e 2,83 $\pm$ 0,48. L'andamento di tale rapporto mostra nel secondo periodo di prelievo un accumulo di detrito proteico in corrispondenza dei sedimenti della stazione 68.

Il valore maggiore del $\delta^{13}\text{C}$ si registra nella stazione 68 (-16,27 $\pm$ 0,25‰, I campagna), mentre il minimo nella stazione 69 (-22,33 $\pm$ 0,06‰, I campagna). La materia organica sedimentaria, nel corso della II campagna, è caratterizzata da un arricchimento in ^{13}C nella stazione 69 (-20,54 $\pm$ 0,13‰) e da un impoverimento nella stazione 68 (-19,45 $\pm$ 0,22‰). Il $\delta^{15}\text{N}$ presenta, nel corso della II

campagna, valori maggiori ($2,21 \pm 0,24\%$ e $0,81 \pm 0,03\%$, rispettivamente nella stazione 68 e 69).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.22.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Le stazioni del tratto costiero 22 mostrano una densità meiobentonica crescente dalla I alla II campagna, in particolare la stazione 68 varia da 202 ± 71 ind. 10 cm^{-2} a 507 ± 285 ind. 10 cm^{-2} , mentre la stazione 69 da 71 ± 18 ind. 10 cm^{-2} a 259 ± 48 ind. 10 cm^{-2} .

Si registrano rapporti Ne/Co maggiori durante la I campagna ed in particolare la stazione 68 mostra il picco massimo ($17,54 \pm 1,38$).

La figura 4.1.22.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

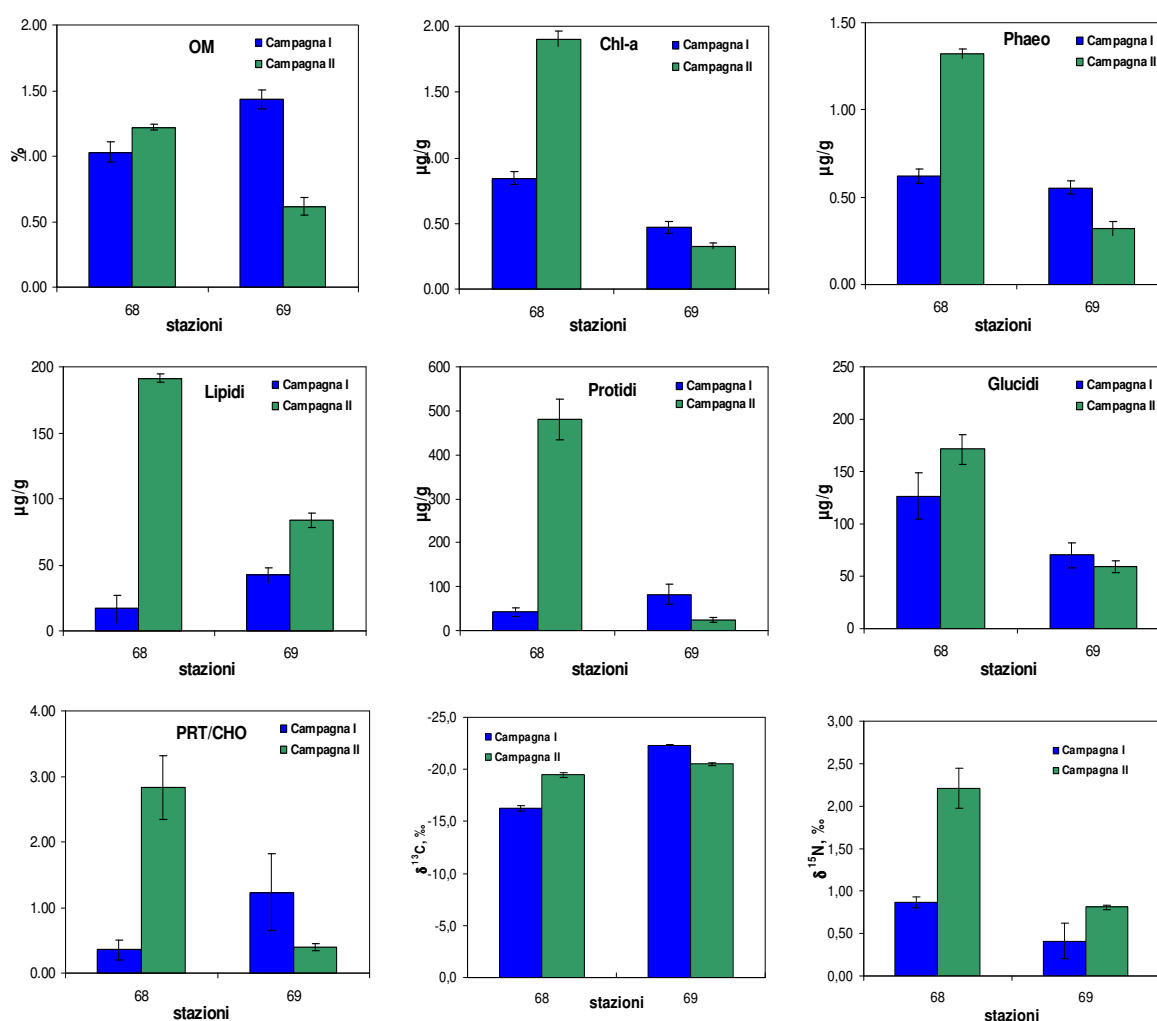


Figura 4.1.22.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

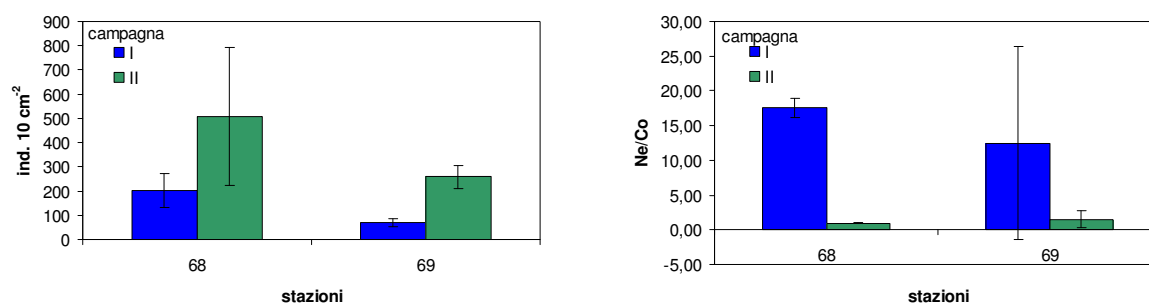


Figura 4.1.22.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.23 Tratto costiero 23 - da Capo d'Orlando a Cefalù

Il tratto costiero compreso tra Capo d'Orlando e Cefalù si sviluppa per circa 80 km e presenta un andamento articolato. Da Cefalù la costa è bassa, rocciosa e non molto sporgente ed è difesa in molti tratti da scogliere artificiali. Punta Raisigerbi rappresenta un promontorio roccioso di modesta elevazione vicino Finale di Pollina. In prossimità di Caronia la costa è orlata da spiagge strette limitate dai contrafforti collinari dei Nebrodi. I terreni costieri sono scarsamente coltivati e le attività produttive sono modeste e per lo più a carattere artigianale.

Nel tratto costiero sono state posizionate 3 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.23.1).

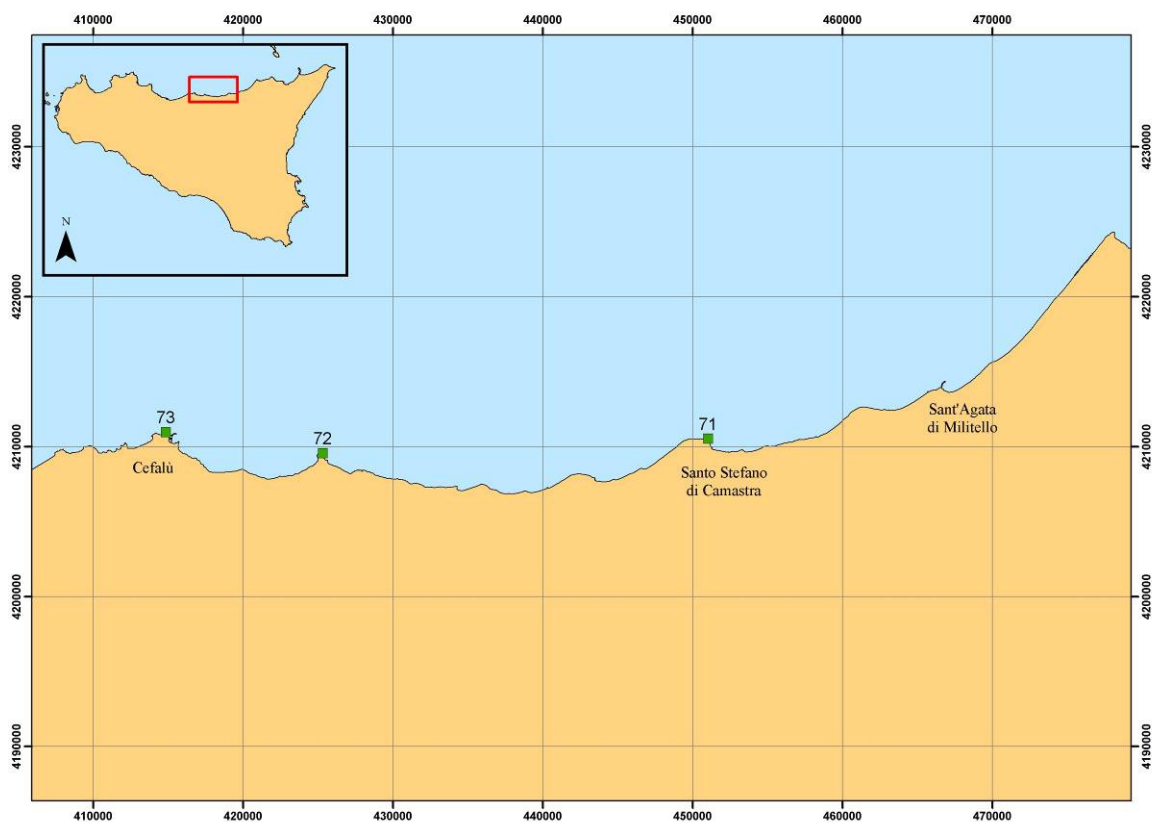


Figura 4.1.23.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Capo d'Orlando e Cefalù

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre solo lo 0,5% (77 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m; mentre è presente un'elevata percentuale di *Cymodocea nodosa* (23,9%) (AA. VV., 2002). In letteratura non sono stati riscontrati dati sul limite inferiore.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione eterogenea; si impianta

prevalentemente su sabbia e su *matte* ed ha un ricoprimento che va dal 30 al 70%. La percentuale di rizomi plagiotropi è del 40%. Il sedimento della zona di confine è costituito prevalentemente da massi e sabbia. *Ripple marks* sono presenti nelle stazioni 71 e 73 con altezza differenti; formazioni erosive, quali marmitte e canali intermatte, si riscontrano nelle stazioni 72 e 73 (tabella 4.1.23.1).

Tabella 4.1.23.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
23	71	Chiazze	30	-	-	sabbia- <i>matte</i>	-	ciottoli-sabbia	10-20
	72	Continua	70	-	40	roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	massi-ghiaia	-
	73	Radure	50	-	40	sabbia-roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte	massi-sabbia	<10

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $345,0 \pm 18,8$ fasci/m² nella stazione 71 ad un massimo di $503,1 \pm 15,4$ fasci/m² nella stazione 72. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,1 e 6,4 (I campagna) e tra 5,3 e 8,0 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 72 (117,2cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 72 nel corso della I campagna ($17,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 71 nella II campagna ($3,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 71 (57,6%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 5,8 e 10,9% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1986 – 2006. La stazione 73 mostra il valore più elevato di numero medio di foglie prodotte annualmente ($8,9 \pm 0,1$), mentre le stazioni 71 e 72 presentano valori simili tra loro ($8,1 \pm 0,1$ e $7,6 \pm 0,1$ rispettivamente). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano il valore più elevato nella stazione 73 ($10,6 \pm 0,7 \text{ mm}$ - $0,188 \pm 0,014 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati nelle stazioni 72 e 73 negli anni lepidocronologici 1999 e 2004 con un indice di fioritura che va da 5 a 50%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.23.2 e nelle tabelle 4.1.23.2 e 4.1.23.3.

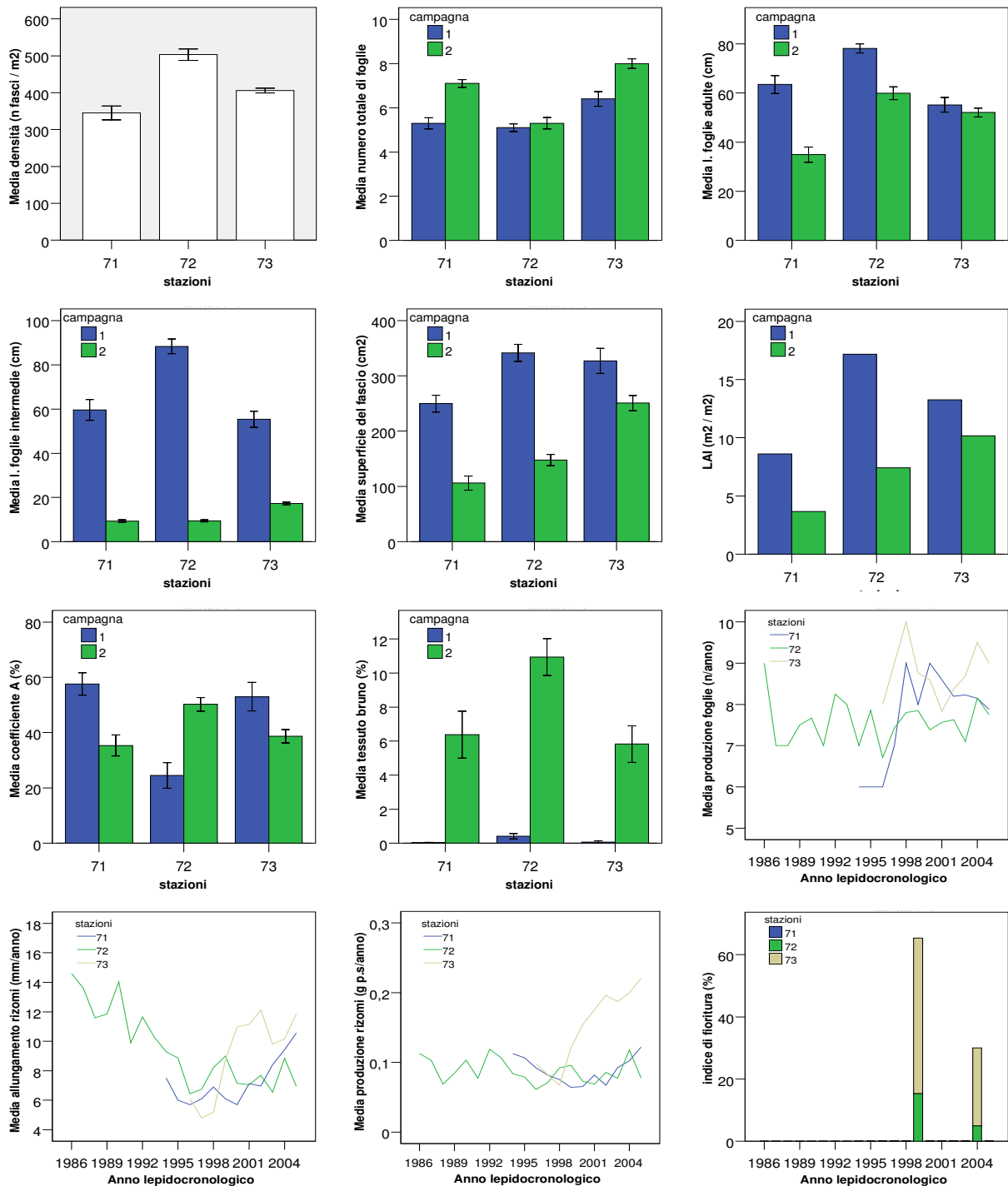


Figura 4.1.23.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.23.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
23	I	71	3,1 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	107,8
		72	2,9 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	117,2
		73	3,6 $\pm$ 0,2	2,6 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	106,8
	II	71	3,4 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	97,2
		72	2,7 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	97,4
		73	4,2 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	90,1

Tabella 4.1.23.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
23	71	6,5 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	0,162 $\pm$ 0,026
	72	8,0 $\pm$ 0,1	3,8 $\pm$ 0,1	0,124 $\pm$ 0,015
	73	7,0 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,1	0,134 $\pm$ 0,031

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle tre stazioni del tratto costiero 23 mostrano una generale omogeneità nel loro stato trofico, tipico di aree oligotrofiche, ad eccezione della stazione 72 (Finale di Pollina) in cui è possibile evidenziare livelli superiori di trofismo. Si evidenziano, generalmente, livelli delle diverse variabili superiori nella prima campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,32 $\pm$ 0,08 e 1,30 $\pm$ 0,59%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,22 $\pm$ 0,05 e 0,85 $\pm$ 0,02 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,04 $\pm$ 0,01 e 0,84 $\pm$ 0,02 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili in tutte le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 25,03 $\pm$ 9,64 e 267,15 $\pm$ 29,96 μ g/g, dei Protidi tra 56,91 $\pm$ 21,04 e 404,28 $\pm$ 23,04 μ g/g e dei Glucidi tra 46,59 $\pm$ 7,35 e 515,07 $\pm$ 26,16 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,50 $\pm$ 0,17 e 6,01 $\pm$ 1,96, sottolineando un accumulo di detrito proteico nei sedimenti della stazione 71 (S. Stefano di Camastra).

Nel corso della I campagna la stazione 73 presenta un maggiore arricchimento in ^{13}C ($\delta^{13}\text{C}$, -19,94 $\pm$ 0,12‰), arricchimento che cresce durante la II campagna (-17,34 $\pm$ 0,20‰). Tale andamento si registra anche nelle altre stazioni comprese nel tratto costiero 23. Per quanto riguarda il $\delta^{15}\text{N}$, nel corso della I campagna, il valore maggiore si registra nella stazione 73 (2,67 $\pm$ 0,15‰), mentre il



valore minimo nella stazione 71 ($1,01 \pm 0,13\%$). Durante la II campagna il valore varia da $1,73 \pm 0,30\%$ nella stazione 73 a $2,32 \pm 0,25\%$.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.23.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La comunità meiobentonica del tratto costiero 23 presenta densità maggiore in corrispondenza della stazione 73 in cui si registra un valore costante nei due periodi di campionamento (564 ± 209 ind. 10 cm^{-2} e 564 ± 75 ind. 10 cm^{-2} , rispettivamente). Le densità minori si riscontrano nella stazione 71 (da 56 ± 5 ind. 10 cm^{-2} a 97 ± 10 ind. 10 cm^{-2}).

Il rapporto Ne/Co varia da un minimo di $0,44 \pm 0,10$ nella stazione 71 ad un picco massimo di $18,49 \pm 7,31$ nella stazione 73.

La figura 4.1.23.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

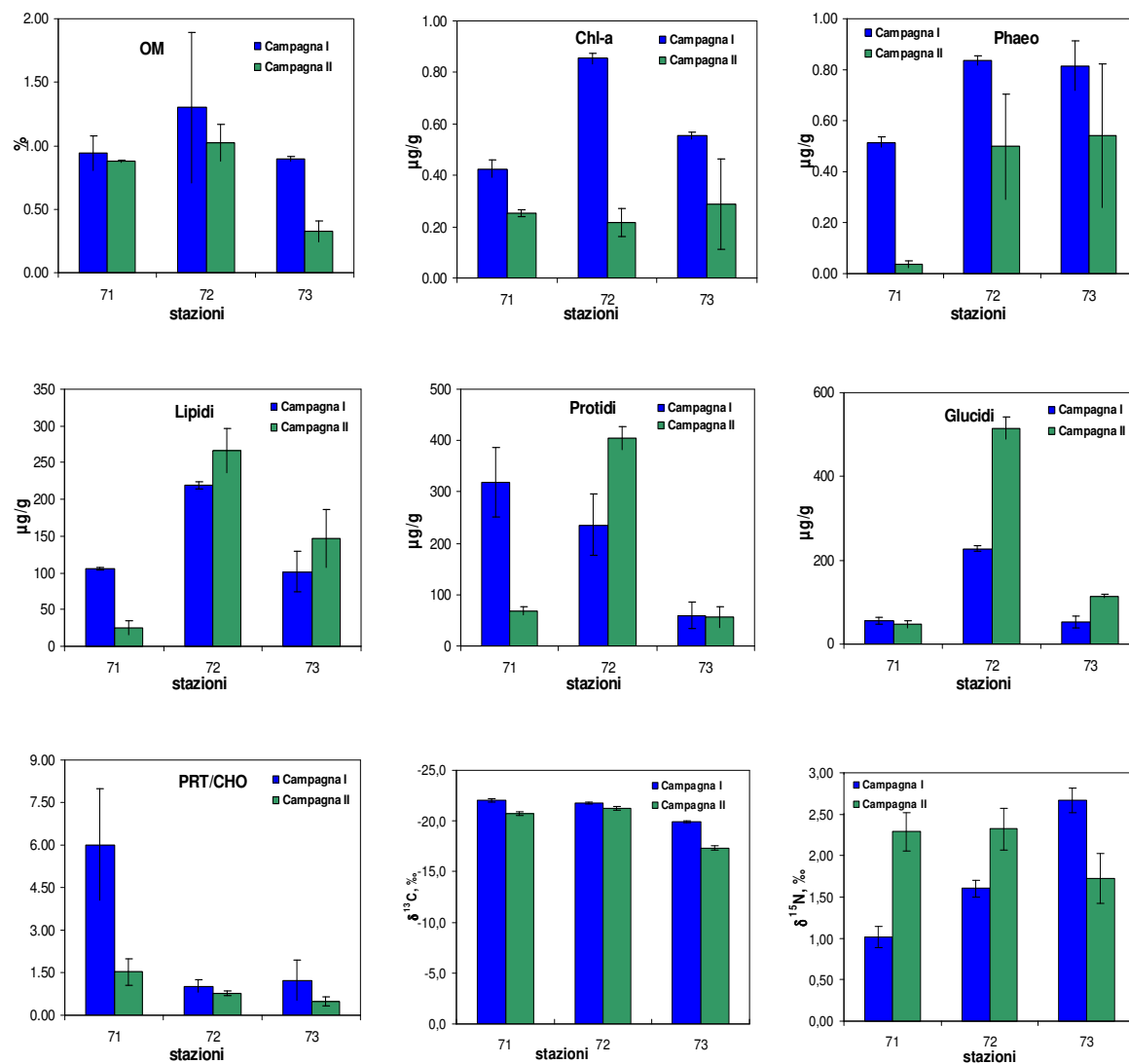


Figura 4.1.23.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

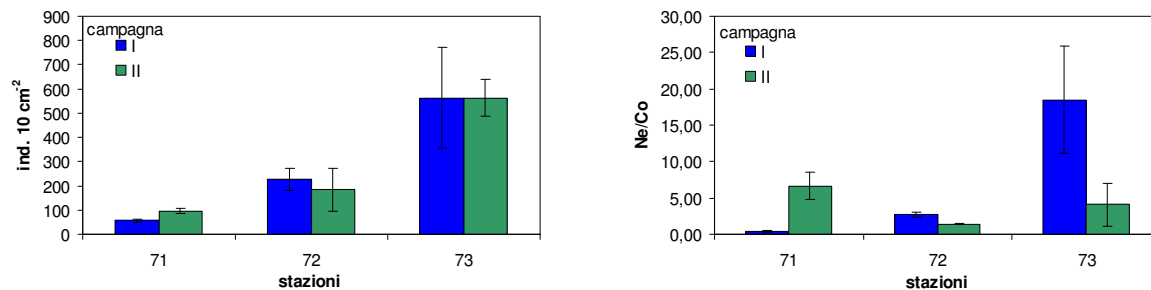


Figura 4.1.23.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.24 Tratto costiero 24 - da Cefalù a Capo Zafferano

Il tratto costiero compreso tra Cefalù e Capo Zafferano si sviluppa per circa 70 km ed è interessato da attività turistiche di un certo rilievo dovute alla presenza di numerosi complessi alberghieri e villaggi turistici. La configurazione geografica dell'entroterra è rappresentata dal complesso montuoso prevalentemente calcareo delle Madonie, da cui si originano numerosi corsi d'acqua che esercitano una certa influenza sull'assetto ambientale della fascia costiera. Gli insediamenti produttivi, malgrado la presenza del porto industriale e commerciale di Termini Imerese, sono scarsamente rappresentati e limitati ad attività legate alla produzione di sostanze chimiche per l'agricoltura ed alla distillazione del vino. Da segnalare la centrale termoelettrica dell'ENEL in prossimità di Termini Imerese che determina con la sua attività un impatto termico sull'ecosistema marino costiero non trascurabile.

Nel tratto costiero sono state posizionate 7 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.24.1).

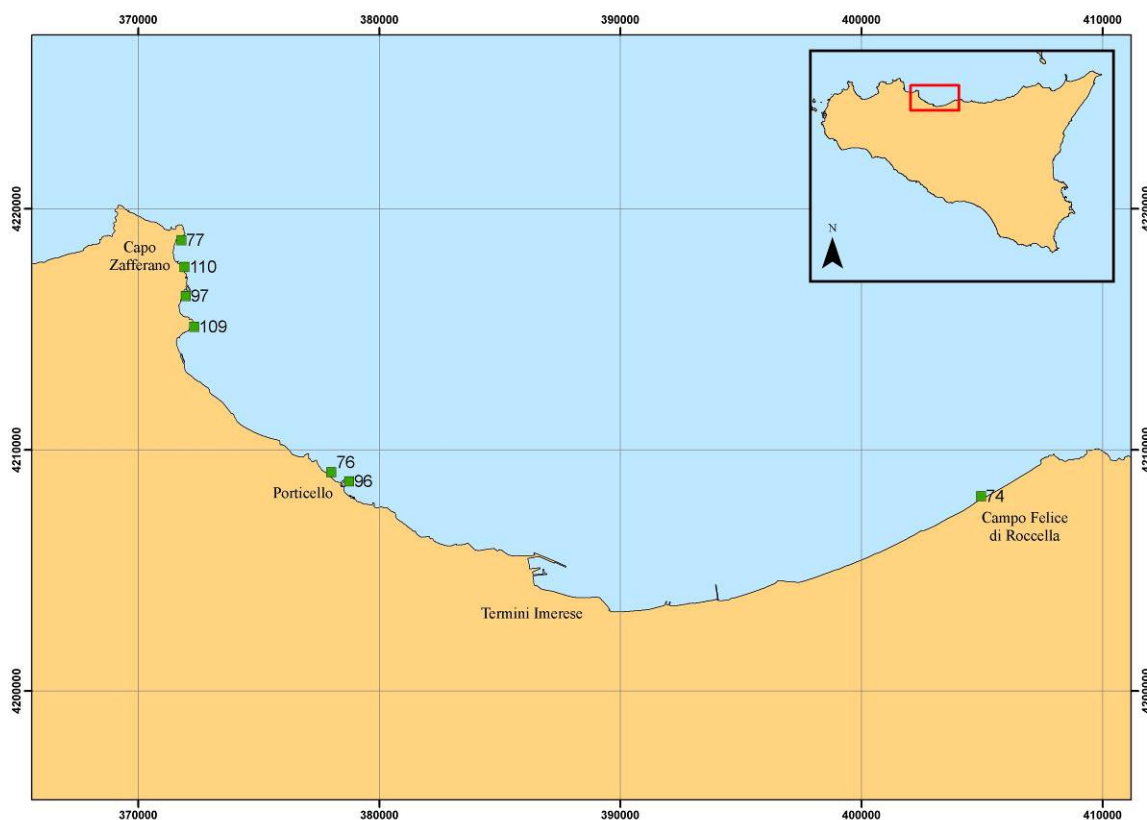


Figura 4.1.24.1 – Ubicazione delle stazioni nel tratto costiero tra Cefalù e Capo Zafferano

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero ricopre circa il 5,2% (982 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m, mentre è presente un'elevata

percentuale di *Cymodocea nodosa* (15,9%) (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è di tipo progressivo su fondo roccioso a profondità di 26-33m mentre si rileva un limite progressivo su fondo sabbioso a 32m. Talvolta il limite diventa di tipo netto a profondità di 18m con colonie isolate su substrato roccioso che si interrompono quando il substrato diventa sabbioso.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze e continua; si impianta prevalentemente su sabbia, roccia e *matte* ed ha un ricoprimento del 50-80%. *Matte* morta è stata riscontrata solo nelle stazioni 76 e 96 con valori rispettivamente di 10 e 20%. La percentuale di rizomi plagiotropi va da 30 a 95%. Il sedimento della zona di confine è eterogeneo. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nelle stazioni 76 e 110 con un'altezza inferiore ai 10cm; in quasi tutte le stazioni si riscontrano marmitte di erosione, canali intermatte ed erosione dovuta ad ancoraggi (tabella 4.1.24.1).

Tabella 4.1.24.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
24	74	Chiazze	-	-	95	roccia	-	massi-limo	-
	96	Continua	80	20	50	sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmitte-canali intermatte-ancore	Sabbia	-
	76	Continua	80	10	40	sabbia -roccia- <i>matte</i>	marmitte-ancore	massi-sabbia- sabbia organogena	<10
	97	Chiazze	65	-	50	sabbia- <i>matte</i> - fango	-	sabbia-limo-sabbia organogena	-
	109	Continua	50	-	80	roccia	marmitte	massi-ciottoli- sabbia	-
	110	Continua	70	-	30	sabbia- <i>matte</i>	marmitte-ancore	sabbia-sabbia organogena	<10
	77	Continua	70	-	50	<i>matte</i>	marmitte-canali intermatte-ancore	massi-sabbia	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $213,8 \pm 12,2$ fasci/m² nella stazione 97 ad un massimo di $406,3 \pm 19,4$ fasci/m² nella stazione 74. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 4,4 e 5,6 (I campagna) e tra 6,2 e 7,9 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 109 (125,2cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione 109 nel corso della I campagna ($10,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano nella stazione 97 nella II campagna ($2,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 74 (52,3%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 2,2 e 14,2% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1987 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente varia da $7,4 \pm 0,1$ (stazione 96) a $8,2 \pm 0,1$ (stazione 77). Sia

l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 110 ($11,8 \pm 0,5 \text{ mm}$ - $0,152 \pm 0,006 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati nelle stazioni 76, 77 e 96 in diversi anni lepidocronologici con un indice di fioritura che va da 4,8 a 20%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.24.2 e nelle tabelle 4.1.24.2 e 4.1.24.3.

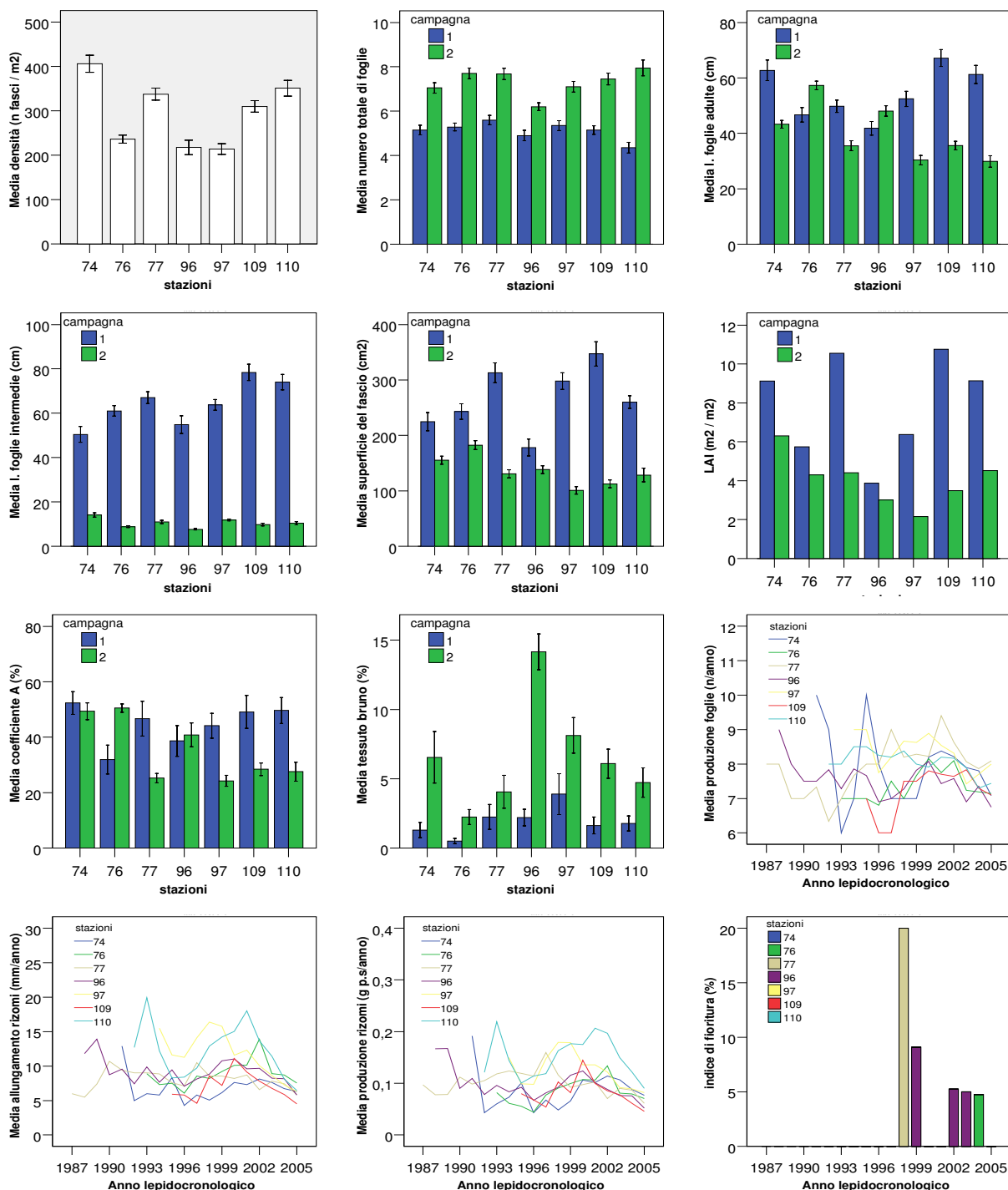


Figura 4.1.24.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.24.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
24	I	74	2,7 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0	106,1
		76	2,3 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,1	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	93,8
		77	2,5 $\pm$ 0,2	3,1 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	100,2
		96	2,1 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	99,7
		97	2,4 $\pm$ 0,2	3,0 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	101,9
		109	2,9 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	125,2
		110	2,2 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	-	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	112,6
	II	74	3,5 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	66,2
		76	3,4 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	99,8
		77	2,9 $\pm$ 0,2	3,7 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	72,3
		96	3,1 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	99,2
		97	2,8 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,2	1,3 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	69,2
		109	2,9 $\pm$ 0,2	3,4 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	70,9
		110	3,2 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,3	1,6 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	64,9

Tabella 4.1.24.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
24	74	7,5 $\pm$ 0,1	3,8 $\pm$ 0,1	0,146 $\pm$ 0,026
	76	5,2 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	0,234 $\pm$ 0,038
	77	7,5 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,1	0,213 $\pm$ 0,038
	96	8,8 $\pm$ 0,2	3,7 $\pm$ 0,1	0,121 $\pm$ 0,020
	97	4,3 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,1	0,106 $\pm$ 0,024
	109	5,6 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,1	0,102 $\pm$ 0,018
	110	8,4 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,1	0,175 $\pm$ 0,028

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti delle sette stazioni del tratto costiero 24 è possibile evidenziare un gradiente crescente nello stato trofico da est a ovest. Le stazioni 109 (Diving – Soltanto) e 110 (Sant'Elia), infatti, presentano un accumulo delle diverse componenti della materia organica sedimentaria. Tale incremento è più evidente durante il secondo periodo di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,28 $\pm$ 0,05 e 5,16 $\pm$ 0,56%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,28 $\pm$ 0,01 e 4,41 $\pm$ 0,01 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,06 $\pm$ 0,02 e 5,00 $\pm$ 0,16 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile sono paragonabili in tutte le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 43,60 $\pm$ 20,69 e 748,95 $\pm$ 36,80 μ g/g, dei Protidi



tra $15,49 \pm 3,76$ e $3803,82 \pm 101,06 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $29,48 \pm 1,94$ e $3695,82 \pm 115,62 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,28 \pm 0,09$ e $7,26 \pm 1,46$. L'andamento di tale rapporto evidenzia un generale accumulo di detrito refrattario in tutto il tratto costiero.

Nel corso della I campagna il valore del $\delta^{13}\text{C}$ varia da $-20,35 \pm 0,15\text{‰}$, registrato nella stazione 97 a $-13,33 \pm 0,07\text{‰}$ registrato nella stazione 77. Durante la II campagna i valori variano, invece, tra $-19,64 \pm 0,06\text{‰}$ nella stazione 74 a $-7,38 \pm 1,08\text{‰}$ riscontrato nella stazione 76.

Per quanto riguarda il rapporto isotopico dell'azoto, la materia organica sedimentaria presenta, nel corso della II campagna, valori maggiormente arricchiti in ^{15}N , con un picco massimo del $\delta^{15}\text{N}$ nella stazione 110 ($4,23 \pm 0,23\text{‰}$).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.24.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Il tratto costiero 24 comprende numerose stazioni che presentano una distribuzione spaziale meiobentonica piuttosto irregolare. In particolare, la densità maggiore si registra nella stazione 74 (358 ± 251 ind. 10 cm^{-2} , I campagna), mentre il picco minimo nella stazione 77 (32 ± 11 ind. 10 cm^{-2} , II campagna).

Il rapporto Ne/Co risulta compreso, nel corso della I campagna tra $0,43 \pm 0,10$ registrato nella stazione 77 e $14,57 \pm 8,81$ della stazione 74, mentre nel corso della II campagna tra $0,80 \pm 0,25$ della stazione 76 e $26,40 \pm 7,69$ della stazione 110.

La figura 4.1.24.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

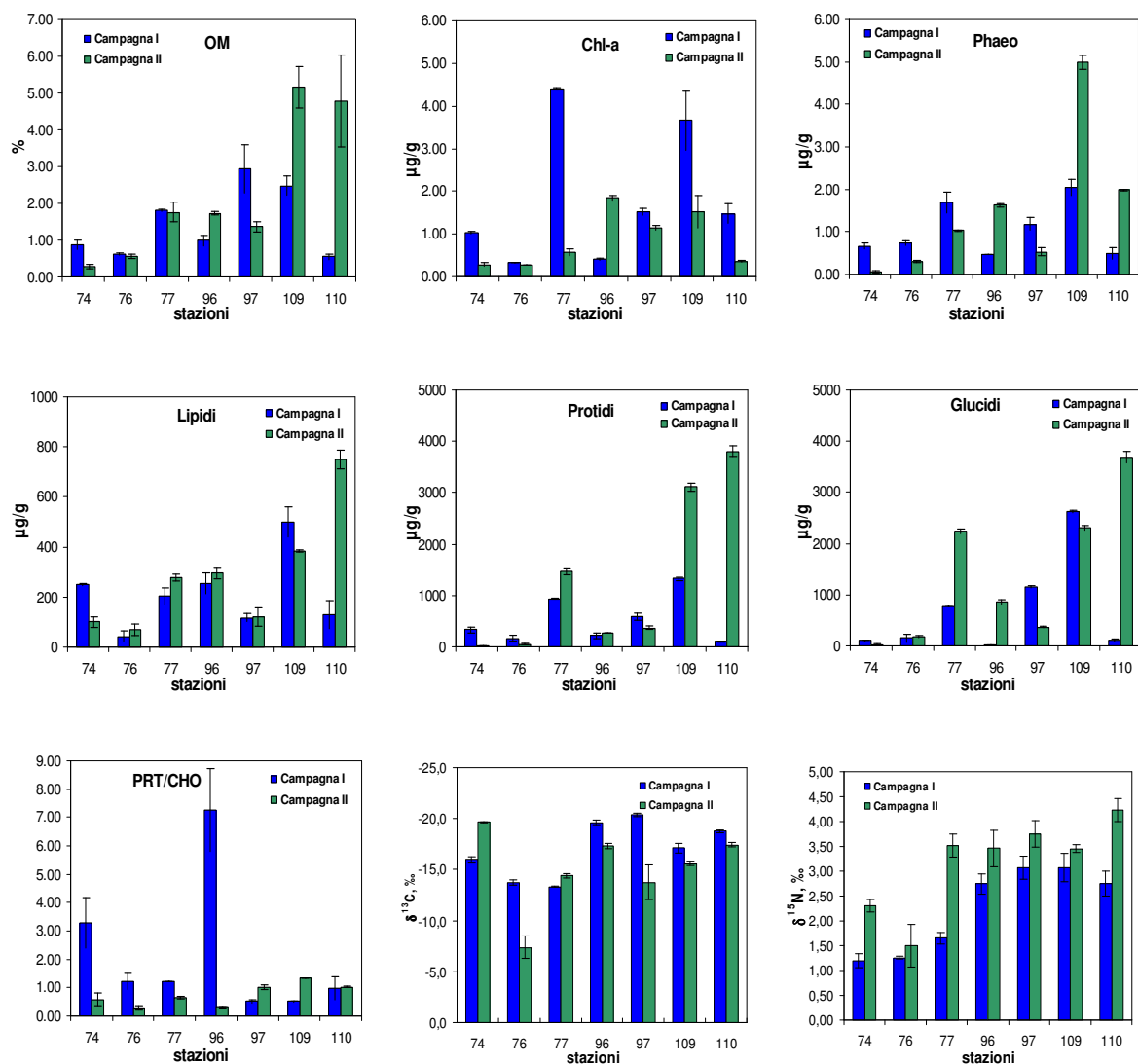


Figura 4.1.24.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

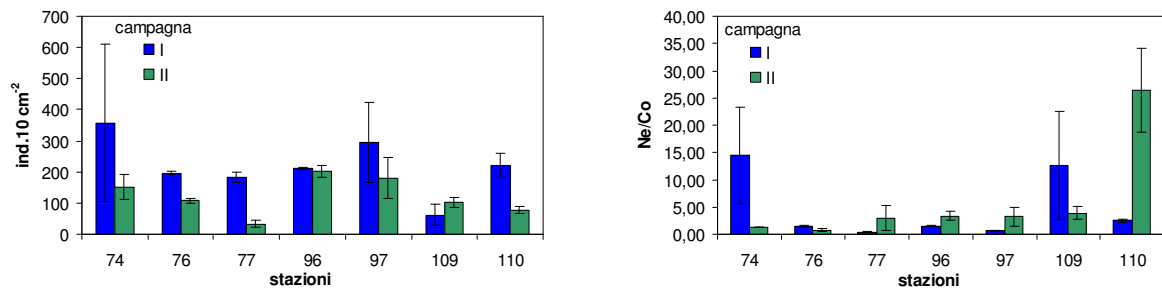


Figura 4.1.24.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.25 Tratti costieri 25 - 27 – Arcipelago delle Egadi

L'Arcipelago delle Egadi, posizionato di fronte alla costa occidentale della Sicilia tra Trapani e Marsala, comprende tre isole - Favignana, Levanzo e Marettimo - e gli isolotti di Maraone e Formica. Le isole Egadi fanno parte della piattaforma continentale con la quale condividono la natura carbonatica. Nel 1989 è stata istituita l'Area Marina Protetta "Isole Egadi" che, con una superficie di 523 km², è la più estesa riserva marina italiana. Favignana, l'isola più grande dell'arcipelago, presenta una costa molto frastagliata e caratterizzata da diverse grotte e cale. Levanzo, la più piccola, presenta una vegetazione brulla. Al suo interno numerose grotte di età preistorica testimoniano che questi luoghi erano già frequentati nell'antichità. Marettimo, l'isola più lontana dalla terraferma, presenta una struttura tipicamente montuosa con una morfologia piuttosto accidentata, caratterizzata da una serie di rilievi distribuiti soprattutto lungo una dorsale centrale ed intervallati a canali o forre, talora profondi e incassati. La linea di costa lunga circa 18 km è molto tortuosa con numerose insenature e cale alternate spesso a piccoli promontori.

Nell'arcipelago sono stati individuati tre tratti costieri in ognuno dei quali è stata posizionata una stazione di misura e prelievo (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.25.1).

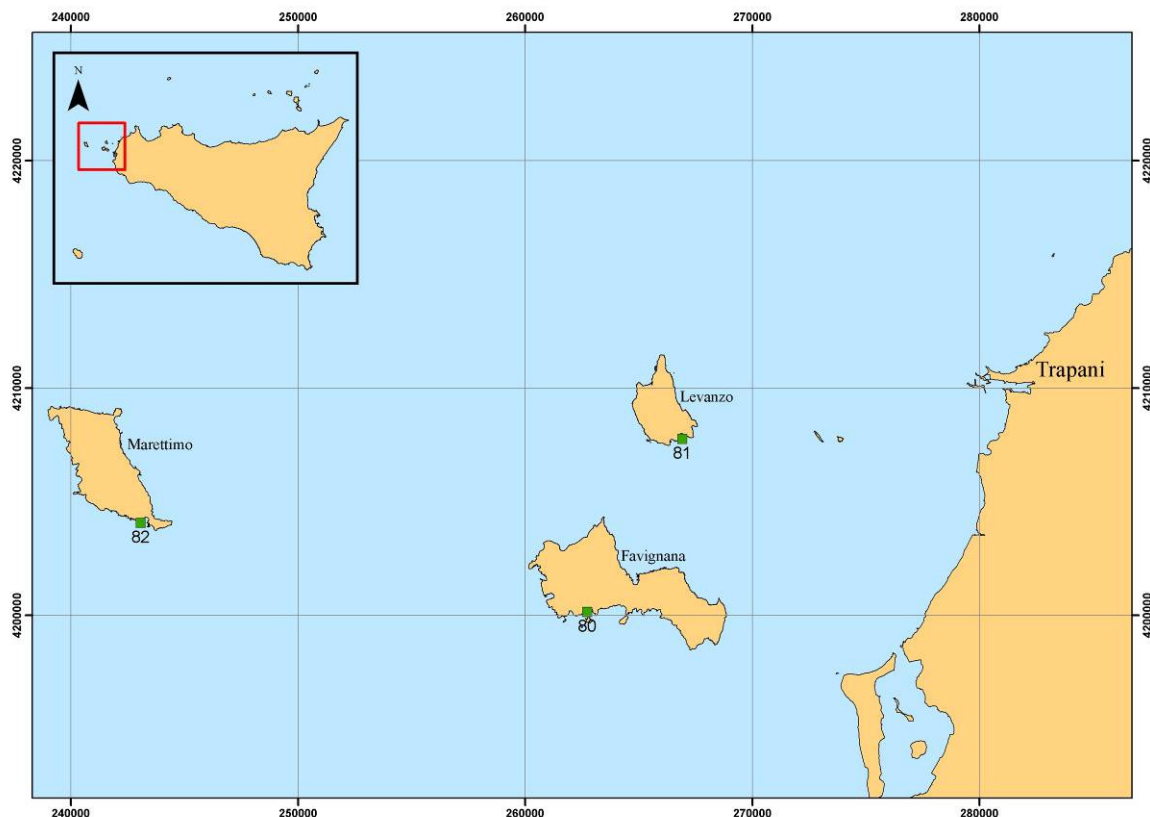


Figura 4.1.25.1 – Ubicazione delle stazioni nei tratti costieri dell'Arcipelago delle Isole Egadi

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

Isola di Favignana - la prateria di *P. oceanica* presente lungo le coste dell'isola ricopre circa il 79,8% (8697 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo, su fondo sabbioso o roccioso, a profondità sempre superiori a 30m. In alcuni casi, si interrompe in modo netto a circa 19m per la variazione del substrato.

Isola di Levanzo - la prateria ricopre circa il 13,6% (391 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m e mostra un limite inferiore principalmente di tipo progressivo a profondità comprese tra 35 e 40m su fondo roccioso o sabbioso.

Isola di Marettimo - la prateria ricopre circa il 36% (908 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m; il limite inferiore presenta differenti situazioni in parte legate al tipo substrato di impianto. Ad un limite di tipo progressivo su sabbia a profondità comprese tra 28 e 37m, si contrappone un tipo di limite netto della prateria installata su roccia a profondità comprese tra 23 e 30m.

Nelle stazioni analizzate le praterie sono caratterizzate da una distribuzione continua; si impiantano su sabbia e su *matte* a Favignana e Levanzo e su roccia a Marettimo. Il ricoprimento delle praterie va da 60 a 98%. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta mediamente del 25%. Il sedimento della zona di confine è costituito prevalentemente da sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente a Favignana con un'altezza compresa tra 10 e 20cm; strutture erosive sono presenti a Favignana e Marettimo e solo nella prima sono presenti anche arature da ancoraggio (tabella 4.1.25.1).

Tabella 4.1.25.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
25	80	Continua	98	-	-	sabbia-matte	marmitte-canali intermatte-ancore	sabbia organogena	10-20
26	81	Continua	70	-	30	sabbia-matte	-	sabbia-sabbia organogena	-
27	82	Continua	60	-	20	roccia	marmitte-canali intermatte	massi-sabbia	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $378,8 \pm 24,1$ fasci/m² nella stazione di Levanzo ad un massimo di $572,2 \pm 24,6$ fasci/m² nella stazione di Favignana. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,3 (I campagna) e 6,7 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione di



Favignana (140,3cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nella stazione di Marettimo in entrambe le campagne (18,8 e 18,2m²/m²); i valori più bassi si registrano nella stazione di Levanzo in entrambe le campagne (12,5 e 7,9m²/m²). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione di Favignana (68,5%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta nella II campagna un valore compreso tra 9,1 e 13,5% rispettivamente a Marettimo e a Levanzo.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1984 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente varia da 7,2±0,1 (Marettimo) a 8,0±0,1 (Levanzo). Sia l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione di Marettimo (10,7±0,5mm - 0,133±0,008 g ps/anno). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati a Favignana e Marettimo negli anni lepidocronologici 2003 e 2004 con un indice di fioritura che va da 5,6 a 17,5%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.25.2 e nelle tabelle 4.1.25.2 e 4.1.25.3.

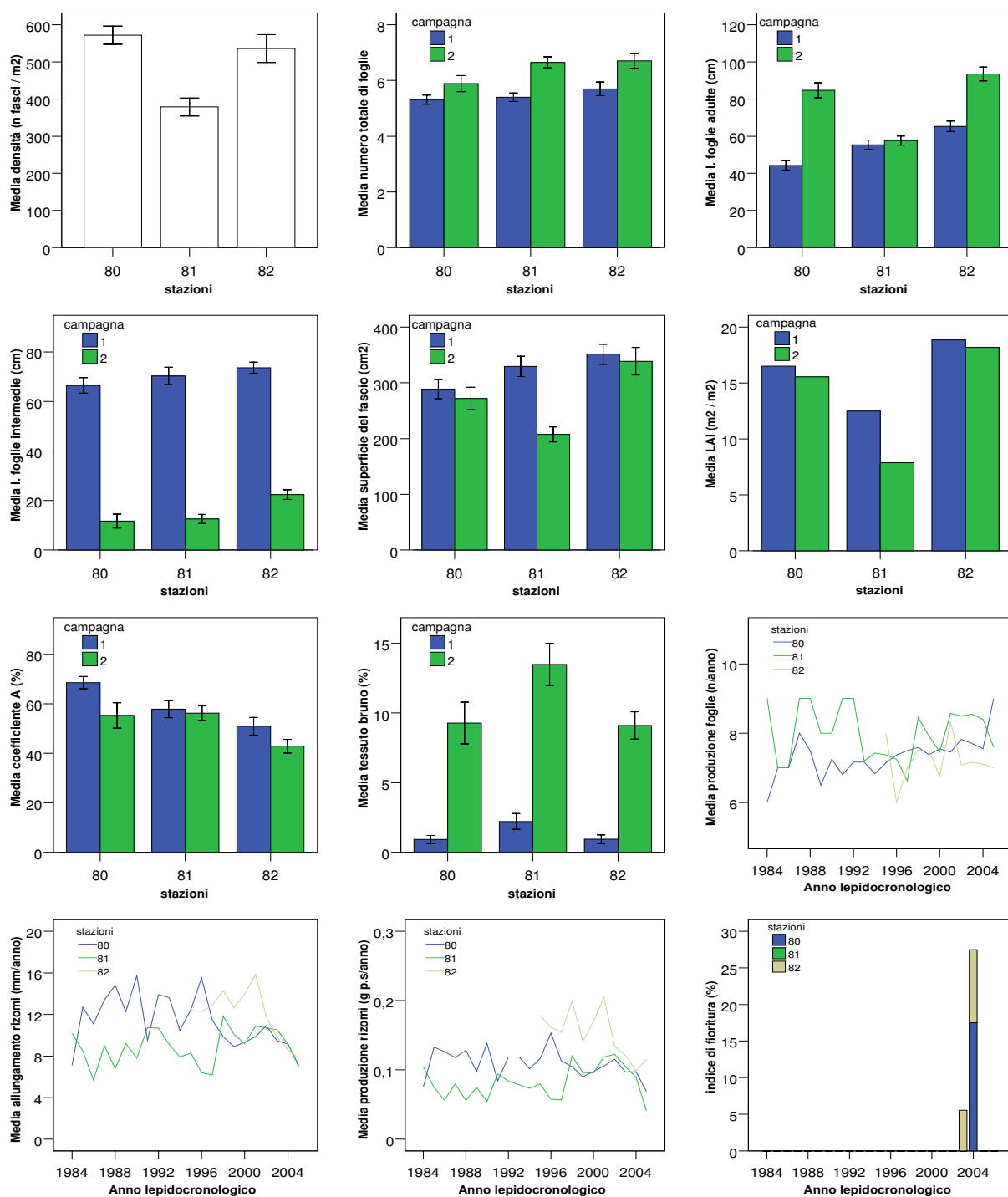


Figura 4.1.25.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.25.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
25	I	80	2,5 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,0	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	130,0
	II	80	2,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,0	1,1 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	140,3
26	I	81	2,5 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,1	-	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	-	112,0
	II	81	3,5 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	1,5 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	104,8
27	I	82	2,7 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	122,0
	II	82	3,5 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	134,9

Tabella 4.1.25.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
25	80	9,3 $\pm$ 0,4	4,9 $\pm$ 0,1	0,315 $\pm$ 0,035
26	81	11,0 $\pm$ 0,2	4,8 $\pm$ 0,1	0,18 $\pm$ 0,031
27	82	7,2 $\pm$ 0,2	4,6 $\pm$ 0,1	0,227 $\pm$ 0,041

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 80, coincidente con l'Isola di Favignana, è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Lo stato trofico risulta maggiore durante la seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 2,19 $\pm$ 0,18 e 2,83 $\pm$ 0,16%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 2,20 $\pm$ 0,22 e 5,21 $\pm$ 1,06 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,35 $\pm$ 0,05 e 1,47 $\pm$ 0,27 μ g/g. I livelli di questa variabile sono inferiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica attiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 41,92 $\pm$ 11,59 e 375,79 $\pm$ 10,65 μ g/g, dei Protidi tra 445,83 $\pm$ 30,42 e 867,29 $\pm$ 26,00 μ g/g e dei Glucidi tra 700,65 $\pm$ 14,69 e 2842,19 $\pm$ 79,54 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,29 $\pm$ 0,03 e 0,64 $\pm$ 0,06, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di detrito refrattario.

Nei sedimenti della stazione 81, coincidente con l'Isola di Levanzo, è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Lo stato trofico risulta maggiore durante la seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 2,50 $\pm$ 0,06 e 3,04 $\pm$ 0,46%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 1,57 $\pm$ 0,12 e 3,04 $\pm$ 0,16 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,81 $\pm$ 0,08 e 3,63 $\pm$ 0,17 μ g/g. I livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un equilibrio tra

biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $461,95 \pm 45,57$ e $539,37 \pm 47,63 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $893,10 \pm 11,08$ e $2199,91 \pm 123,79 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $2463,00 \pm 90,80$ e $9861,07 \pm 104,68 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,22 \pm 0,01$ e $0,37 \pm 0,01$, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di detrito refrattario.

Nei sedimenti della stazione 82, coincidente con l'Isola di Marettimo, è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili. Rispetto alle altre due Isole Egadi i sedimenti di Marettimo presentano un trofismo tipico di aree oligotrofiche, con livelli maggiori durante la prima campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $1,30 \pm 0,09$ e $1,39 \pm 0,20\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,37 \pm 0,03$ e $0,92 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $0,57 \pm 0,04$ e $0,92 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$. I livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $328,26 \pm 9,25$ e $600,88 \pm 42,87 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $235,57 \pm 21,51$ e $404,65 \pm 63,12 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $876,94 \pm 228,08$ e $961,80 \pm 22,96 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,28 \pm 0,06$ e $0,42 \pm 0,07$, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di detrito refrattario.

Il $\delta^{13}\text{C}$ varia da $-20,01 \pm 0,18\text{‰}$ nella stazione 82 a $-18,53 \pm 0,12\text{‰}$ nella stazione 80 (I campagna). Nel corso della II campagna si assiste ad un arricchimento in ^{13}C , infatti, il $\delta^{13}\text{C}$ varia da $-17,66 \pm 0,27\text{‰}$ nella stazione 80 a $-14,77 \pm 0,34$ nella stazione 82. Il $\delta^{15}\text{N}$ presenta, nel corso della I campagna, il valore maggiore nella stazione 80 ($2,46 \pm 0,47\text{‰}$) e il picco minimo nella stazione 81 ($0,83 \pm 0,43\text{‰}$). Durante la II campagna i valori si mantengono piuttosto costanti, variando da $1,31 \pm 0,22\text{‰}$ (stazione 82) a $1,77 \pm 0,17\text{‰}$ (stazione 81).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nei tratti di costa considerati sono riportate nella figura 4.1.25.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica varia, nel corso della I campagna, da un massimo di $257 \pm 170 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$ nella stazione 80 ad un minimo di $162 \pm 12 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$ nella stazione 81. Durante la II campagna è ancora una volta la stazione 80 a far registrare il valore maggiore di abbondanza meiobentonica con $536 \pm 76 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$; il picco minimo si rileva, invece, nella stazione 81 ($81 \pm 5 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$).

Nel corso della I campagna il rapporto Ne/Co risulta basso nelle stazioni 80 e 81 ($0,57 \pm 0,15$ e $0,88 \pm 0,36$, rispettivamente), mentre nella stazione 82 si registra un valore pari a $9,90 \pm 4,14$. Durante la II campagna i valori risultano omogenei nelle stazioni 80 e 82 ($2,82 \pm 0,68$), mentre subiscono un incremento, rispetto alla I campagna, nella stazione 81 ($5,37 \pm 0,75$).

La figura 4.1.25.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nei tratti di costa considerati.

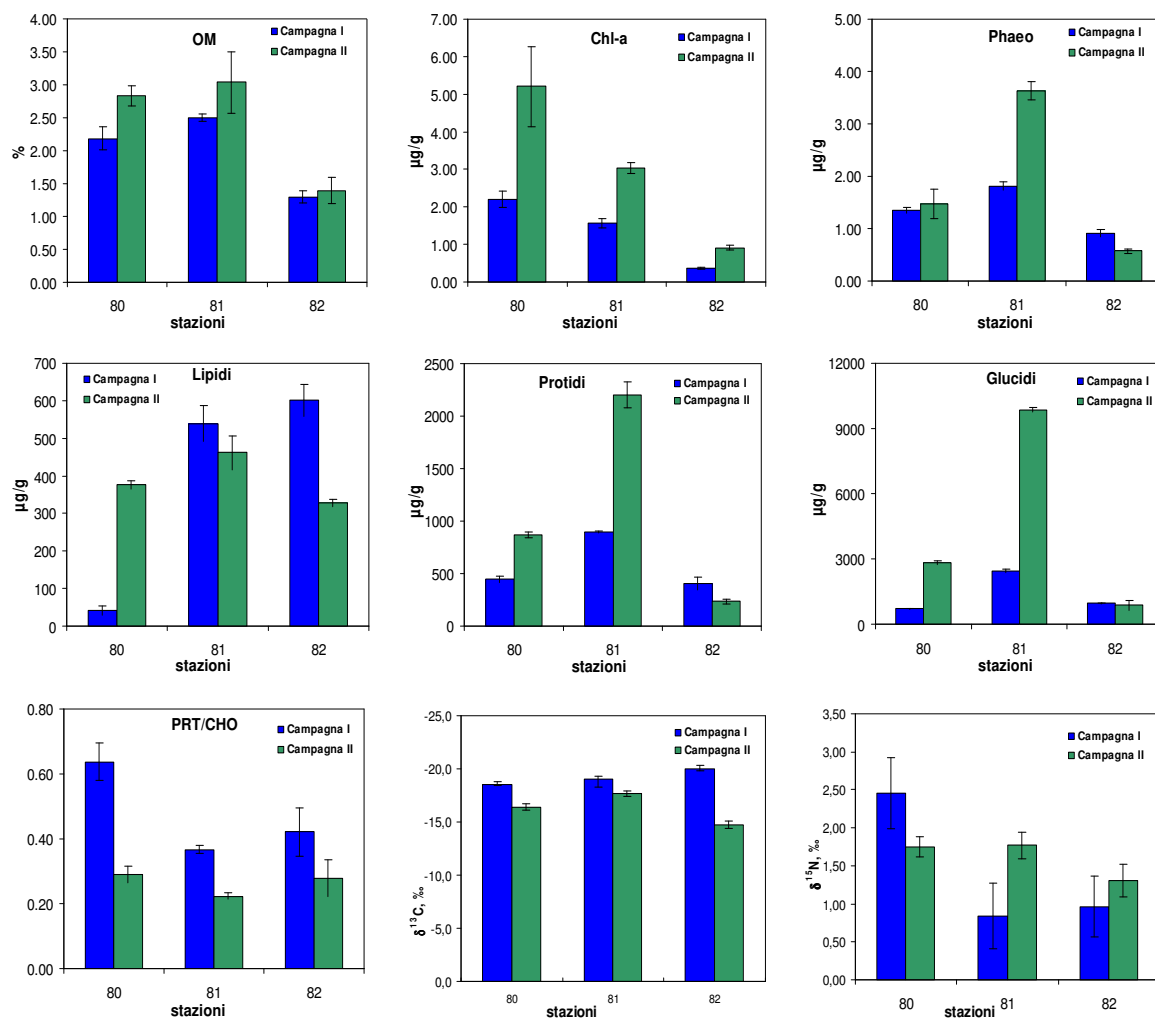


Figura 4.1.25.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

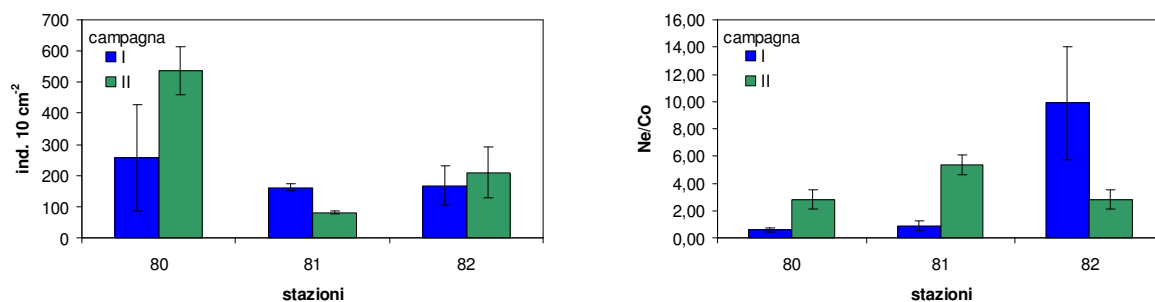


Figura 4.1.25.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.26 Tratto costiero 28 - Isola di Pantelleria

L'isola di Pantelleria, di origine vulcanica, è localizzata nel Canale di Sicilia e presenta una forma ovale con orientamento NW-SE, distando circa 110 km da Mazara del Vallo e 70 km da Capo Mustafà in Tunisia. Lo sviluppo costiero è di 51,5 km per una superficie di 83 km². Le coste sono alte e frastagliate e bordate da una stretta piattaforma di abrasione, con grossi massi che spesso mostrano la parte superiore affiorante.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.26.1).

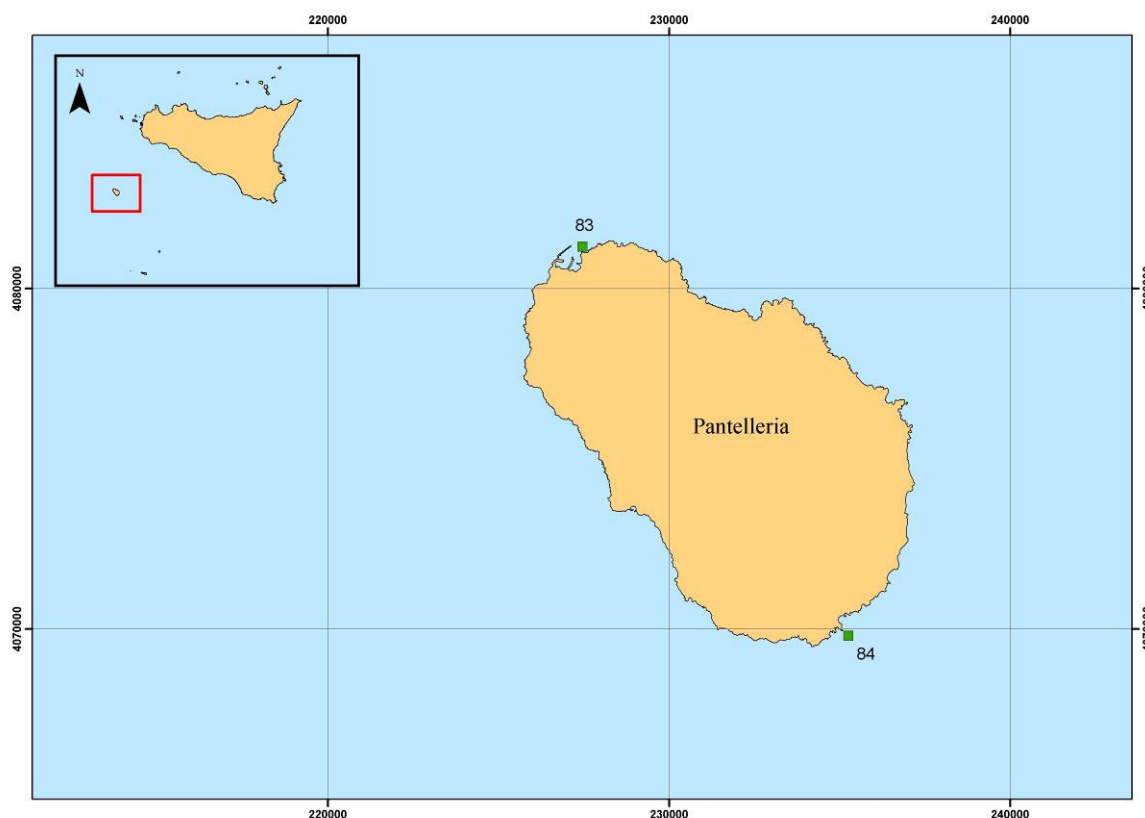


Figura 4.1.26.1 – Ubicazione delle stazioni nell'Isola di Pantelleria

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente lungo le coste dell'Isola di Pantelleria ricopre circa il 29% (679 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). Il limite inferiore è principalmente di tipo progressivo sia su fondo roccioso che mobile a profondità di 32-36m. In alcuni casi si ha un limite netto delle chiazze a 24-27m, quando la roccia termina su fondo sabbioso.

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze; si impianta su

sabbia e su roccia ed ha un ricoprimento che va dal 30 al 60%. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta mediamente del 50%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, ghiaia, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti esclusivamente nella stazione 84 con un'altezza compresa tra 10 e 20cm; si riscontrano formazioni erosive solo nella stazione 83 (tabella 4.1.26.1).

Tabella 4.1.26.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
28	83	Chiazze	60	-	60	Roccia	marmite-ancore	Massi	-
	84	Chiazze	30	-	40	sabbia-roccia	-	ghiaia-sabbia-sabbia organogena	10-20

I valori medi di densità dei fasci risultano comparabili tra le due stazioni dell'Isola con un valore medio totale di $431,7 \pm 21,2$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 5,6 (I campagna) e 7,3 (II campagna); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna nella stazione 84 (81,6cm). L'indice di area fogliare mostra valori compresi tra 6,7 e 8,6m²/m². Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la II campagna nella stazione 83 (60,4%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 4,4 e 8,1% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1984 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $8,2 \pm 0,1$. L'allungamento medio annuale dei rizomi mostra dei valori che variano da $9,9 \pm 0,2$ a $13,5 \pm 0,5$ mm, mentre la produzione media annuale evidenzia valori simili nelle due stazioni ($0,091 \pm 0,003$ e $0,095 \pm 0,005$ g ps/anno). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati esclusivamente nella stazione 83 nell'anno lepidocronologico 2000 con un indice di fioritura di 5,9%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.26.2 e nelle tabelle 4.1.26.2 e 4.1.26.3.

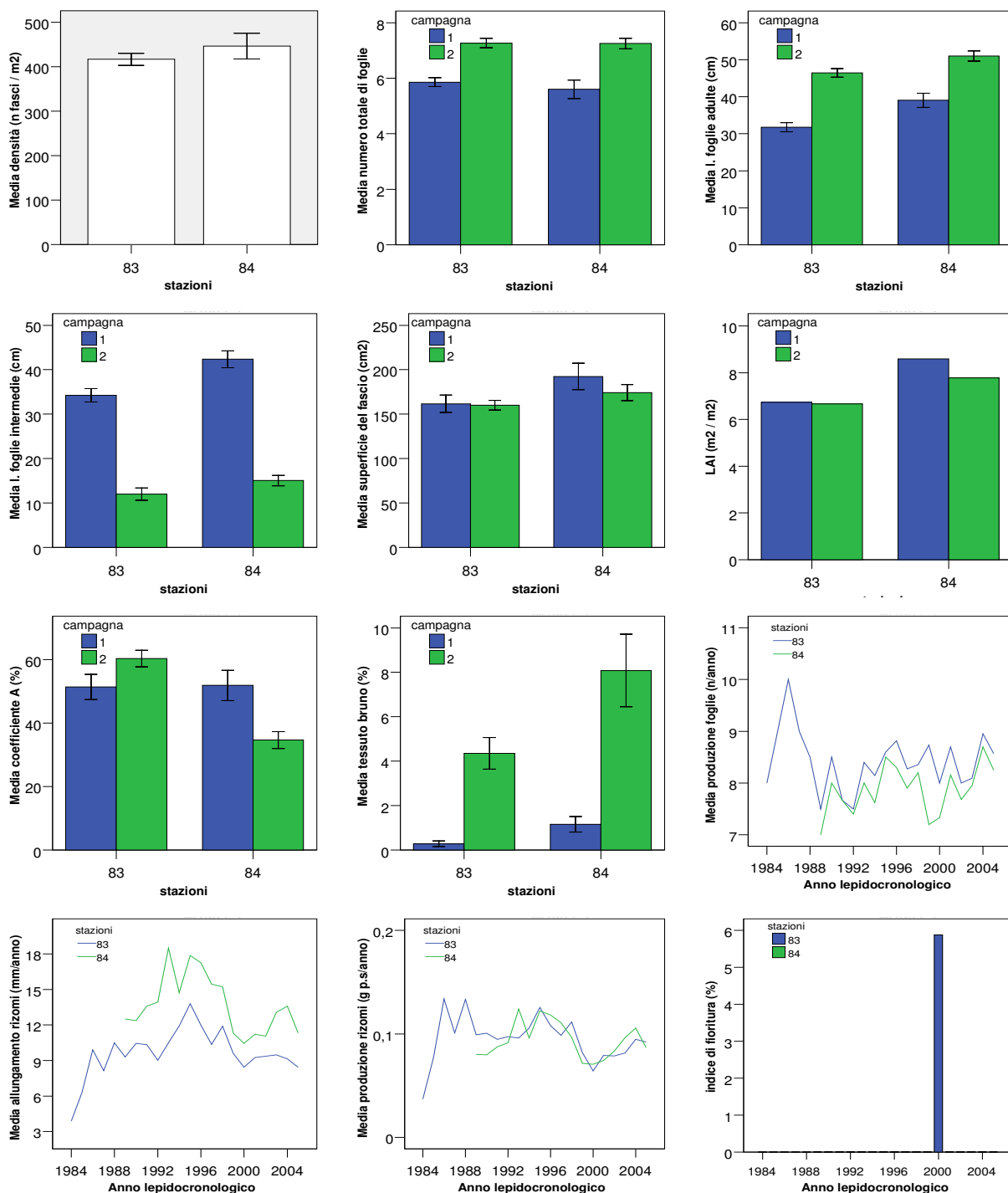


Figura 4.1.26.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.26.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
28	I	83	2,2 $\pm$ 0,1	3,6 $\pm$ 0,1	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	62,6
		84	2,4 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	75,7
	II	83	3,5 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	62,0
		84	3,3 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	81,6

Tabella 4.1.26.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
28	83	-	3,6 $\pm$ 0,1	0,175 $\pm$ 0,026
	84	-	4,3 $\pm$ 0,1	0,246 $\pm$ 0,024

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 28, ricadente nell'Isola di Pantelleria, presentano differenze nei livelli delle diverse variabili, con valori generalmente superiori nei sedimenti della stazione 83 (Pantelleria 1). Inoltre, è possibile evidenziare, tra le due stazioni, un andamento inverso tra i due periodi di campionamento, con livelli superiori nella seconda campagna per la stazione 83, superiori nella prima per la stazione 84 (Pantelleria 2). Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 0,46 $\pm$ 0,04 e 1,47 $\pm$ 0,30%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,96 $\pm$ 0,05 e 1,42 $\pm$ 0,04 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,71 $\pm$ 0,06 e 2,78 $\pm$ 0,11 μ g/g. In generale, i livelli di questa variabile nella stazione 83 sono superiori a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tale area un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 113,65 $\pm$ 21,48 e 964,57 $\pm$ 61,69 μ g/g, dei Protidi tra 83,07 $\pm$ 5,76 e 436,07 $\pm$ 62,55 μ g/g e dei Glucidi tra 146,61 $\pm$ 33,62 e 959,75 $\pm$ 97,43 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,42 $\pm$ 0,01 e 0,85 $\pm$ 0,05. L'andamento di tale rapporto mostra un accumulo di detrito giovane nell'intero tratto costiero.

Nel corso della I campagna il valore del $\delta^{13}\text{C}$ mostra valori simili nelle due stazioni, 83 e 84, comprese nel tratto costiero (-20,19 $\pm$ 0,10‰ e -20,24 $\pm$ 0,07‰, rispettivamente). Il rapporto si accresce durante la II campagna. Per quanto riguarda il $\delta^{15}\text{N}$, nel corso della I campagna si registrano valori pari a 1,06 $\pm$ 0,06‰ nella stazione 83 e 1,20 $\pm$ 0,08‰ nella stazione 84. Valori simili si riscontrano nel corso della II campagna in entrambe le stazioni.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.26.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica varia, nella stazione 83, tra la I e la II campagna, da 63 ± 5 ind. 10 cm^{-2} a 268 ± 117 ind. 10 cm^{-2} .

Tra i due periodi di campionamento non si registrano variazioni notevoli del rapporto Ne/Co che risulta, in particolare, $0,53 \pm 0,15$ nel corso della I campagna e $0,32 \pm 0,10$ durante la II campagna.

La comunità meiobentonica della stazione 84 è caratterizzata da una densità che varia da 41 ± 31 ind. 10 cm^{-2} nel corso della I campagna a 26 ± 6 ind. 10 cm^{-2} durante la II campagna.

Il rapporto Ne/Co varia, tra la I e la II campagna da $31 \pm 0,21$ a 26 ± 6 .

La figura 4.1.26.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

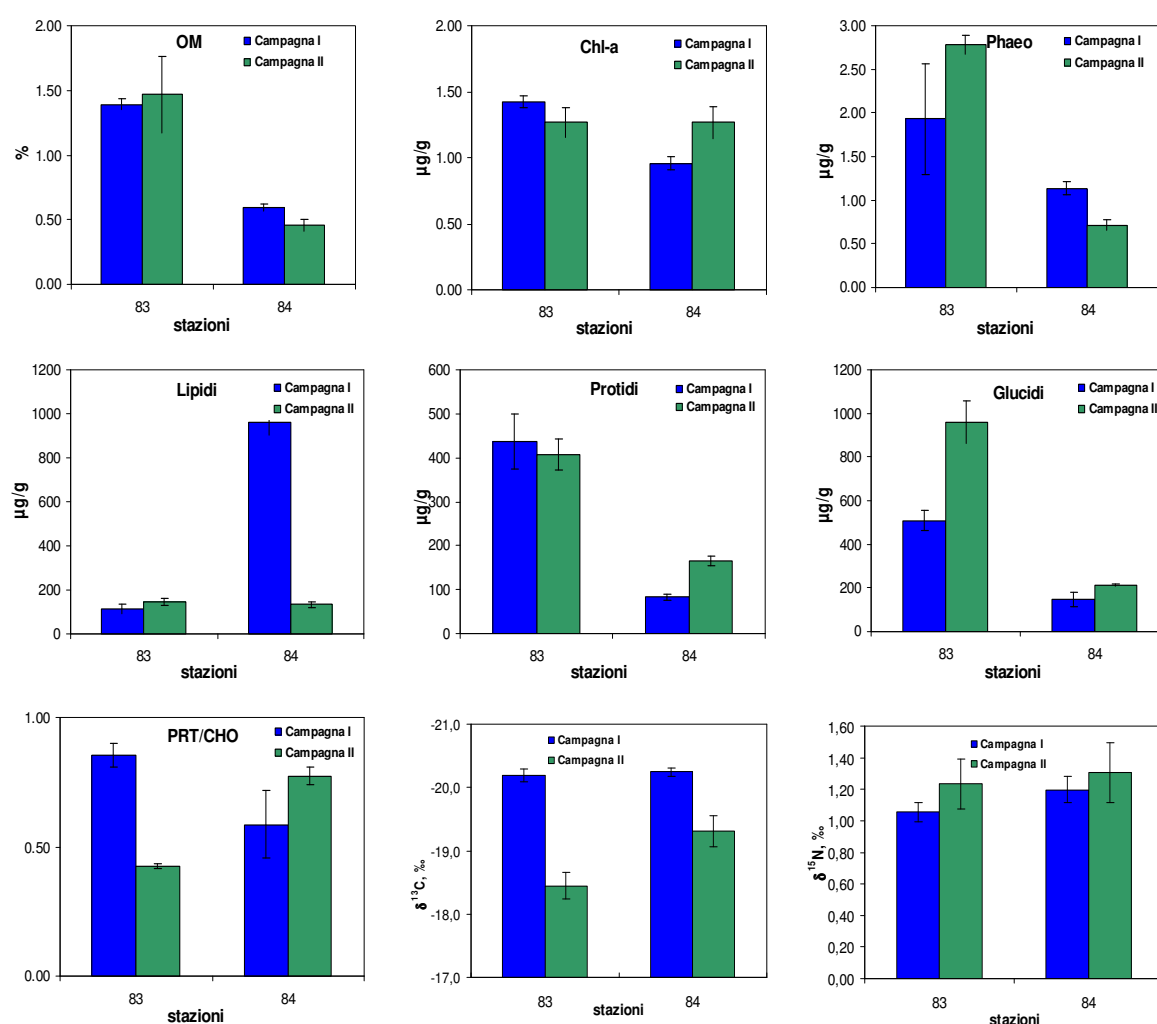


Figura 4.1.26.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

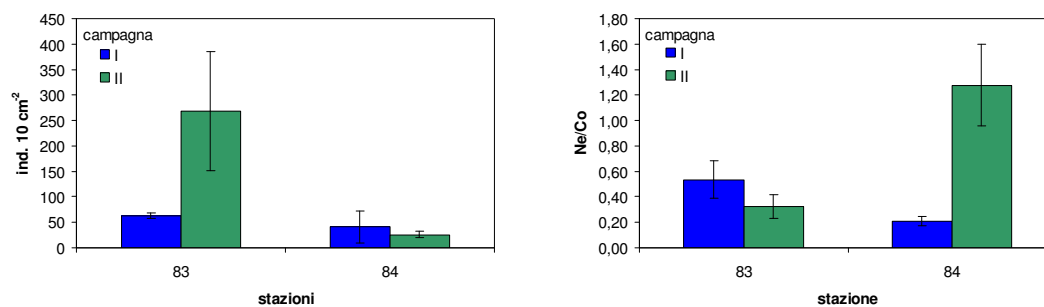


Figura 4.1.26.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.27 Tratti costieri 29-30 – Isole Pelagie

L'arcipelago delle Pelagie è situato in posizione pressoché centrale nel canale di Sicilia, con un elevato isolamento geografico rispetto alle coste siciliane e tunisine; è costituito da tre isole di dimensioni e origini geologiche diverse, che in ordine di grandezza sono: Lampedusa (20 km²), Linosa (5,3 km²) e Lampione (0,03 km²).

Nell'inquadramento dell'area non si può non fare riferimento alle caratteristiche idrologiche del Canale di Sicilia che, data la relativa profondità dei suoi fondali, è caratterizzato da una circolazione superficiale di acque atlantiche e da una circolazione intermedia di acque provenienti dal bacino orientale del Mediterraneo, chiamate "Acque Levantine".

Nel 2002 è stata istituita l'Area Marina Protetta "Isole Pelagie" che si estende per una superficie di 4136 ettari.

Nell'arcipelago sono stati individuati due tratti costieri, per un totale di 3 stazioni di misura e prelievo (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.27.1).

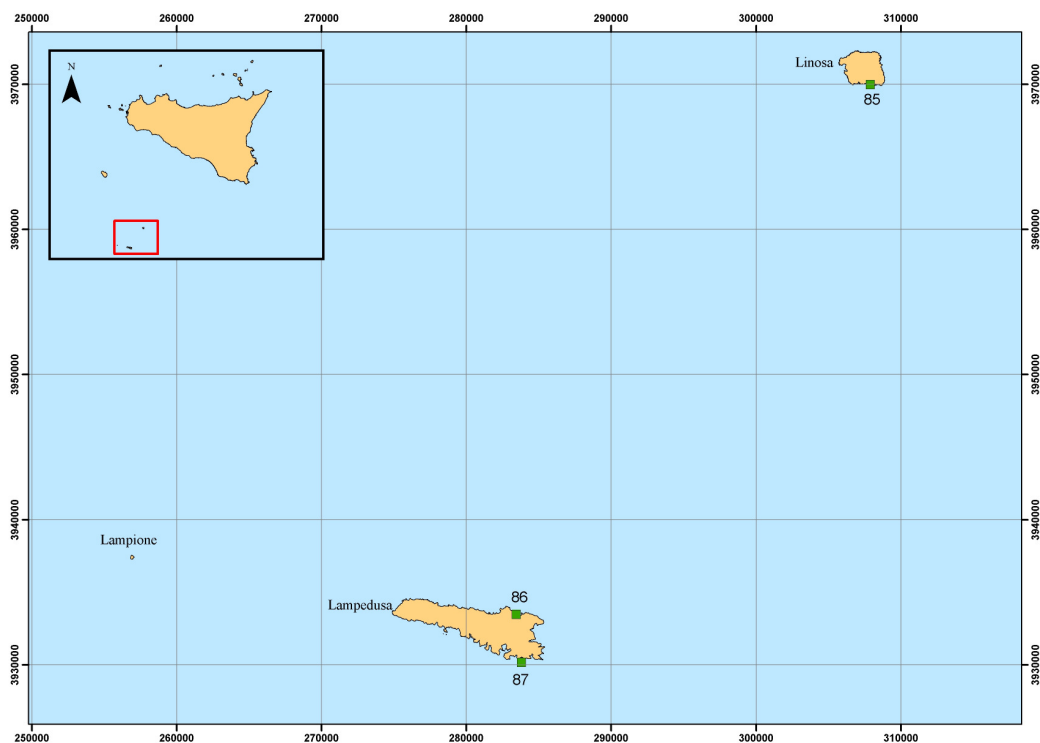


Figura 4.1.27.1 – Ubicazione delle stazioni nei tratti costieri dell'Arcipelago delle Isole Pelagie

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

Isola di Linosa - la prateria di *P. oceanica* presente lungo le coste dell'isola ricopre più del 28%

(119 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m (AA. VV., 2002). La prateria presenta in prossimità del limite inferiore una struttura a chiazze su fondo sabbioso che si interrompono in modo netto.

Isola di Lampedusa - la prateria ricopre più del 27% (1039 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m, e presenta differenti tipologie di limite inferiore; in alcuni casi si ha un limite di tipo progressivo sia su fondo roccioso sia sabbioso, in altri casi la prateria a chiazze si arresta in modo netto su fondo sabbioso.

Nelle stazioni analizzate le praterie sono caratterizzate da una distribuzione a radure e continua; si impiantano prevalentemente su roccia ed hanno un ricoprimento del 65-70%. *Matte* morta è stata riscontrata solo a Lampedusa con valori di ricoprimento del 15-20%. La percentuale di rizomi plagiotropi presenti è fra il 70 e l'80%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi, sabbia e sabbia organogena. *Ripple marks* sono presenti in tutte e due le isole con un'altezza compresa tra 10 e 20cm, mentre marmitte di erosione si riscontrano esclusivamente a Lampedusa (tabella 4.1.27.1).

Tabella 4.1.27.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a <i>matte</i> morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
29	85	Radure	70	-	70	roccia	-	massi-sabbia	10-20
30	86	Continua	65	20	80	roccia-matte	marmitte	massi	-
	87	Radure	70	15	80	roccia-fango	marmitte	massi-sabbia-sabbia organogena	10-20

I valori medi di densità dei fasci risultano simili per quanto riguarda le stazioni dell'Isola di Lampedusa che mostrano un valore medio totale di $386,0 \pm 14,5$ fasci/m²; la stazione di Linosa mostra valori leggermente più elevati ($442,5 \pm 40,2$ fasci/m²). Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra 6,2 e 7,4 nella stazione di Linosa e tra 6,2 e 7,8 nella stazione di Lampedusa; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata a Lampedusa nel corso della I campagna nella stazione 87 (82cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più bassi ($4,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$) e più elevati ($8,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$) nella stazione 87 dell'Isola di Lampedusa. Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nell'Isola di Lampedusa (59,1 e 61,1%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 6% (Linosa) e 13,8% (Lampedusa) nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1989 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente è $7,8 \pm 0,1$ a Linosa e $8,2 \pm 0,1$ nelle stazioni di Lampedusa. Sia

l'allungamento che la produzione media annuale dei rizomi evidenziano i valori più elevati nella stazione 87 di Lampedusa ($10,9 \pm 0,4 \text{ mm} - 0,081 \pm 0,004 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati in tutte e due le isole negli anni lepidocronologici 2000, 2001 e 2004 con un indice di fioritura che va da 5,9 a 10,5% a Linosa e da 10,5 a 20% a Lampedusa.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.27.2 e nelle tabelle 4.1.27.2 e 4.1.27.3.

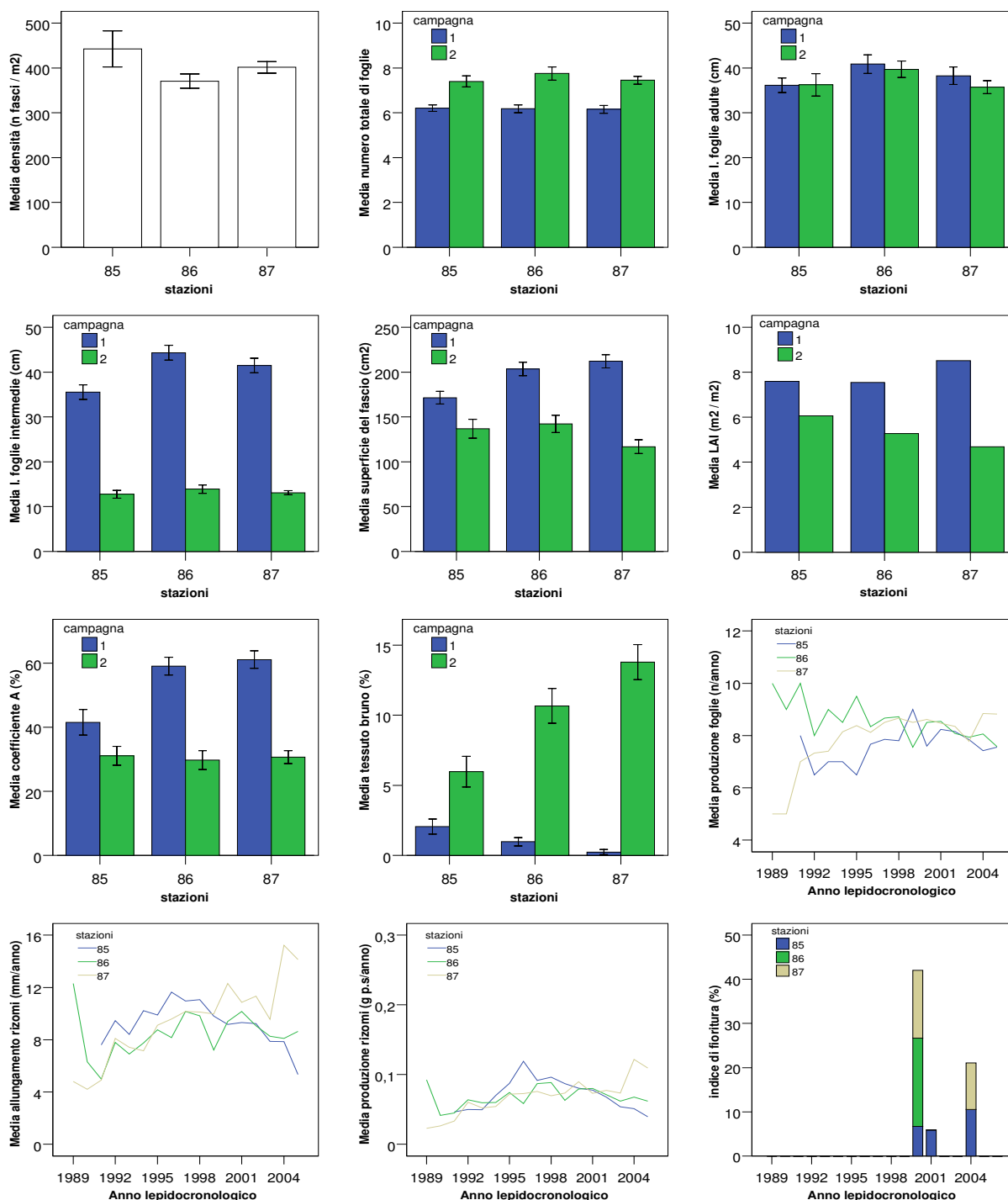


Figura 4.1.27.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.27.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
29	I	85	2,3 $\pm$ 0,1	3,7 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	68,5
	II	85	3,1 $\pm$ 0,1	3,5 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	80,8
30	I	86	2,1 $\pm$ 0,1	3,6 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,1	76,0
		87	2,2 $\pm$ 0,1	3,9 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	82,0
	II	86	3,4 $\pm$ 0,2	2,9 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	64,2
		87	3,0 $\pm$ 0,1	2,8 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,6 $\pm$ 0,0	58,1

Tabella 4.1.27.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s.).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
29	85	-	3,8 $\pm$ 0,1	0,103 $\pm$ 0,025
30	86	-	4,4 $\pm$ 0,0	0,189 $\pm$ 0,035
	87	-	4,6 $\pm$ 0,1	0,096 $\pm$ 0,028

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 85, corrispondente all'Isola di Linosa, è possibile notare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili, con livelli maggiori durante la seconda campagna di campionamento. In generale, lo stato trofico è tipico di aree oligotrofiche. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,29 $\pm$ 0,26 e 1,91 $\pm$ 0,11%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,53 $\pm$ 0,09 e 0,94 $\pm$ 0,09 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 1,30 $\pm$ 0,05 e 1,51 $\pm$ 0,05 μ g/g. I livelli di questa variabile sono superiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo nell'area di biomassa autotrofa microbentonica inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 12,40 $\pm$ 2,15 e 23,06 $\pm$ 12,54 μ g/g, dei Protidi tra 139,38 $\pm$ 9,50 e 191,40 $\pm$ 9,78 μ g/g e dei Glucidi tra 137,93 $\pm$ 96,63 e 208,78 $\pm$ 7,93 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,92 $\pm$ 0,01 e 1,38 $\pm$ 0,82, indicando per entrambi i periodi di campionamento un accumulo di detrito refrattario.

I sedimenti delle due stazioni (86 e 87) ricadenti nell'Isola di Lampedusa, presentano differenze nei livelli delle diverse variabili, con valori generalmente superiori nei sedimenti della stazione 87 (Lampedusa 2). Inoltre, è possibile evidenziare una differenza tra i due periodi di campionamento, con livelli superiori delle diverse variabili nella seconda campagna di campionamento per entrambe le stazioni. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,21 $\pm$ 0,02 e 2,76 $\pm$ 0,14%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,51 $\pm$ 0,08



e $2,74 \pm 0,13 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $1,24 \pm 0,06$ e $2,19 \pm 0,16 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $240,90 \pm 23,58$ e $528,29 \pm 11,96 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $220,91 \pm 20,80$ e $625,99 \pm 50,53 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $348,37 \pm 15,74$ e $2046,16 \pm 28,25 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,31 \pm 0,03$ e $0,63 \pm 0,05$. L'andamento di tale rapporto mostra un accumulo di detrito giovane nei sedimenti della stazione 87.

Nel corso della I campagna il valore del $\delta^{13}\text{C}$ si presenta uniforme nelle tre stazioni dell'arcipelago delle Pelagie (in media $-19,46 \pm 0,23\text{‰}$), mentre nella II campagna la materia organica sedimentaria tende ad arricchirsi in ^{13}C ed i valori del $\delta^{13}\text{C}$ variano da $-18,08 \pm 0,46\text{‰}$ nella stazione 87 a $-17,84 \pm 0,52\text{‰}$ nella stazione 85. Il $\delta^{15}\text{N}$ presenta valori piuttosto uniformi in tutte le stazioni considerate durante entrambe i periodi di campionamento, variando tra $1,32 \pm 0,25\text{‰}$ (stazione 87, I campagna) e $1,50 \pm 0,20\text{‰}$ (stazione 85, II campagna).

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nei tratti di costa considerati sono riportate nella figura 4.1.27.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

La densità meiobentonica della stazione 85 presenta valori simili durante le campagne effettuate (343 ± 278 ind. 10 cm^{-2} e 302 ± 51 ind. 10 cm^{-2} , rispettivamente).

Il valore minimo si registra nella stazione 86 nel corso della I campagna (41 ± 22 ind. 10 cm^{-2}). Durante la II campagna l'abbondanza meiobentonica varia da 64 ± 26 ind. 10 cm^{-2} registrato nella stazione 86 a 302 ± 51 ind. 10 cm^{-2} rilevato nella stazione 85.

Nel corso della I campagna il rapporto Ne/Co risulta molto basso e caratterizzato da valori inferiori all'unità in tutte le stazioni considerate, mentre nella II campagna varia da $0,53 \pm 0,16$ registrato nella stazione 85 a $2,98 \pm 1,88$ della stazione 86.

La figura 4.1.27.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nei tratti di costa considerati.

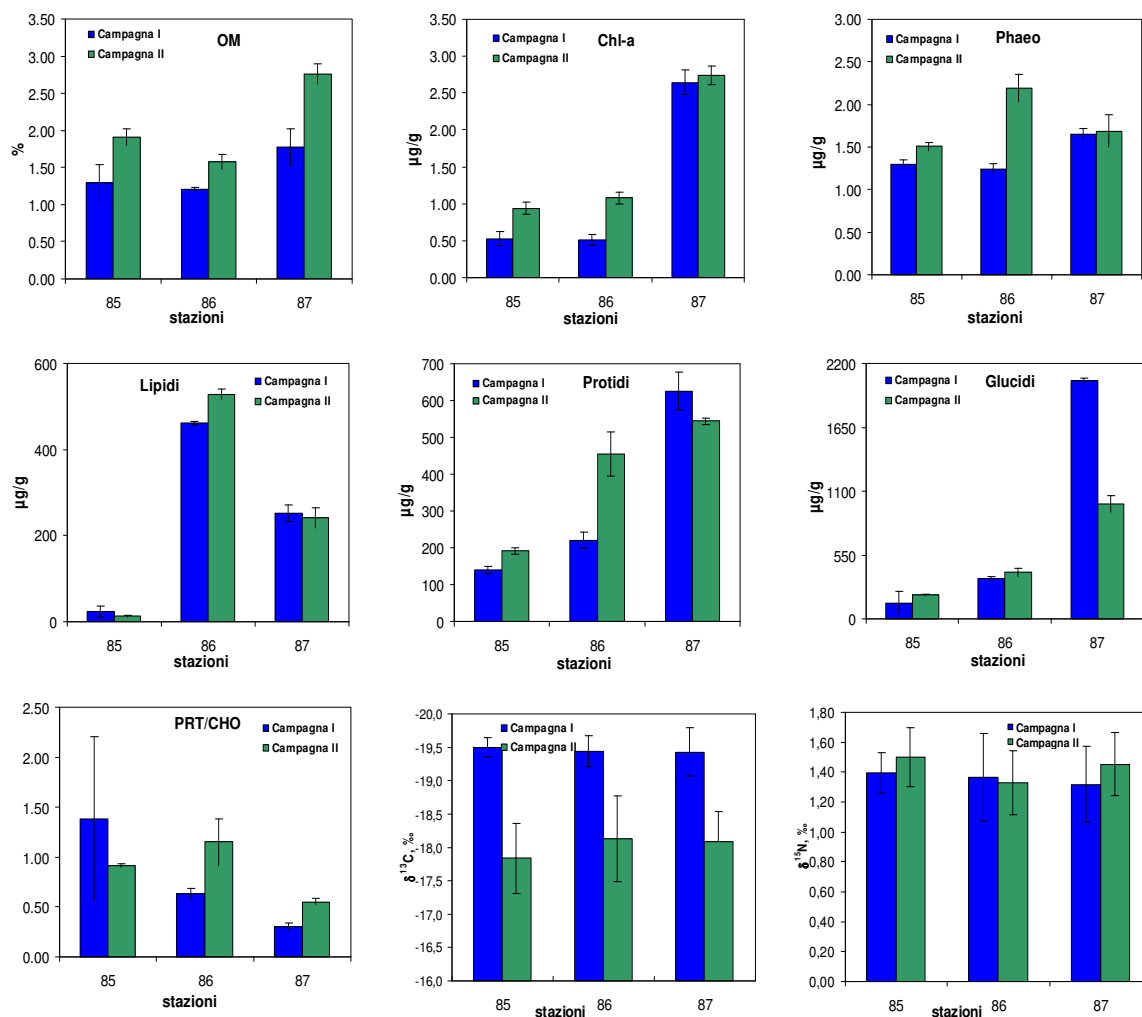


Figura 4.1.27.3– Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

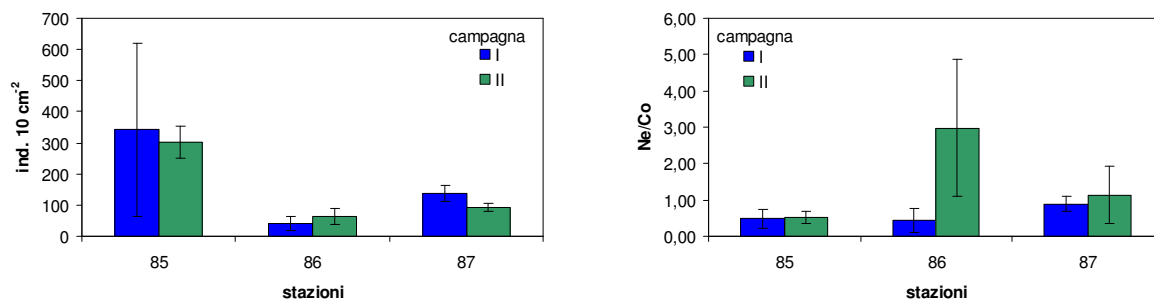


Figura 4.1.27.4– Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.28 Tratti costieri 31 - 37 – Arcipelago delle Eolie

Le Isole Eolie, di origine vulcanica, sono distribuite nel basso Tirreno lungo un arco che si estende seguendo il confine della grande depressione tirrenica con la quale, peraltro, sono in stretta relazione geografica e tettonica. L'arcipelago, composto sia da vulcani ancora attivi che da edifici vulcanici spenti, comprende sette isole che in ordine di grandezza, sono: Lipari (36,7 km²), Salina (26,8 km²), Vulcano (21 km²), Stromboli (12,6 km²), Filicudi (9,5 km²), Alicudi (5,2 km²) e Panarea (3,4 km²). Le tre isole maggiori, Lipari, Salina e Vulcano, sono anche le più centrali e vicine tra loro; più isolate e distanti dalle precedenti si trovano Panarea e Stromboli in direzione Nord-Est, e Filicudi e Alicudi ad Ovest. Stromboli, Lipari e Vulcano sono le uniche che presentano ancora oggi un'attività vulcanica. Le Isole Eolie sorgono da una profonda piattaforma a livello dell'isobata di 1000 metri. Le coste presentano pendii scoscesi e talvolta fortemente dirupati. Gli aspetti idrologici e biologici di quest'area di mare acquistano peculiari caratteristiche a causa dei fenomeni dinamici che si verificano nello Stretto di Messina, sede ben nota di intense correnti di marea che possono raggiungere 5-6 nodi di velocità. Una tale situazione idrologica e dinamica influenza in modo determinante il chimismo dell'acqua ed il ciclo biologico dello Stretto e dei tratti di mare interessati dai movimenti delle masse d'acqua che oscillano intorno ad esso.

Nell'arcipelago sono stati individuati 7 tratti costieri per un totale di 10 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.28.1).

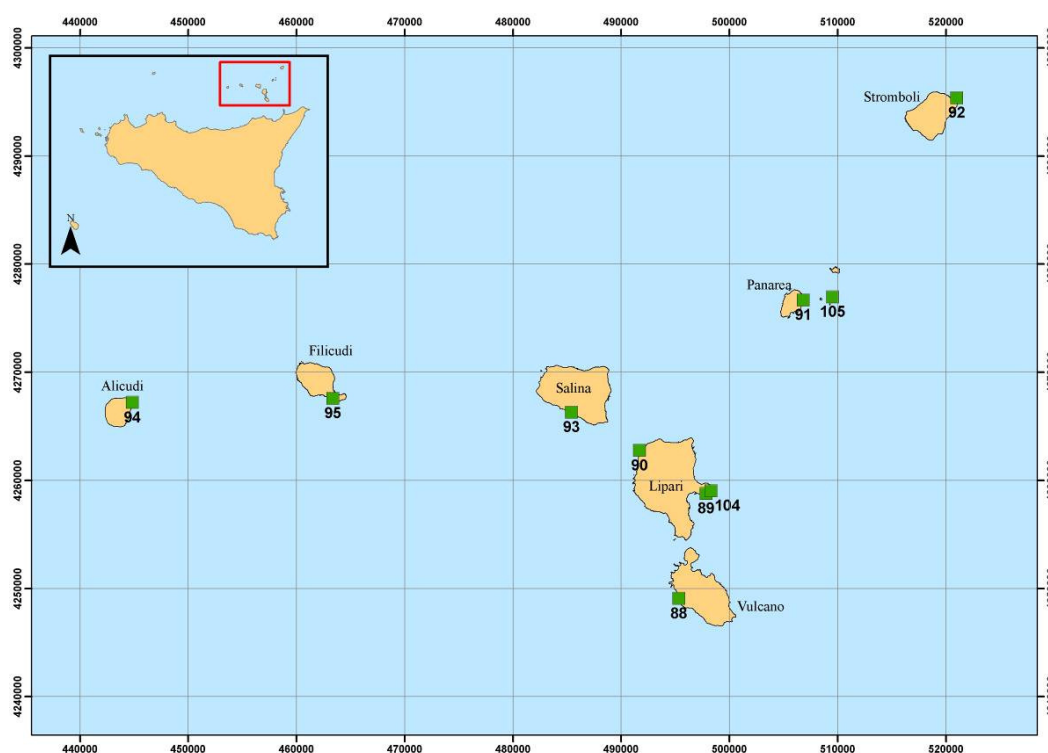


Figura 4.1.28.1 – Ubicazione delle stazioni nei tratti costieri dell'Arcipelago delle Isole Eolie



Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

Isola di Lipari - la prateria di *P. oceanica* presente lungo le coste dell'isola ricopre il 18,2% (275 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m e presenta un limite inferiore di tipo progressivo su fondo sabbioso a profondità comprese tra 25 e 37m. In alcuni casi il limite si presenta netto a profondità di 20-25m, evidenziando anche piccoli scalini di *matte* (AA. VV., 2002).

Isola di Vulcano - la prateria ricopre circa il 29% (679 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -50m e presenta un limite inferiore principalmente di tipo progressivo, su fondo sabbioso, a profondità variabili tra 30 e 35m. In alcuni casi si ha un limite di erosione con un evidente scalino di *matte*, mentre talvolta la distribuzione della prateria si interrompe con un limite netto a profondità comprese tra 15 e 18m, quando il fondo sabbioso si sostituisce alla roccia.

Isola di Salina - la prateria ricopre circa il 44,3% (518 ha) e mostra un limite inferiore di tipo progressivo su fondo sabbioso a profondità di 28-35m e di tipo netto, alle profondità comprese tra 18 e 32m, laddove la prateria è a chiazze e il fondo sabbioso si sostituisce alla roccia. In alcuni casi sono anche presenti porzioni in erosione con *matte* esposta.

Isola di Panarea - la prateria ricopre circa il 43,7% (467 ha) e mostra un limite inferiore di tipo progressivo su fondo sabbioso alla profondità di 35-40m e di tipo netto, alle profondità comprese tra 18 e 33m, laddove la prateria è a chiazze. In alcuni casi sono anche presenti porzioni in erosione con *matte* esposta.

Isola di Stromboli - la prateria ricopre circa il 37,3% (178 ha) e mostra principalmente un limite inferiore di tipo netto a profondità comprese tra 17 e 32m. In alcuni casi si ha un limite di tipo progressivo su sabbia alla profondità di 25-32m.

Isola di Alicudi - la prateria ricopre circa il 4,9% (19 ha) e presenta un limite inferiore progressivo su sabbia situato a circa 24m di profondità ed un limite netto su fondo roccioso e/o sabbioso la cui profondità varia rispettivamente tra 10 e 28m.

Isola di Filicudi - la prateria ricopre circa il 20,9% (136 ha) e presenta un limite inferiore generalmente di tipo progressivo su fondo sabbioso alla profondità di 28-35m; sono anche presenti zone di erosione con scalino di *matte*. In alcuni casi la prateria è distribuita a chiazze su fondo roccioso e si interrompe con limite netto tra i 15 ed i 35m di profondità.

Nelle stazioni analizzate le praterie sono caratterizzate da una distribuzione a chiazze e radure, ad eccezione della stazione di Salina la cui distribuzione è continua; il substrato d'impianto è eterogeneo variando sia tra isole che fra le stazioni di una stessa isola. Il ricoprimento delle praterie raggiunge valori minimi a Filicudi (30%) e massimi a Lipari, Salina e Panarea (90%). *Matte* morta è

stata riscontrata solo nelle stazioni di Panarea con valori di ricoprimento che vanno da 5 a 50%. La percentuale di rizomi plagiotropi varia mediamente da 30% a Filicudi, 50% a Lipari e Panarea e 95% a Alicudi. Il sedimento della zona di confine è costituito prevalentemente da massi e sabbia. *Ripple marks* sono presenti a Lipari, Salina e Stromboli con un'altezza inferiore ai 10cm; solo a Panarea e a Lipari si riscontrano formazioni erosive (tabella 4.1.28.1).

Tabella 4.1.28.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
31	89	Chiazze	-	-	30	fango	-	limo	-
	90	Radure	70	-	80	roccia	-	massi-sabbia	<10
	104	Chiazze	90	-	40	matte	marmite-canalì intermatte	sabbia-limo	-
32	88	Chiazze	60	-	-	roccia	-	massi	-
33	93	Continua	90	-	-	sabbia-matte-fango	-	massi	<10
34	91	Chiazze	90	5	30	sabbia-matte	marmite	sabbia	-
	105	Radure	50	50	70	roccia-matte	marmite	massi-ghiaia	-
35	92	Radure	80	-	-	sabbia-matte	-	massi-sabbia	<10
36	94	Chiazze	60	-	95	sabbia	-	-	-
37	95	Chiazze	30	-	30	sabbia-roccia	-	massi-ciottoli-ghiaia	-

I valori medi di densità dei fasci variano da un minimo di $121,3 \pm 15,0$ fasci/m² nella stazione di Lipari posta a sud, in un'area degradata, ad un massimo di $465,0 \pm 24,9$ fasci/m² nella stazione di Alicudi. Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare della I campagna è compreso tra 4,8 e 6,5 (rispettivamente a Filicudi e Panarea), mentre nella II campagna è compreso tra 5,9 e 7,3 (rispettivamente a Lipari e Panarea); la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della II campagna a Lipari (133,7cm). L'indice di area fogliare mostra i valori più elevati nell'isola di Alicudi nel corso della I campagna ($12,9 \text{ m}^2/\text{m}^2$); i valori più bassi si registrano a Lipari nella II campagna ($2,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la II campagna nella stazione di Vulcano (50,3%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore compreso tra 5,5 e 20% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1980 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente varia mediamente da un minimo di $7,6 \pm 0,1$ a Panarea ad un massimo di $8,5 \pm 0,2$ ad Alicudi. L'allungamento e la produzione media annuale dei rizomi mostra

valori minimi a Filicudi ($8,6 \pm 0,3 \text{ mm}$ - $0,081 \pm 0,004 \text{ g ps/anno}$) e massimi a Stromboli ($14,2 \pm 0,5 \text{ mm}$ - $0,150 \pm 0,007 \text{ g ps/anno}$). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati in tutte le isole tranne Vulcano in diversi anni lepidocronologici con indici di fioritura che variano da 5% a Panarea e Filicudi a 50% a Panarea.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.28.2 e nelle tabelle 4.1.28.2 e 4.1.28.3.

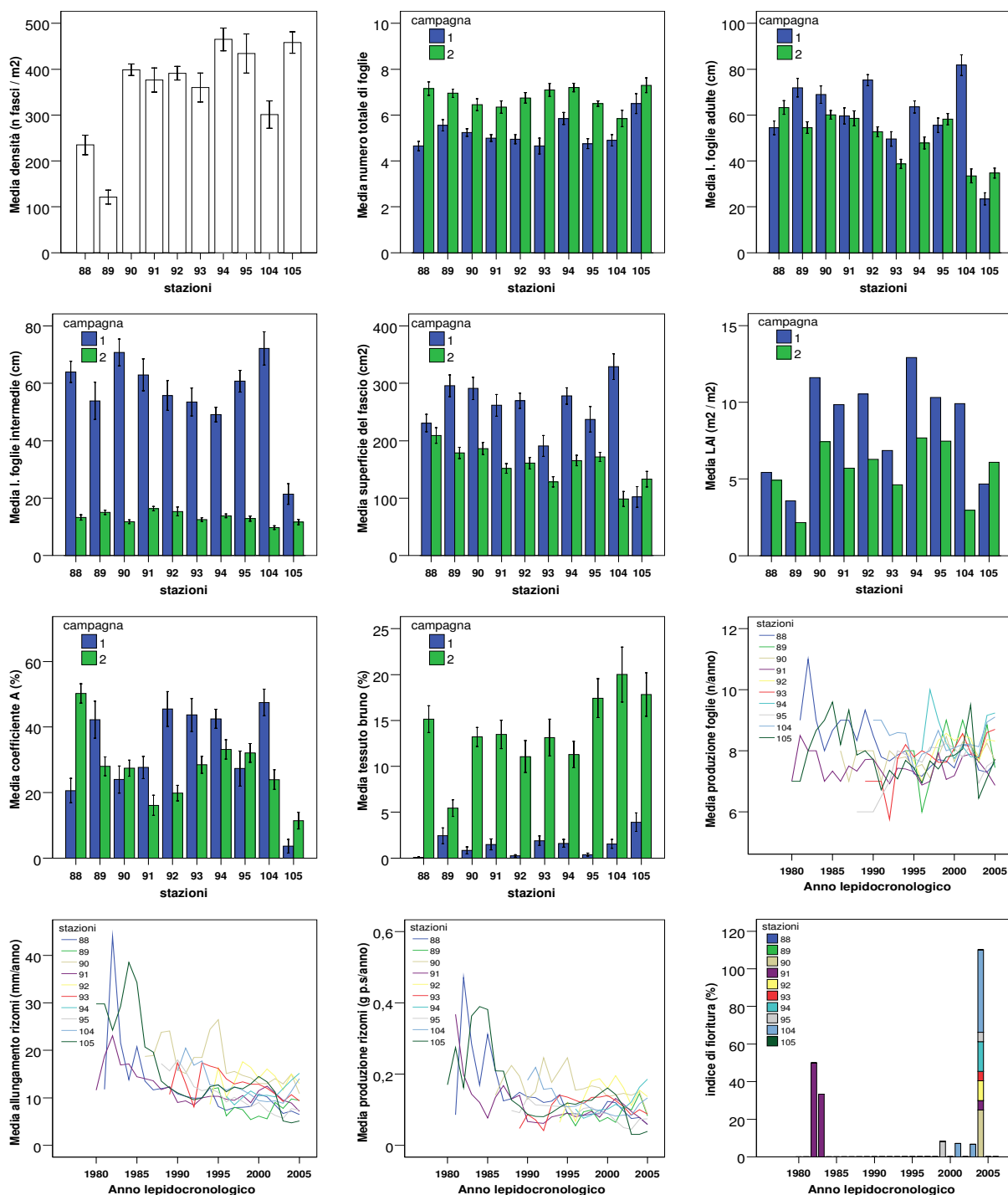


Figura 4.1.28.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.28.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
31	I	89	2,8 $\pm$ 0,2	2,4 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	131,8
		90	2,9 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	119,2
		104	2,9 $\pm$ 0,2	1,9 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	133,7
	II	89	2,8 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	104,6
		90	3,4 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	102,2
		104	2,3 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,2	1,4 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	100,2
32	I	88	2,7 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,1	-	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	-	104,5
	II	88	3,4 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	106,9
33	I	93	2,8 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,1	97,6
	II	93	3,2 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	74,2
34	I	91	3 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	111,3
		105	3,4 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	78,6
	II	91	2,7 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	100,2
		105	3,8 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	69,8
35	I	92	3,1 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,1	108,2
	II	92	3,2 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	114,7
36	I	94	3,4 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	102,3
	II	94	3,5 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	93,6
37	I	95	2,6 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	112,2
	II	95	3,0 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	108,5

Tabella 4.1.28.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
31	89	5,0 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	0,150 $\pm$ 0,017
	90	11,6 $\pm$ 0,4	4,6 $\pm$ 0,1	-
	104	10,4 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,1	0,140 $\pm$ 0,018
32	88	12,2 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,1	0,179 $\pm$ 0,023
33	93	10,1 $\pm$ 0,7	3,5 $\pm$ 0,1	0,108 $\pm$ 0,015
34	91	10,2 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,1	-
	105	-	2,4 $\pm$ 0,1	-
35	92	8,8 $\pm$ 0,5	4,3 $\pm$ 0,1	0,173 $\pm$ 0,036
36	94	6,6 $\pm$ 0,2	3,5 $\pm$ 0,1	0,080 $\pm$ 0,013
37	95	11,0 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,1	0,086 $\pm$ 0,009

Indagini sui sedimenti

Nei sedimenti della stazione 88, corrispondente all'Isola di Vulcano, è possibile evidenziare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili, con livelli maggiori durante la seconda campagna di campionamento. In generale, lo stato trofico è tipico di aree oligotrofiche. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,31 $\pm$ 0,15 e 2,31 $\pm$ 0,32%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,49 $\pm$ 0,01



e $0,60 \pm 0,24 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $1,59 \pm 0,06$ e $5,41 \pm 0,32 \mu\text{g/g}$. I livelli di questa variabile sono superiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo nell'area di biomassa autotrofa microbentonica inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $472,85 \pm 42,39$ e $516,13 \pm 6,94 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $1357,51 \pm 41,73$ e $2597,27 \pm 79,55 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $1290,41 \pm 81,26$ e $2879,80 \pm 81,30 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,90 \pm 0,03$ e $1,05 \pm 0,04$, indicando per entrambi i periodi di campionamento prevalenza di detrito refrattario.

I sedimenti delle tre stazioni (89, 90, 104) ricadenti nell'Isola di Lipari, mostrano una disomogeneità nel loro stato trofico, con livelli superiori delle diverse variabili in corrispondenza delle stazioni 89 (Lipari 1) e 104 (Lipari 1 bis). Si evidenzia, inoltre, in tutte le stazioni del tratto costiero un maggiore trofismo nella seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $1,02 \pm 0,02$ e $2,15 \pm 0,19\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,20 \pm 0,02$ e $3,03 \pm 0,68 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $0,19 \pm 0,01$ e $1,95 \pm 0,42 \mu\text{g/g}$. In generale, i livelli di questa variabile inferiori in tutte le stazioni a quelli della Clorofilla-*a*, indicando in tali aree presenza di biomassa autotrofa microbentonica attiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $78,88 \pm 12,24$ e $312,51 \pm 10,81 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $40,46 \pm 6,82$ e $2491,45 \pm 42,03 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $48,22 \pm 1,12$ e $495,23 \pm 40,21 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,21 \pm 0,03$ e $5,06 \pm 0,48$, sottolineando un accumulo di detrito proteico nei sedimenti della stazioni 89 e 104.

I sedimenti delle due stazioni (91 e 105) ricadenti nell'Isola di Panarea, presentano differenze nei livelli delle diverse variabili, con valori generalmente superiori nei sedimenti della stazione 105 (Panarea Bottaro). Inoltre, è possibile evidenziare una differenza tra i due periodi di campionamento, con livelli superiori delle diverse variabili nella seconda campagna di campionamento per entrambe le stazioni. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $0,81 \pm 0,59$ e $5,04 \pm 0,08\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,98 \pm 0,06$ e $3,77 \pm 0,38 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $0,43 \pm 0,07$ e $1,39 \pm 0,11 \mu\text{g/g}$. I livelli di questa variabile sono inferiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando una prevalenza di biomassa autotrofa microbentonica attiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $186,96 \pm 9,23$ e $322,90 \pm 50,07 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $41,51 \pm 3,74$ e $1380,67 \pm 74,23 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $305,00 \pm 14,07$ e $1011,92 \pm 22,68 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,07 \pm 0,02$ e $4,06 \pm 0,70$. L'andamento di tale rapporto mostra un accumulo di detrito giovane nei sedimenti della stazione 91 (Panarea).

Nei sedimenti della stazione 92, corrispondente all'Isola di Stromboli, è possibile evidenziare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili, con livelli maggiori durante la seconda campagna di campionamento. Lo stato trofico è tipico di aree oligotrofiche. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $0,12 \pm 0,03$ e $0,33 \pm 0,04\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,18 \pm 0,04$ e $0,37 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $0,24 \pm 0,03$ e $0,40 \pm 0,01 \mu\text{g/g}$. I livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $82,91 \pm 27,61$ e $166,00 \pm 9,23 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $44,16 \pm 11,38$ e $131,43 \pm 37,80 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $157,62 \pm 46,46$ e $212,56 \pm 5,29 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,29 \pm 0,07$ e $0,62 \pm 0,16$, indicando prevalenza di detrito refrattario.

Anche nei sedimenti della stazione 93, corrispondente all'Isola di Salina, è possibile evidenziare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili, con livelli maggiori durante la seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $0,86 \pm 0,09$ e $1,13 \pm 0,23\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,30 \pm 0,01$ e $0,39 \pm 0,06 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $0,16 \pm 0,01$ e $0,51 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$. I livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $70,44 \pm 8,29$ e $129,58 \pm 59,84 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $113,28 \pm 2,52$ e $134,15 \pm 114,23 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $99,55 \pm 8,04$ e $242,02 \pm 41,88 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,48 \pm 0,07$ e $1,42 \pm 1,32$, indicando prevalenza di detrito refrattario.

Nei sedimenti della stazione 94, corrispondente all'Isola di Alicudi, è possibile evidenziare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili, con livelli maggiori durante la prima campagna di campionamento. Lo stato trofico è tipico di aree oligotrofiche. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $0,79 \pm 0,04$ e $0,92 \pm 0,10\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,13 \pm 0,02$ e $0,30 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $1,02 \pm 0,07$ e $1,46 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$. I livelli di questa variabile sono superiori, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un accumulo di biomassa autotrofa microbentonica inattiva. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $79,99 \pm 2,36$ e $93,36 \pm 11,17 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $179,97 \pm 61,27$ e $564,09 \pm 30,44 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $282,60 \pm 52,13$ e $418,66 \pm 48,02 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,62 \pm 0,11$ e $1,36 \pm 0,16$, indicando prevalenza di detrito refrattario.

Nei sedimenti della stazione 95, infine, corrispondente all'Isola di Filicudi, è possibile evidenziare tra le due campagne di campionamento differenze nei livelli delle diverse variabili, con livelli maggiori durante la seconda campagna di campionamento. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra $1,06 \pm 0,12$ e $1,49 \pm 0,21\%$. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra $0,78 \pm 0,15$ e $14,59 \pm 1,35 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra $1,66 \pm 0,27$ e $8,18 \pm 0,34 \mu\text{g/g}$. Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra $177,67 \pm 10,50$ e $535,83 \pm 59,51 \mu\text{g/g}$, dei Protidi tra $659,59 \pm 130,96$ e $1554,01 \pm 18,34 \mu\text{g/g}$ e dei Glucidi tra $551,77 \pm 22,46$ e $1634,48 \pm 55,44 \mu\text{g/g}$. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra $0,95 \pm 0,02$ e $1,20 \pm 0,28$, indicando prevalenza di detrito giovane.

La materia organica sedimentaria è caratterizzata, nelle stazioni dell'arcipelago delle Eolie, da un valore del $\delta^{13}\text{C}$ che varia, nel corso della I campagna, da $-21,00 \pm 0,41\%$, nella stazione 95 (Isola di Filicudi) a $-19,37 \pm 0,35\%$ nella stazione 89 (Isola di Lipari). Durante la II campagna la materia organica sedimentaria è caratterizzata da un minor arricchimento in ^{13}C nella stazione 89 ($-22,95 \pm 0,18\%$), mentre valori maggiormente arricchiti in ^{13}C si registrano nella stazione 104 ($-18,13 \pm 0,09\%$). Per quanto riguarda il $\delta^{15}\text{N}$, nel corso della I campagna, il valore maggiore si registra nella stazione 91 ($2,06 \pm 0,56\%$, I campagna), il minore nella stazione 88 ($0,03 \pm 0,14\%$). Durante la II campagna i valori variano, invece da un minimo di $0,37 \pm 0,27$ nella stazione 92 a $1,31 \pm 0,18$ registrato nella stazione 104.

Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nei tratti di costa considerati sono riportate nella figura 4.1.28.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Tra le stazioni comprese nel tratto di costa dell'arcipelago delle Eolie la densità maggiore si riscontra, nel corso della I campagna nella 90 ($262 \pm 108 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), mentre durante la II campagna la stazione 91 presenta l'abbondanza maggiore ($411 \pm 19 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$). La comunità meiobentonica presenta, nel corso della I campagna, il minor numero di organismi nella stazione 89 ($35 \pm 4 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$), mentre durante la II campagna nella stazione 88 ($37 \pm 4 \text{ ind. } 10 \text{ cm}^{-2}$).

Il rapporto Ne/Co varia da $0,54 \pm 0,10$ nella stazione 89 a $4,45 \pm 0,79$ nella stazione 91 (I campagna), mentre, nel corso della II campagna da $0,56 \pm 0,18$ nella stazione 105 a $12,70 \pm 9,03$ nella stazione 91).

La figura 4.1.28.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nei tratti di costa considerati.

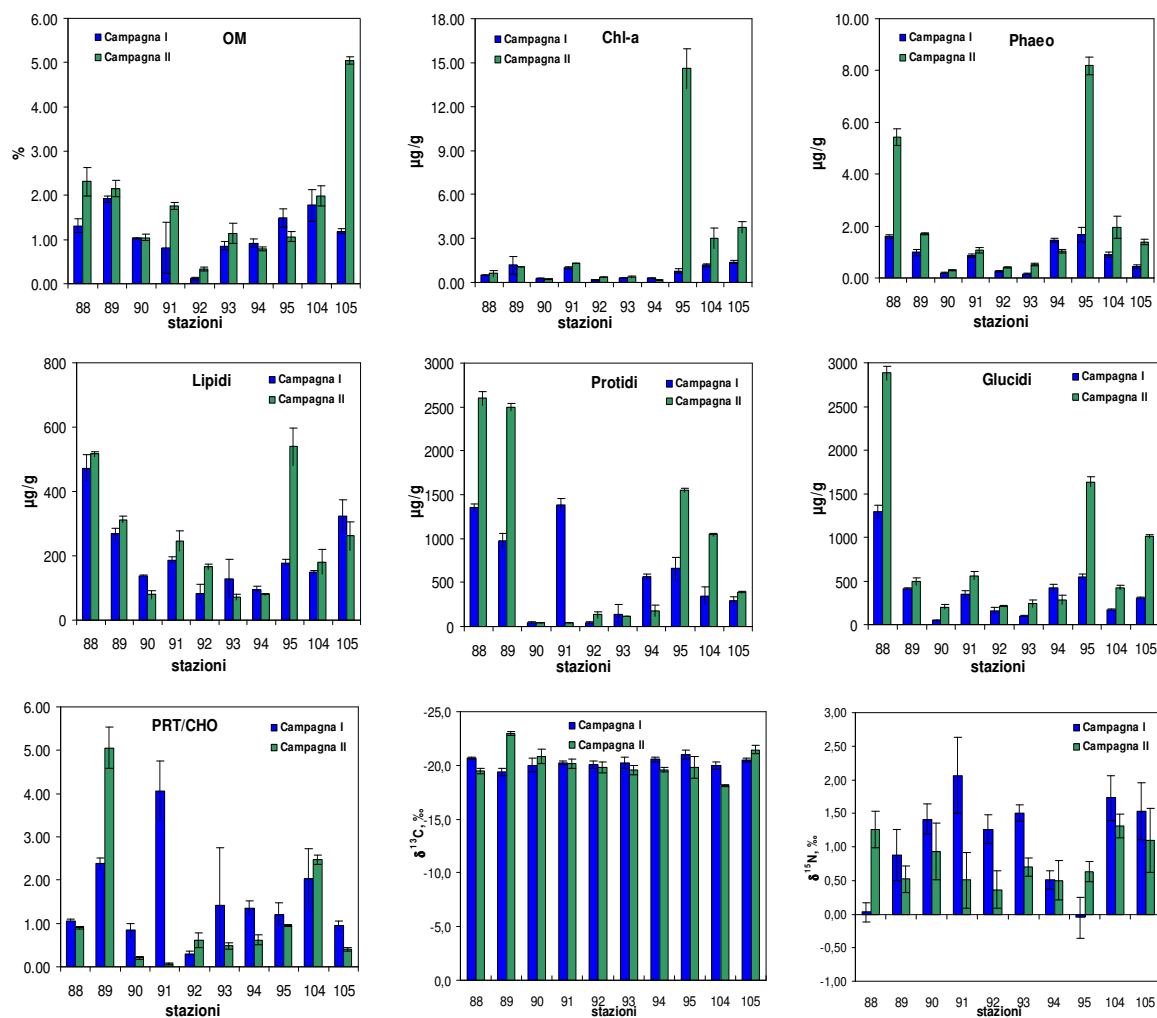


Figura 4.1.28.3– Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

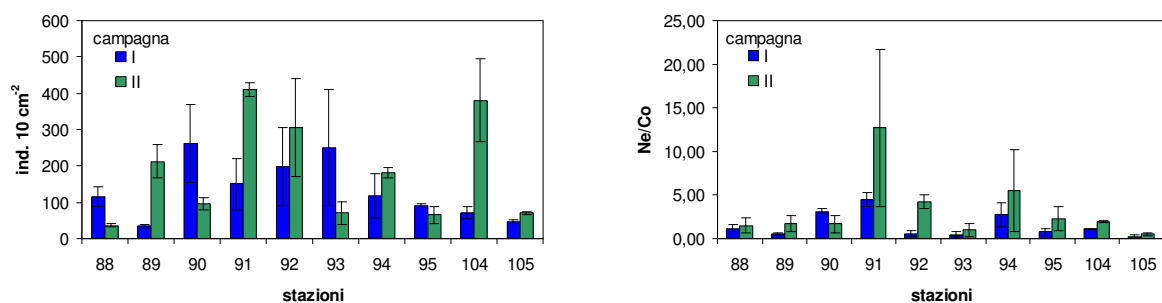


Figura 4.1.28.4– Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.1.29 Tratto costiero 38 – Isola di Ustica

L'isola di Ustica è situata nel Mar Tirreno meridionale, a N-NO di Palermo (dalla quale dista circa 67 km). Ha una superficie di circa 8,7 km² e una forma ellittica con lunghezza massima di 3,5 km e larghezza di 2,5 km. L'isola, che è la parte emergente del monte sottomarino Anchise, rappresenta quanto resta di un grande complesso vulcanico formatosi 730-740.000 anni fa facente parte a sua volta di un sistema geologico che comprende i vulcani sottomarini centro-tirrenici. L'ambiente marino è caratterizzato da fondali ricchi di flora e fauna che fanno dell'isola la sede di due importanti riserve: la Riserva Naturale Orientata e la Riserva Marina.

Da un punto di vista geomorfologico l'isola di Ustica è ricca di coste frastagliate, insenature e calette. I fondali dell'isola sono prevalentemente rocciosi e nei versanti orientale e meridionale declinano rapidamente raggiungendo a poco più di 200 m dalla costa una profondità di 80 m.

Nel tratto costiero sono state posizionate 2 stazioni (tabelle 3.1.1 e 3.2.1; figura 4.1.29.1).

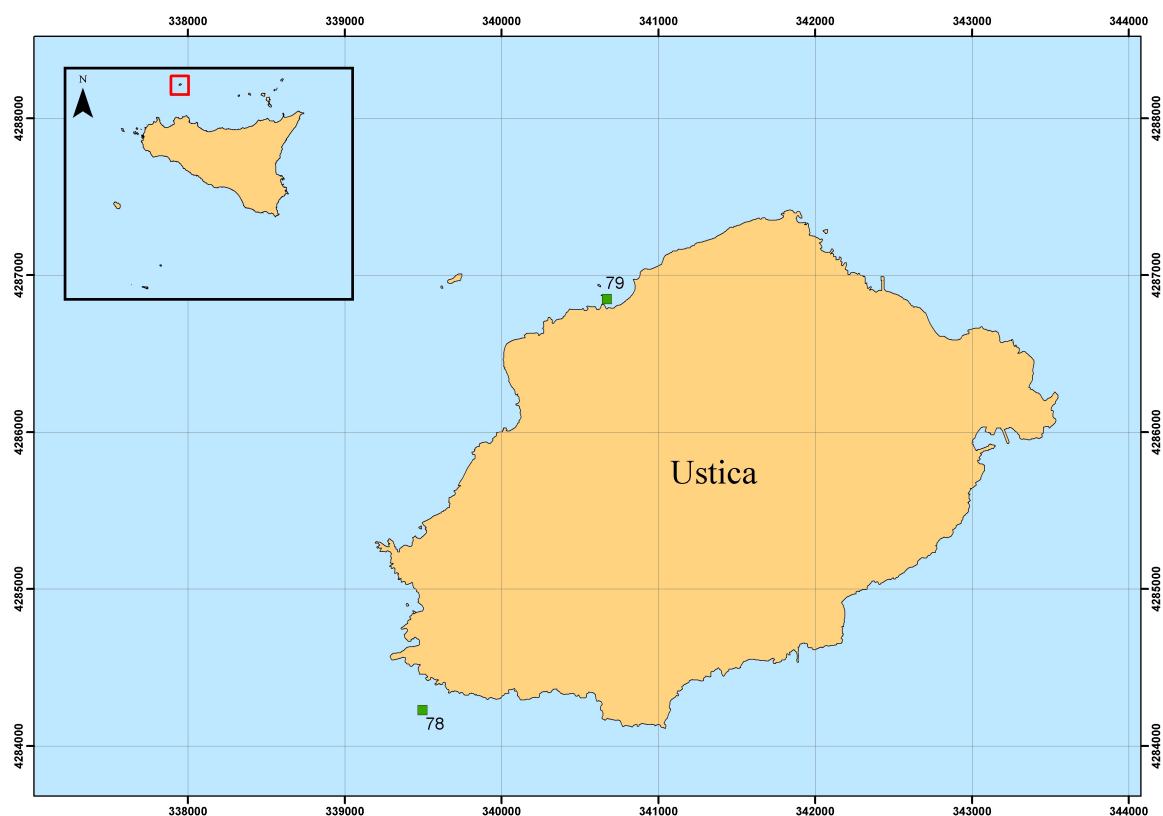


Figura 4.1.29.1 – Ubicazione delle stazioni nell'Isola di Ustica

Indagini sulla prateria di *Posidonia oceanica*

La prateria di *P. oceanica* presente lungo le coste dell'Isola di Ustica ricopre circa il 43,7% (250 ha) dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetria dei -50m e presenta principalmente

un limite inferiore progressivo su fondo roccioso a profondità comprese tra 30 e 38m. In alcuni casi si ha un limite netto quando la roccia si arresta su un fondale sabbioso. Sono stati rilevati alcuni ciuffi isolati a 40m di profondità (AA. VV., 2002).

Nelle stazioni analizzate la prateria è caratterizzata da una distribuzione a chiazze e si impianta su roccia. La percentuale di rizomi plagiotropi risulta mediamente del 50%. Il sedimento della zona di confine è costituito da massi e ciottoli. Non sono presenti né *ripple marks* né formazioni erosive (tabella 4.1.29.1).

Tabella 4.1.29.1 – Principali caratteristiche fisiografiche

Tratto costiero	Stazione	Distribuzione	% Ric	% Ric a matte morta	% PL	Substrato d'impianto	Strutture d'erosione	Sedimento della zona di confine	RM
38	78	Chiazze	-	-	60	roccia	-	massi-ciottoli	-
	79	Chiazze	-	-	40	roccia	-	-	-

La densità dei fasci mostra valori medi comparabili tra le due stazioni dell'isola, con un valore medio totale di $293,1 \pm 22,5$ fasci/m². Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare è compreso tra circa 5 nella I campagna e quasi 7 nella II campagna; la foglia più lunga (altezza della prateria) è stata misurata nel corso della I campagna nella stazione 79 (89cm). L'indice di area fogliare nel corso delle due campagne mostra valori simili nelle stazioni analizzate. Il coefficiente "A" mostra i valori più elevati durante la I campagna nella stazione 78 (52%), mentre il tessuto bruno, virtualmente assente nella I campagna, presenta un valore massimo di 8,9% nella II campagna.

L'intervallo temporale analizzato attraverso l'analisi lepidocronologica è 1992 – 2006. Il numero medio di foglie prodotte annualmente varia da un minimo di $6,9 \pm 0,1$ ad un massimo di $7,5 \pm 0,1$. L'allungamento medio annuale dei rizomi mostra valori che variano da $8,8 \pm 0,3$ a $10,2 \pm 0,4$ mm, mentre la produzione media annuale evidenzia valori simili nelle due stazioni ($0,057 \pm 0,002$ e $0,059 \pm 0,003$ g ps/anno). Eventi riproduttivi sessuati sono stati riscontrati solo nella stazione 79 nell'anno lepidocronologico 2004 con un indice di fioritura del 10%.

Le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.29.2 e nelle tabelle 4.1.29.2 e 4.1.29.3.

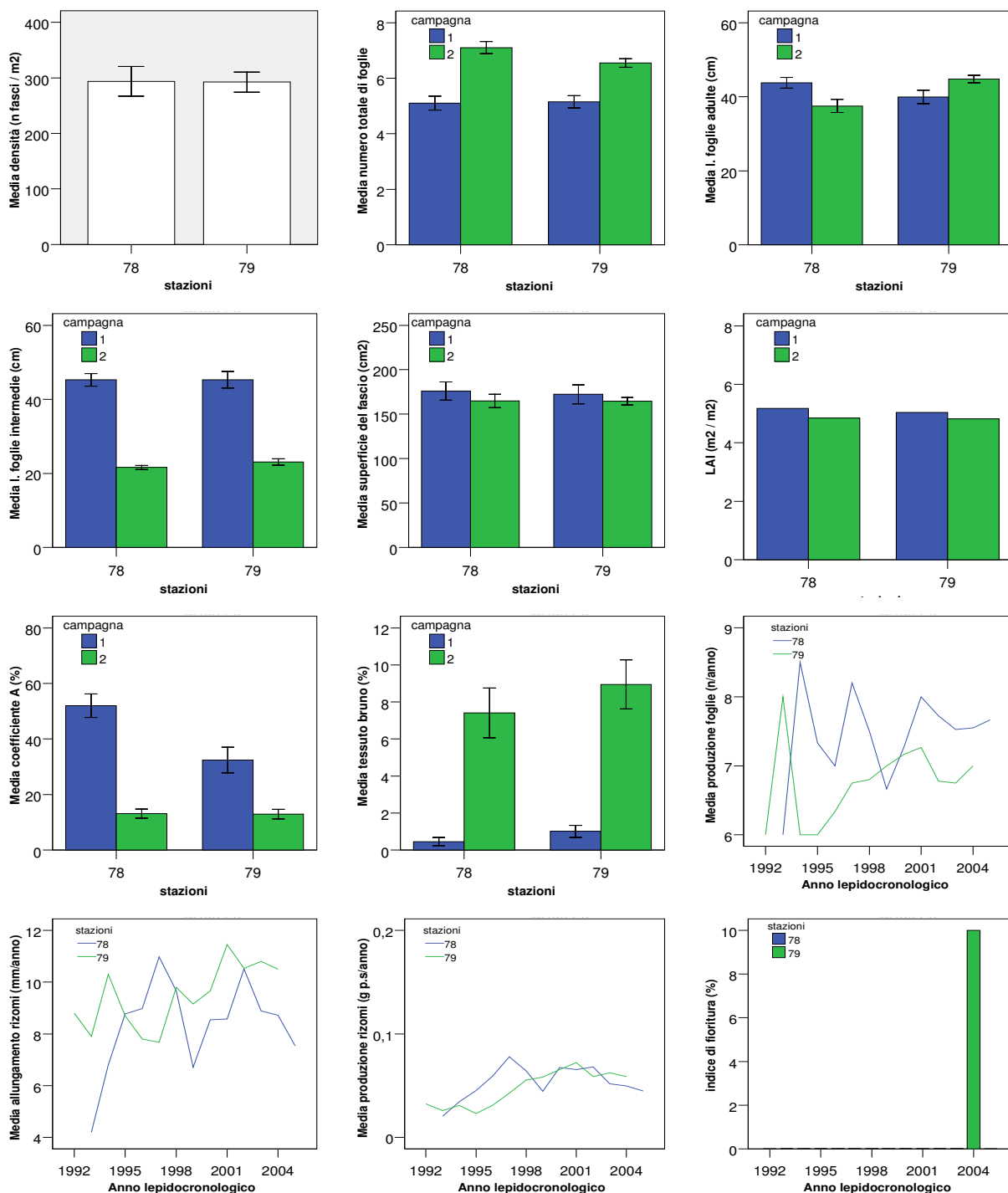


Figura 4.1.29.2 – Andamento delle variabili fenologiche e lepidocronologiche

Tabella 4.1.29.2 – Variabili fenologiche misurate nel corso delle due campagne ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Campagna	Codice stazione	foglie adulte (n)	foglie intermedie (n)	foglie giovanili (n)	larghezza foglie adulte (cm)	larghezza foglie intermedie (cm)	larghezza foglie giovanili (cm)	altezza prateria (cm)
38	I	78	1,9 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 0,1	71,1
		79	2,0 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	-	89,0
	II	78	2,8 $\pm$ 0,2	3,5 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	87,2
		79	2,6 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,0	78,2

Tabella 4.1.29.3 – Variabili lepidocronologiche ($\pm$ e.s).

Tratto costiero	Codice stazione	Scalzamento dei rizomi (cm)	Lunghezza scaglie (cm)	Peso scaglie (g p.s./anno)
38	78	-	4,1 $\pm$ 0,1	0,102 $\pm$ 0,019
	79	-	4,0 $\pm$ 0,1	0,250 $\pm$ 0,019

Indagini sui sedimenti

I sedimenti delle due stazioni del tratto costiero 38, ricadente nell'Isola di Ustica, presentano differenze nei livelli delle diverse variabili, con valori generalmente superiori nei sedimenti della stazione 78 (Ustica 1). I livelli di trofismo riscontrati sono tipici di aree oligotrofiche. Il valore medio delle concentrazioni della materia organica totale (OM) varia tra 1,20 $\pm$ 0,02 e 1,93 $\pm$ 0,16%. Il valore medio delle concentrazioni della Clorofilla-*a* varia tra 0,48 $\pm$ 0,10 e 1,08 $\pm$ 0,11 μ g/g. Il valore medio delle concentrazioni dei Feopigmenti varia tra 0,70 $\pm$ 0,02 e 1,31 $\pm$ 0,05 μ g/g. I livelli di questa variabile sono paragonabili, in entrambi i periodi, a quelli della Clorofilla-*a*, indicando un equilibrio tra biomassa autotrofa microbentonica attiva ed inattiva.

Il valore medio delle concentrazioni di Lipidi varia tra 76,06 $\pm$ 10,53 e 276,71 $\pm$ 10,41 μ g/g, dei Protidi tra 228,24 $\pm$ 66,49 e 520,17 $\pm$ 68,10 μ g/g e dei Glucidi tra 302,33 $\pm$ 54,24 e 1043,12 $\pm$ 64,22 μ g/g. I livelli del rapporto PRT/CHO variano tra 0,40 $\pm$ 0,14 e 1,50 $\pm$ 0,21. L'andamento di tale rapporto mostra un accumulo di detrito refrattario nei sedimenti di questo tratto costiero.

Il tratto costiero 38 è caratterizzato da valori del $\delta^{13}\text{C}$ che variano da un massimo di -18,97 $\pm$ 0,48‰, registrato nella stazione 79 durante la I campagna ad un minimo di -20,43 $\pm$ 0,38‰, registrato nel corso della II nella stessa stazione. Il $\delta^{15}\text{N}$ mostra il massimo valore nel corso della I campagna nella stazione 79 (1,79 $\pm$ 0,06‰), mentre il minimo durante la II nella stessa stazione (0,86 $\pm$ 0,41‰). Le variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche rilevate nei sedimenti delle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato sono riportate nella figura 4.1.29.3.

Indagini sulla comunità meiobentonica

Il tratto costiero 38 presenta densità meiobentonica simile nel corso della I campagna (148 ± 25 ind. 10 cm^{-2} , stazione 78 e 155 ± 11 ind. 10 cm^{-2} , stazione 79). Durante la II campagna i valori decrescono, pur mantenendosi omogenei in entrambe le stazioni (72 ± 25 ind. 10 cm^{-2} e 78 ± 27 ind. 10 cm^{-2} , rispettivamente).

Il rapporto Ne/Co presenta valori bassi e simili nell'intero tratto costiero variando, in particolare, tra 0,37 (stazione 79, I campagna) e 1,59 (stazione 79, II campagna).

La figura 4.1.29.4 riporta l'andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi nelle stazioni ricadenti nel tratto di costa considerato.

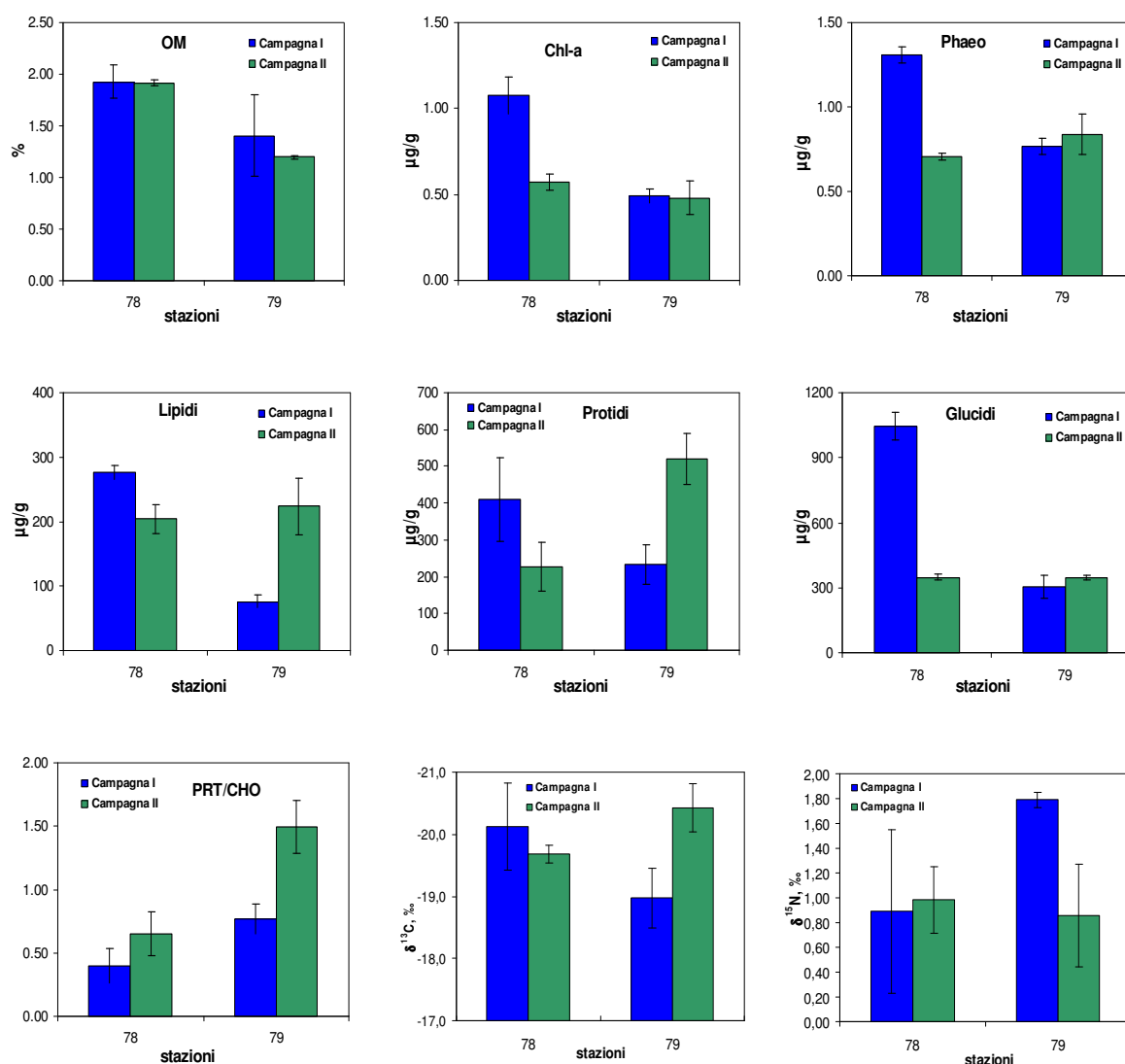


Figura 4.1.29.3 – Andamento delle variabili trofiche, biochimiche ed isotopiche nei sedimenti

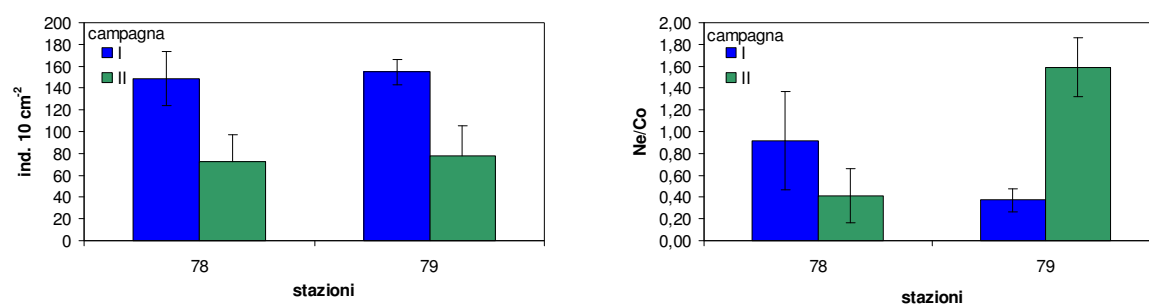


Figura 4.1.29.4 – Andamento della densità meiobentonica e dell'indice Nematodi/Copepodi

4.2 Identificazione delle scale di variabilità del limite inferiore

Per ciascun tratto costiero è stato calcolato un variogramma per classi entro la scala dei 30 km. I risultati ottenuti sono stati raggruppati per tipologia di tratto costiero e sono rappresentati in figura 4.2.1 e 4.2.2.

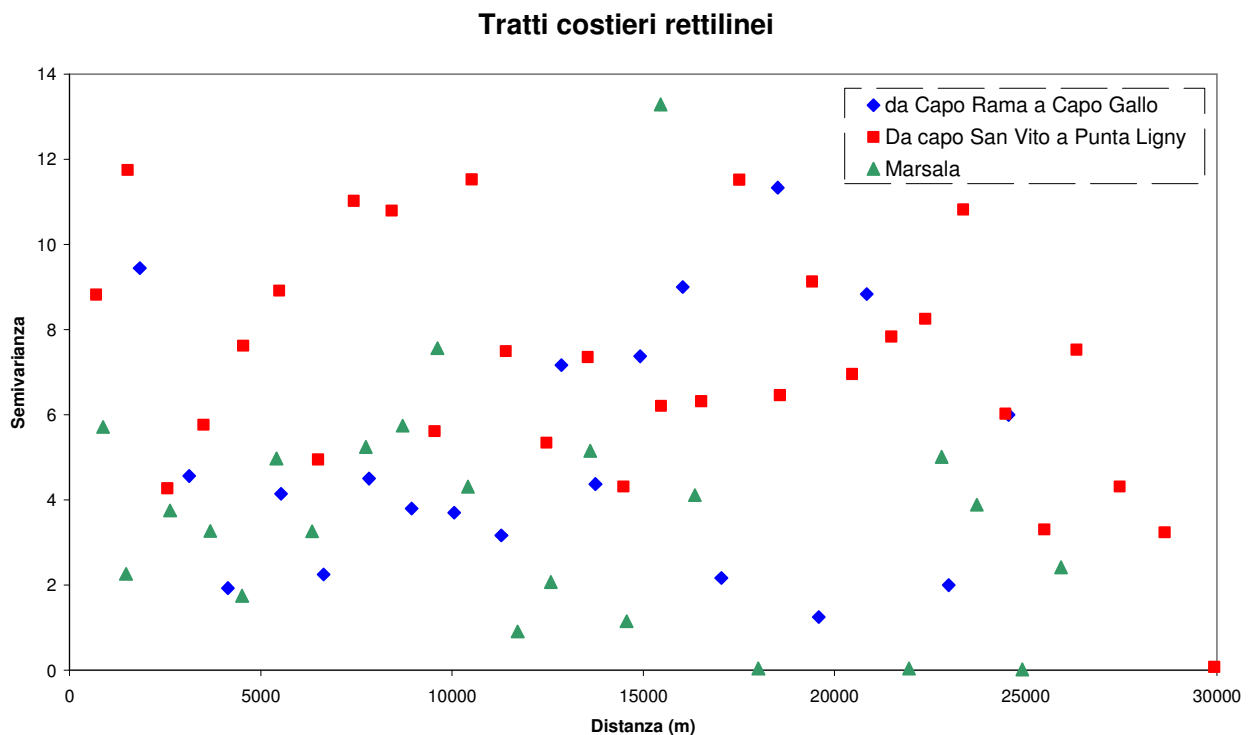


Figura 4.2.1 - Variogrammi dei tratti costieri rettilinei

Dai variogrammi ottenuti emerge come, alla scala esaminata, l'andamento della variabilità all'aumentare della scala è simile per tutti i tratti costieri rettilinei. I valori medi di semivarianza sono stati di 3,7 (Marsala), 5,1 (da Capo Rama a Capo Gallo) e 7,1 (da Capo San Vito a Punta Ligny); questi valori corrispondono ad una differenza media di profondità del limite inferiore tra le osservazioni rispettivamente di 2,8m, 3,1m e 3,7m. Non sono stati rilevati incrementi di variabilità all'aumentare della distanza delle osservazioni.

I risultati testimoniano quindi una sostanziale omogeneità nello spazio della trasparenza delle masse d'acqua; inoltre la profondità media del limite inferiore sempre inferiore ai 30m indica dei buoni livelli di naturalità di questi tratti costieri.

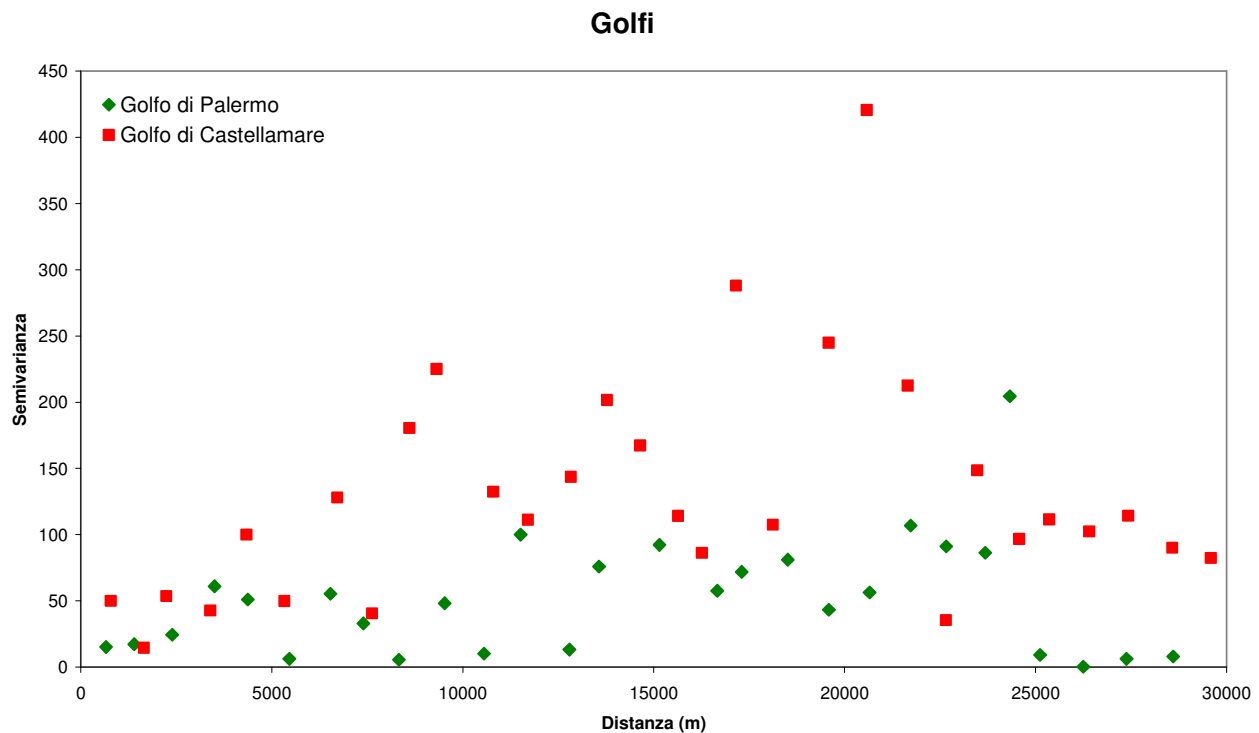


Figura 4.2.2 - Variogrammi dei tratti costieri all'interno di golfi

All'interno dei golfi invece si nota come la variabilità risulti essere notevolmente superiore a quella dei tratti costieri rettilinei. In corrispondenza dei tratti costieri all'interno del Golfo di Palermo e del Golfo di Castellammare è stata osservata una brusca risalita del limite inferiore che raggiunge i valori minimi osservati, rispettivamente di 14 e 10 m (Calvo e Genchi, 1987).

In prossimità dell'area urbana di Palermo il maggiore incremento di varianza della profondità del limite osservato al crescere della scala delle osservazioni è attribuibile alle profonde modificazioni che le masse d'acqua subiscono, in termini di trasparenza e caratteristiche trofiche, a seguito degli apporti di natura antropica che si alternano lungo la costa (Genchi *et al.*, 1982, 1983; Calvo *et al.*, 1994). Le sorgenti di impatto, tra cui le numerose discariche di terra con i conseguenti fenomeni di risospensione, concentrate in un tratto costiero relativamente breve hanno generato una maggiore variabilità spaziale dell'intensità luminosa che perviene sul fondo, a cui è associata una maggiore variabilità della profondità di colonizzazione.

Inoltre, in quest'area la prateria manifesta macroscopici segni di degrado testimoniati da una frammentazione diffusa e dalla dominanza di estese formazioni costituite prevalentemente da piante morte (Fradà Orestano e Calvo, 1989).

La maggiore variabilità rilevata nel Golfo di Castellammare, nel quale la pressione antropica è inferiore a quella riscontrata nel Golfo di Palermo, è causata da una più omogenea distribuzione del

limite inferiore lungo tutto il tratto costiero. Nel Golfo di Palermo, infatti, la scomparsa della prateria nel settore centrale, legata ai forti impatti antropici, non ha consentito di avere informazioni sul limite inferiore di questa zona. È plausibile ipotizzare che, qualora la prateria in questione non fosse stata sottoposta ad impatto da inquinanti e fosse quindi riuscita a sopravvivere, la posizione batimetrica del limite inferiore sarebbe stata più superficiale rispetto alla profondità minima riscontrata. Ciò avrebbe generato una variabilità maggiore rispetto a quella mostrata in figura 4.2.2. Al fine di approfondire ulteriormente le conoscenze sulle scale di variabilità del limite inferiore, sono stati effettuati nel 2006 profili ROV con una distanza media tra le osservazioni inferiore a quella rilevata in letteratura (AA. VV., 2002).

In particolare, sono stati effettuati 53 transetti ROV lungo le coste interne al Golfo di Palermo; la distanza tra le osservazioni effettuate oscilla tra i 200 e i 350 metri. La scelta di quest'area è stata fatta sulla base delle conoscenze acquisite. Il Golfo di Palermo, tratto costiero sottoposto a forti impatti di natura antropica, necessitava di un'indagine a risoluzione più elevata rispetto alla precedente, e inoltre un numero di osservazioni maggiore al fine di stimare bene le scale di variabilità.

L'assenza di incremento di variabilità all'aumentare della scala delle osservazioni riscontrata in tutti i tratti costieri rettilinei esaminati dimostra una sostanziale omogeneità della trasparenza delle masse d'acqua, e quindi un buono stato di naturalità. Per verificare la presenza di eventuali scale di varianza legate a fattori naturali sono stati effettuati ulteriori 16 transetti lungo le coste sud orientali dell'Isola di Ustica, area marina protetta caratterizzata da elevati livelli di naturalità. Le osservazioni, distanti in media 250-300 metri, hanno coperto una distanza di circa 3.5 chilometri, e hanno permesso l'integrazione dei dati a piccola scala rilevati in precedenti indagini (AA. VV., 2002).

Tabella 4.2.1 - Dati riassuntivi dei transetti effettuati nel quadro della convenzione di ricerca

Tratto costiero	n. transetti	Profondità min (m)	Profondità max (m)	Profondità media (m)
Golfo di Palermo	53	13	40	29
Isola di Ustica	16	28	38	35

Per ciascun tratto costiero è stato calcolato un variogramma per classi alla scala massima dei 30 km. I risultati ottenuti sono mostrati nelle figure 4.2.3 e 4.2.4.

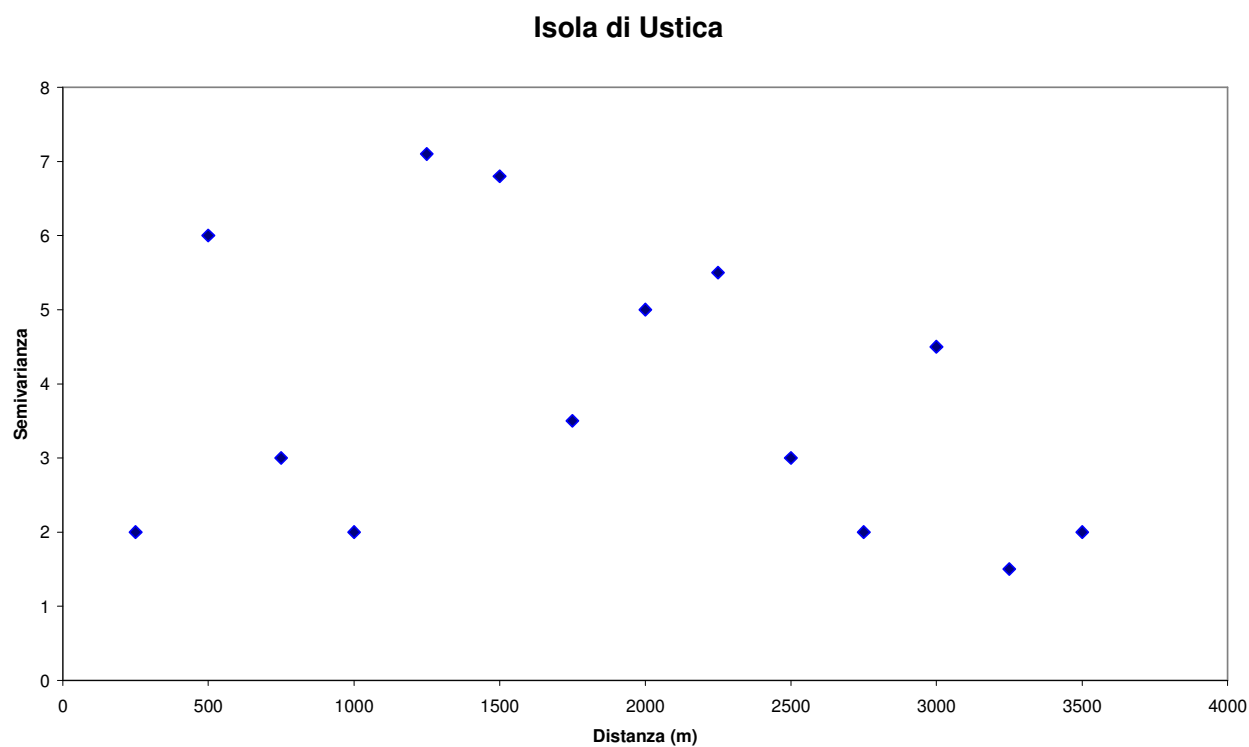


Figura 4.2.3 – Variogramma per classi del tratto costiero dell'Isola di Ustica

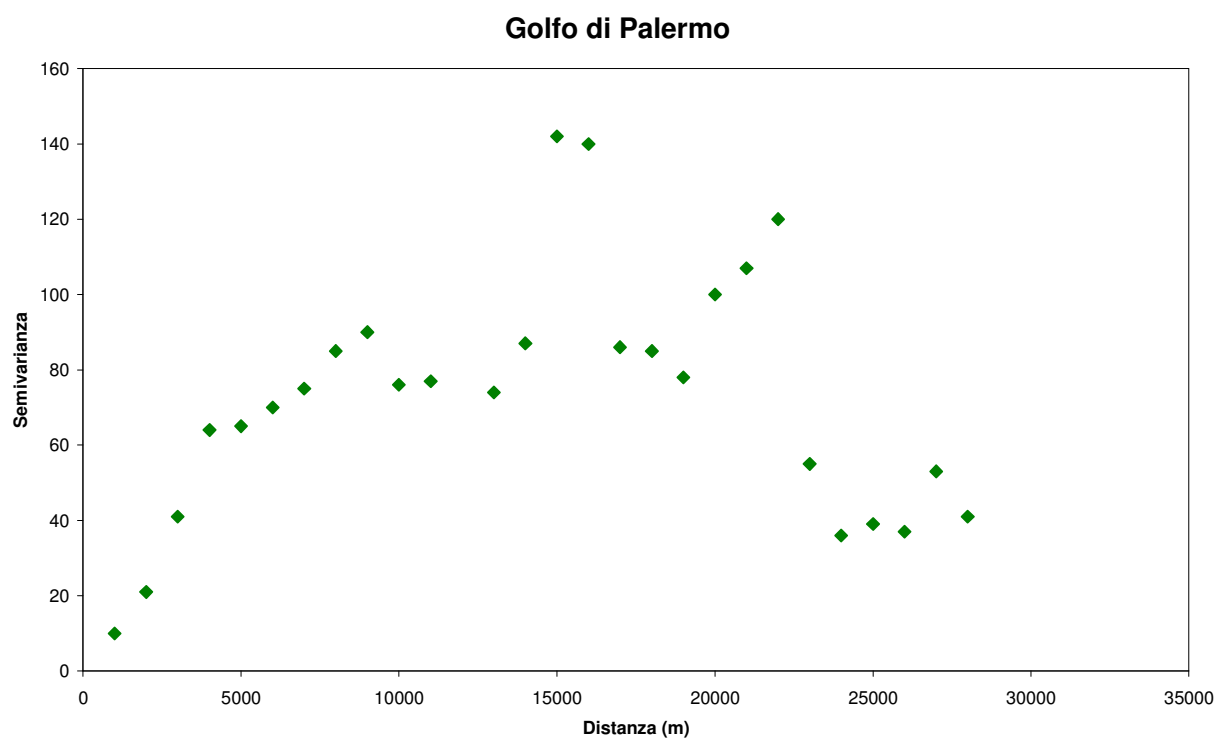


Figura 4.2.4 – Variogramma per classi del tratto costiero del Golfo di Palermo

Il variogramma dell'isola di Ustica mostra un valore medio di semivarianza di 3,8 corrispondente ad una differenza media di profondità delle osservazioni di 2,8 m. Non è stato rilevato nessun incremento di variabilità legato all'aumentare della distanza tra le osservazioni. Questo è dovuto all'elevata omogeneità spaziale della trasparenza delle masse d'acqua. Anche in questo caso, come negli altri tratti costieri rettilinei, la profondità media è inferiore ai 30m.

Il variogramma del golfo di Palermo mostra invece un incremento di variabilità della profondità del limite inferiore progressivo all'aumentare della distanza delle osservazioni; questo incremento risulta molto evidente dal confronto dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati di letteratura (AA. VV., 2002) e da quelli ottenuti dai nuovi transetti (Figura 4.2.5).

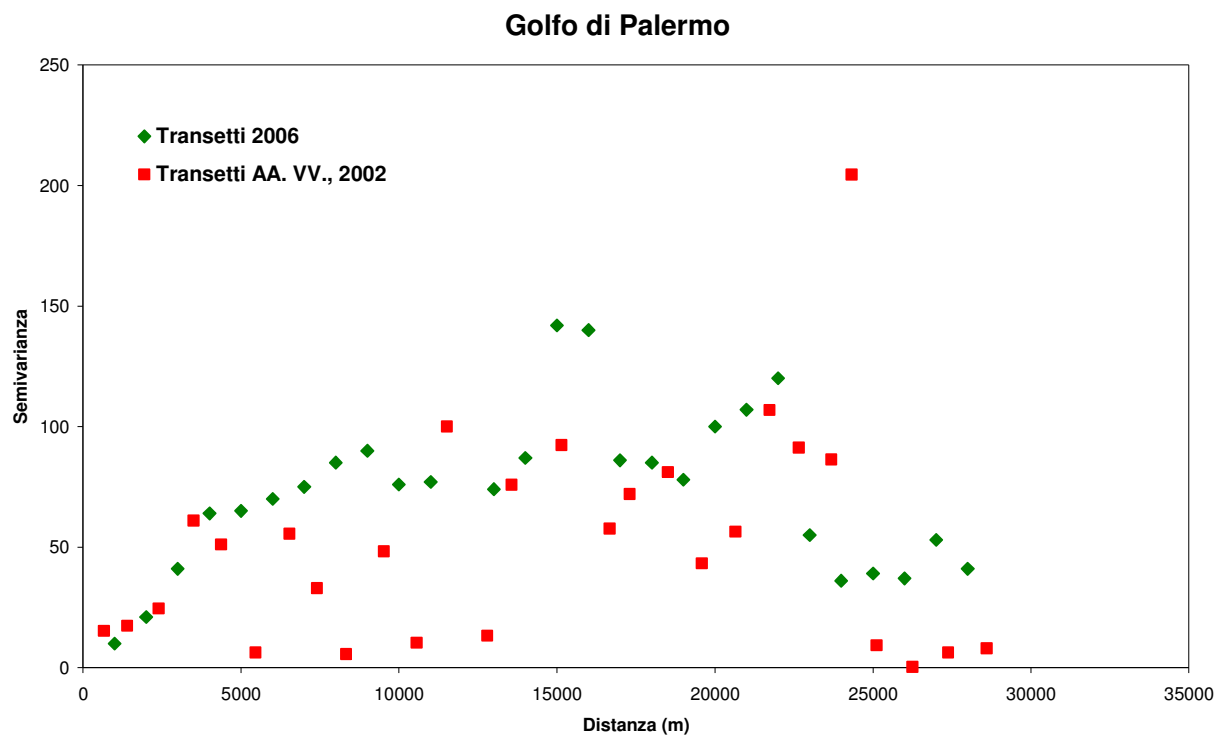


Figura 4.2.5 – Confronto tra i variogrammi ottenuti dai dati di letteratura e dai nuovi transetti

Infatti si nota un incremento di variabilità continuo fino alla scala di circa 10km, oltre la quale la variabilità in media rimane costante per poi decrescere a scale superiori ai 21km. Volendo quindi determinare con maggiore precisione il range del variogramma ottenuto, si è effettuata un'analisi attraverso la creazione di un variogramma teorico alla scala dei 10 km. Il modello utilizzato è stato quello sferico, la cui formula è la seguente:

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1.5 \frac{d}{a} - 0.5 \frac{d^3}{a^3} \right] \quad \text{se } d \leq a$$
$$\gamma(h) = C \quad \text{se } d > a$$

Il risultato ottenuto è mostrato in figura 4.2.6.

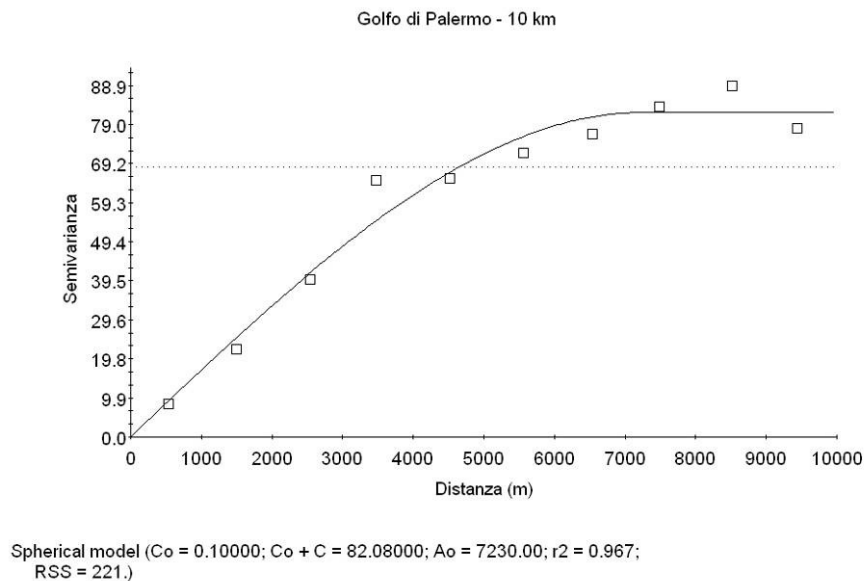


Figura 4.2.6 – Variogramma sferico ottenuto dall'analisi dei dati a scala inferiore a 10km.

Il modello rappresentato approssima molto bene l'andamento del limite inferiore all'aumentare della scala; il range del variogramma risulta essere di 7230m che rappresenta la scala di massima variabilità del sistema. Inoltre il valore della *nugget* di 0,1 permette di eliminare l'eventuale tesi di scale di variabilità inferiori al nostro intervallo di campionamento.

4.3 Approccio statistico alla costruzione di griglie di valutazione di qualità

Il ruolo dell'analisi statistica in questo contesto è di ricavare dai dati a disposizione indicazioni sulle caratteristiche che maggiormente diversificano le praterie di *P. oceanica*, i sedimenti marini e la comunità meiobentonica associata. Sulla base di tali caratteristiche è stato possibile pervenire alla selezione di uno o più indicatori (semplici o aggregati) atti a fornire una griglia di valutazione di qualità non solo nei siti esplorati durante le campagne di rilevazioni cui si riferisce questo rapporto, ma anche per i siti di cui in futuro si vorrà conoscere lo stato, sempre in termini di qualità.

Per giungere alla definizione di una griglia di valutazione della qualità delle acque costiere siciliane, è stata messa a punto una procedura di analisi statistica articolata in tre fasi:

1. identificazione e pre-elaborazione delle variabili potenzialmente utili alla costruzione di uno o più indicatori di qualità delle praterie;
2. utilizzo di tecniche di analisi di raggruppamento (*cluster analysis*) per l'individuazione di gruppi omogenei di praterie;
3. individuazione delle variabili maggiormente discriminanti, caratterizzazione dei gruppi trovati in termini di "comportamenti tipici" su tali variabili e determinazione dei pesi da attribuire alle variabili selezionate nella costruzione dell'indicatore finale mediante tecniche di Analisi Discriminante.

Tale procedura è stata ripetuta separatamente per le variabili rilevate nelle praterie di *P. oceanica* e nei sedimenti e nella comunità meiobentonica associata.

4.3.1 Indicatori di qualità delle praterie di *Posidonia oceanica*

4.3.1.1 Identificazione e pre-elaborazione delle variabili

Dall'insieme delle variabili fenologiche (macroripartizione e microripartizione) e lepidocronologiche rilevate nel corso della ricerca, sono state selezionate le 15 variabili maggiormente utilizzate a scala mediterranea come descrittori di qualità delle praterie (Pergent-Martini *et al.*, 2005). Il set completo di dati utilizzato nell'analisi statistica contempla su 95 praterie esaminate 1968 fasci per un totale di 16382 porzioni di rizoma e 10677 foglie. Le variabili considerate sono riportate nella tabella 4.3.1.1.1.

Tabella 4.3.1.1.1 – Variabili selezionate in *P. oceanica*

Acronimo	Descrizione	Unità di misura
AR	Allungamento del Rizoma	(mm / rizoma / anno)
PR	Produzione primaria del Rizoma	(g p.s. / rizoma / anno)
PF	Produzione di Foglie	(n / rizoma / anno)
IF	Indice di Fioritura	(%)
LuFA	Lunghezza delle Foglie Adulte	(cm)
LaFA	Larghezza delle Foglie Adulte	(cm)
LuFI	Lunghezza delle Foglie Intermedie	(cm)
LaFI	Larghezza delle Foglie Intermedie	(cm)
SF	Superficie del Fascio	(cm ²)
CA	Coefficiente “A”	(%)
TB	Tessuto Bruno	(%)
D	Densità	(n fasci / m ²)
EF	Età del fascio	(anni)
PROF	Profondità di prelievo	(m)
T	Periodo di campionamento	(1= Marzo-Aprile; 2= Maggio-Giugno)

Poiché l'unità statistica è rappresentata dalla stazione, è stato necessario aggregare in modo opportuno le variabili che si riferiscono al singolo fascio di *P. oceanica*. Ciò è stato fatto calcolando il valore medio per stazione. Nel caso delle variabili lepidocronologiche (AR, PR, PF, IF), tale mediazione per stazione è stata preceduta dal calcolo della media sugli ultimi tre anni lepidocronologici completi. Le medie ottenute dagli ultimi tre anni sono indicate con AR3, PR3, PF3, IF3.

Studi precedenti (Tomasello *et al.*, 2005; Tomasello *et al.*, 2006; Calvo *et al.*, 2006; Tomasello *et al.*, in stampa) hanno inoltre dimostrato che l'andamento delle variabili lepidocronologiche dipende in modo determinante anche da variabili endogene, quali l'età del fascio. Questa variabile assume il ruolo di *variabile di confondimento*. Per una corretta valutazione dei comportamenti differenziali delle variabili lepidocronologiche nelle diverse stazioni, è stato quindi necessario “depurare” queste ultime dall'effetto di confondimento dell'età. Sulla base di analisi esplorative condotte sui dati, si è ritenuto opportuno estendere la “depurazione” anche ad alcune variabili fenologiche. Insieme all'età dei fasci sono state considerate altre due variabili (il periodo di campionamento e la profondità) che potevano esercitare un ruolo di *confondimento*. L'analisi dei dati è stata pertanto condotta sui *residui* ottenuti da opportuni modelli di regressione lineare, in cui le variabili di confondimento sono state inserite come esplicative.

Il risultato di questa procedura è una versione *depurata* delle variabili lepidocronologiche e fenologiche, che verrà nel seguito indicata con l'aggiunta della lettera **d** (depurata) alle sigle delle variabili.

Al fine di rendere le variabili depurate confrontabili fra loro in termini di variabilità, esse sono state standardizzate dividendole per lo scarto quadratico medio totale calcolato su tutte le stazioni. Per la

depurazione della densità dall'effetto delle variazioni di profondità tra le stazioni, i residui sono stati calcolati utilizzando il modello descritto da Pergent *et al.* (1995).

In conclusione, il complesso delle operazioni di selezione e pre-elaborazione ha portato a concentrare l'attenzione per le successive fasi di analisi sulle seguenti variabili:

- 1) **AR3d** Allungamento medio del Rizoma, depurato dell'effetto dell'età dei fasci e della profondità e standardizzato;
- 2) **PR3d** Produzione primaria media del Rizoma, depurata dell'effetto dell'età dei fasci e della profondità e standardizzata;
- 3) **PF3d** Produzione media di Foglie, depurata dell'effetto dell'età dei fasci e della profondità e standardizzata;
- 4) **IF3d** Indice medio di Fioritura, depurato dell'effetto dell'età dei fasci e della profondità e standardizzato;
- 5) **LuFAd** Lunghezza media delle Foglie Adulte, depurata dell'effetto dell'età dei fasci, della profondità e del periodo di campionamento e standardizzata;
- 6) **LaFAd** Larghezza media delle Foglie Adulte, depurata dell'effetto dell'età dei fasci, della profondità e del periodo di campionamento e standardizzata;
- 7) **LuFIId** Lunghezza media delle Foglie Intermedie, depurata dell'effetto dell'età dei fasci, della profondità e del periodo di campionamento e standardizzata;
- 8) **LaFIId** Larghezza media delle Foglie Intermedie, depurata dell'effetto dell'età dei fasci, della profondità e del periodo di campionamento e standardizzata;
- 9) **SFd** Superficie media del Fascio, depurata dell'effetto dell'età dei fasci, della profondità e del periodo di campionamento e standardizzata;
- 10) **CAs** Coefficiente "A" standardizzato;
- 11) **TBs** Tessuto Bruno standardizzato;
- 12) **Dd** Densità media (numero di fasci per m²), depurata dell'effetto della profondità e standardizzata.

Inoltre, la stazione 10 (Castellammare) è stata eliminata, in quanto, essendo l'unica campionata in febbraio, è da considerarsi, in termini biologici, non confrontabile con le altre. L'analisi successiva si svolgerà dunque su 94 stazioni e 12 variabili.

4.3.1.2 Individuazione dei gruppi omogenei di stazioni

In questa fase è stata esplorata la possibilità dell'esistenza di gruppi omogenei (*cluster*) di stazioni, caratterizzati da andamenti in qualche modo “simili” entro i gruppi e “diversi” fra gruppo e gruppo. L'idea che sta alla base di questo approccio è che se le stazioni non mostrano apprezzabili differenze negli andamenti delle variabili considerate risultano indistinguibili tra loro, costituendo un unico insieme caratterizzato da un livello sostanzialmente omogeneo di qualità. Pertanto, non è possibile costruire un indicatore di qualità basandosi su di esse. In questo senso, la presenza di disomogeneità fra stazioni rappresenta un pre-requisito per la “costruibilità” stessa di una griglia di valutazione della qualità. Inoltre, in assenza di valutazioni esogene, i gruppi omogenei, qualora gli andamenti che li caratterizzano siano interpretabili da un punto di vista biologico, possono rappresentare delle *proxy* di “gradi di qualità”, se non assoluta, almeno relativa all'insieme di dati in esame.

La presenza di *cluster* di stazioni è stata testata attraverso l'impiego della funzione-K (Ripley, 1976; Cressie, 1991) nello spazio delle variabili e della tecnica della *forward search* (Atkinson e Riani, 2000), e la risposta ottenuta da queste tecniche è stata positiva.

In particolare, la tecnica della *forward search* ha anche fornito qualche indicazione sul numero di tali *cluster*, suggerendo la presenza di un numero limitato (2 o 3) di gruppi. Questa indicazione, peraltro, risulta coerente con due requisiti informali di cui è utile tenere conto quando i *cluster* vengono usati come *proxy* di “livelli di qualità”; in questo contesto è infatti desiderabile che questi siano in numero dispari e ridotto, al fine di una più agevole interpretabilità dei livelli stessi. Queste indicazioni hanno spinto a concentrare il lavoro nella ricerca di 3 *cluster*.

La tecnica di analisi di raggruppamento impiegata è stata il clustering gerarchico agglomerativo con legame completo. L'applicazione di tale tecnica ha evidenziato il comportamento anomalo della stazione 101 (Porto di Marzamemi) che è stata pertanto eliminata.

In conclusione, si è deciso di eseguire l'analisi di raggruppamento sulle rimanenti 93 stazioni, imponendo un numero di tre gruppi. Il risultato di questa analisi finale è rappresentato in figura 4.3.1.2.1, che riporta il dendrogramma dell'analisi condotta, con l'indicazione dei 3 gruppi individuati.

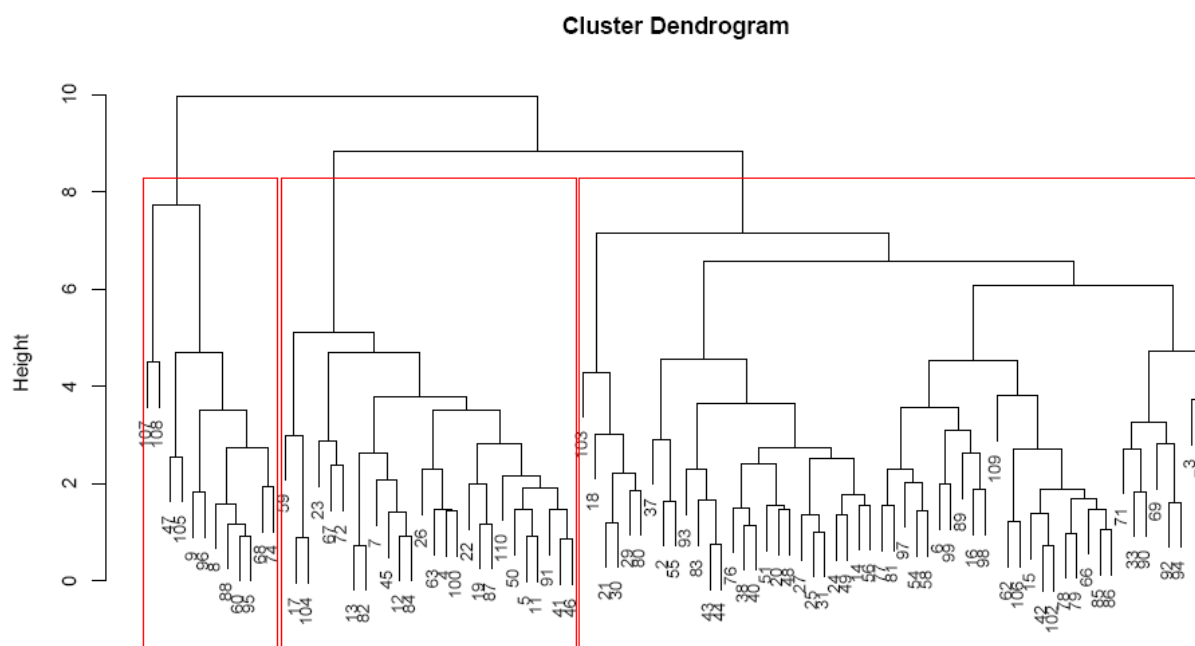


Figura 4.3.1.2.1 - Dendrogramma dell'analisi di raggruppamento

La successiva tabella 4.3.1.2.2 riporta i codici delle stazioni che vanno a formare i tre gruppi individuati.

Tabella 4.3.1.2.2 - Composizione dei tre gruppi individuati dall'analisi di raggruppamento

Gruppo	Stazioni
1 ($n_1 = 12$)	8, 9, 47, 60, 68, 74, 88, 95, 96, 105, 107, 108
2 ($n_2 = 55$)	2, 3, 6, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 54, 55, 56, 58, 62, 66, 69, 71, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 89, 90, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 102, 103, 106, 109
3 ($n_3 = 26$)	4, 5, 7, 11, 12, 13, 17, 19, 22, 23, 26, 41, 45, 46, 50, 59, 63, 67, 72, 82, 84, 87, 91, 100, 104, 110

Caratterizzazione dei gruppi e definizione del ruolo e del peso delle variabili

Sebbene l'analisi di raggruppamento condotta nella fase precedente permetta di individuare alcuni gruppi (tre) ben distinti di unità, essa non fornisce indicazioni specifiche su quali siano le

caratteristiche che accomunano e quali quelle che diversificano i gruppi: in altre parole, non permette di selezionare in modo statisticamente fondato le variabili che sono state maggiormente responsabili di tale raggruppamento, né quindi di determinare i pesi ottimali da attribuire a tali variabili nella costruzione di uno o più indicatori finali.

Una tecnica che permette questa selezione e questa definizione di pesi è l'Analisi Discriminante. Impiegando questa tecnica nella sua versione più robusta e al contempo più semplice, l'Analisi Discriminante Lineare di Fisher, è stato possibile ottenere i seguenti risultati:

- (i) eliminare le variabili ridondanti, cioè le variabili meno capaci di discriminare l'appartenenza ai gruppi individuati in precedenza, selezionando un sottoinsieme più parsimonioso di variabili maggiormente discriminanti e ottenendo di conseguenza un "profilo" delle caratteristiche che diversificano i tre gruppi;
- (ii) attribuire dei pesi (i cosiddetti *pesi discriminanti*) che riflettono l'importanza relativa delle variabili maggiormente discriminanti, trovate al passo precedente, e permettono la costruzione di indicatori aggregati, cioè di combinazioni lineari ponderate delle variabili originali, ottimali dal punto di vista della capacità discriminatoria fra le stazioni.

Per ciò che riguarda la prima fase, l'utilizzo dell'analisi discriminante ha permesso di eliminare le seguenti variabili che hanno mostrato minore capacità discriminante rispetto alle altre, e quindi si possono ritenere ridondanti: PF3d, IF3d, LaFAd, LaFIId, CAAd. Pertanto, l'Analisi discriminante è stata condotta su 90 stazioni e su 7 variabili (tabella 4.3.1.2.3).

Tabella 4.3.1.2.3 - Medie dei residui standardizzati delle 7 variabili discriminanti nei tre gruppi individuati dall'analisi di raggruppamento

Variabile	Gruppo		
	1	2	3
AR3d	-0.7757	-0.1321	0.7120
PR3d	-0.7312	-0.0390	0.5187
LuFAd	-0.5277	-0.2001	0.6690
LuFIId	-0.9046	-0.1231	0.7523
SFId	-1.2246	-0.0326	0.7407
TBs	1.2210	-0.1496	-0.2398
Dd	-0.3302	-0.1432	0.5736

La lettura della tabella 4.3.1.2.3 fornisce già alcune interessanti indicazioni per la "tipizzazione" dei tre gruppi. Il gruppo 3 presenta residui (medi) positivi e più alti degli altri due gruppi per tutte le variabili riguardanti le *performance* di crescita di *P. oceanica* (Allungamento del Rizoma, Produzione primaria del Rizoma, Lunghezza delle Foglie Adulte ed Intermedie, Superficie del

Fascio, Densità della prateria) e il residuo negativo e minore fra i gruppi per ciò che riguarda la Percentuale di Tessuto Bruno. Il gruppo 1 ha una caratterizzazione esattamente speculare a quella del gruppo 3; presenta residui negativi e mediamente più grandi in valore assoluto per tutte le variabili riguardanti le *performance* di crescita di *P. oceanica*, ad eccezione della Percentuale di Tessuto Bruno in cui il residuo è positivo. Infine, il gruppo 2 esibisce in tutte le variabili comportamenti esattamente intermedi fra i due estremi rappresentati dal gruppo 1 e dal gruppo 3.

Per ciò che riguarda il secondo aspetto evocato all'inizio di questo capitolo, in modo immediato l'Analisi Discriminante fornisce dei pesi che indicano l'importanza relativa, e la direzione, del contributo delle 7 variabili alla discriminazione fra le stazioni. Questi pesi, denominati *pesi discriminanti*, sono riportati nella successiva tabella 4.3.1.2.4.

Tabella 4.3.1.2.4 - Pesi discriminanti delle 7 variabili

Variabile	PD1	PD2
AR3d	0,6815	0,0801
PR3d	- 0,2065	- 0,3840
LuFAd	- 0,0877	- 0,4220
LuFIId	0,2402	- 0,6461
SFd	1,0654	0,7629
TBs	- 0,4092	- 1,0202
Dd	0,3279	- 0,9088

L'applicazione di questi pesi alle 7 variabili consente di costruire delle combinazioni lineari, dette Primo e Secondo Punteggio Discriminante rispettivamente, che rappresentano due nuove variabili, sintesi di quelle originarie, aventi il requisito di essere quelle che meglio discriminano fra i tre gruppi di stazioni individuati e descritti in precedenza. Una rappresentazione grafica delle 90 stazioni nel cosiddetto piano discriminante, il piano che ha per coordinate il Primo e il Secondo Punteggio Discriminante, aiuta a visualizzare i tre gruppi, il loro grado di separazione e le loro caratteristiche. Tale rappresentazione è riportata in figura 4.3.1.2.2, in cui i due punteggi discriminanti sono denotati con le sigle LD1 e LD2.

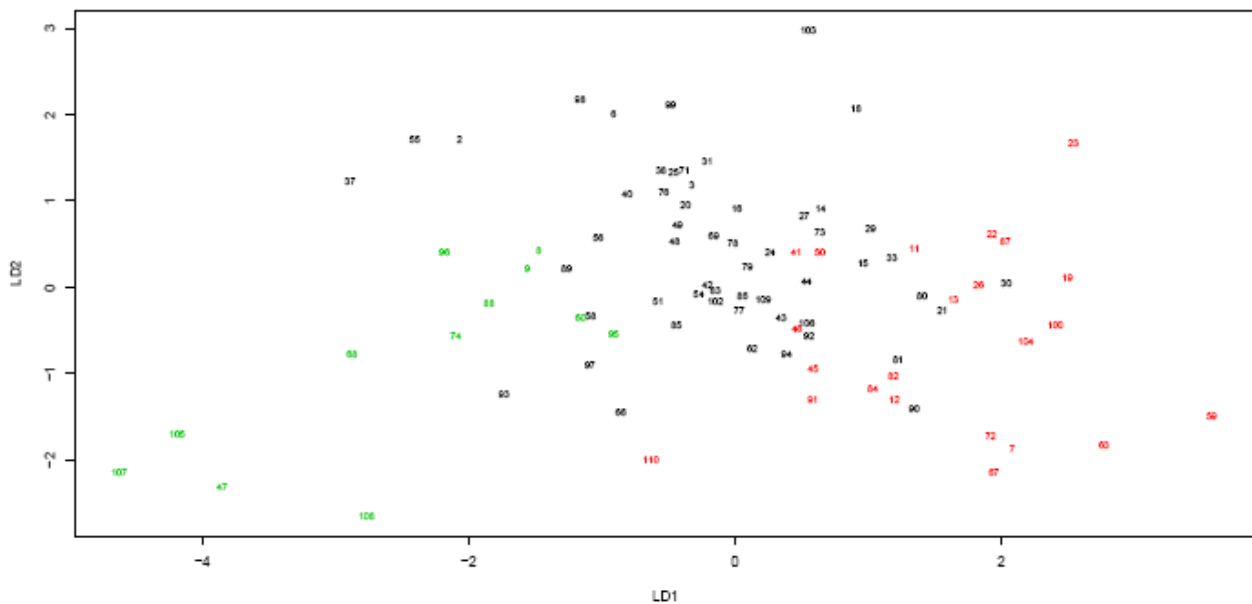


Figura 4.3.1.2.2 - Rappresentazione grafica delle stazioni nel piano discriminante. Gruppo 1 in verde; gruppo 2 in nero e gruppo 3 in rosso.

Come si può osservare, i tre gruppi si collocano in modo abbastanza ben separato nel piano discriminante, nonostante vi siano due aree di parziale sovrapposizione fra gruppo 1 e gruppo 2 da un lato e fra gruppo 2 e gruppo 3 dall'altro, in cui si possono determinare casi di errata classificazione.

Occorre a questo punto osservare che la prima funzione discriminante lineare (LD1) da sola riesce a spiegare circa l'83% della capacità delle 7 variabili originali di discriminare fra i tre gruppi. Ciò è confermato visivamente dalla figura 4.3.1.2.2, in cui appare chiaro che la separazione fra i tre gruppi avviene principalmente nella direzione dell'asse delle ascisse, cioè appunto di LD1. E' pertanto possibile semplificare ulteriormente l'analisi, mantenendo solamente la prima funzione discriminante e rappresentando le 90 stazioni solamente sulla retta discriminante ottimale rappresentata dal primo punteggio discriminante. Questa rappresentazione è fornita dalla figura 4.3.1.2.3, in cui sono riportati gli istogrammi delle distribuzioni dei tre gruppi di stazioni lungo il primo punteggio discriminante.

Anche in questa rappresentazione si può osservare sia la buona separazione complessiva fra i tre gruppi, sia la presenza di due aree di sovrapposizione: approssimativamente fra i valori -2 e -1 fra i gruppi 1 e 2 e fra i valori +1 e +2 fra i gruppi 2 e 3.

Nel paragrafo successivo si vedrà in quale modo questi risultati possono essere impiegati per ottenere un indicatore di qualità delle praterie di *P. oceanica*.

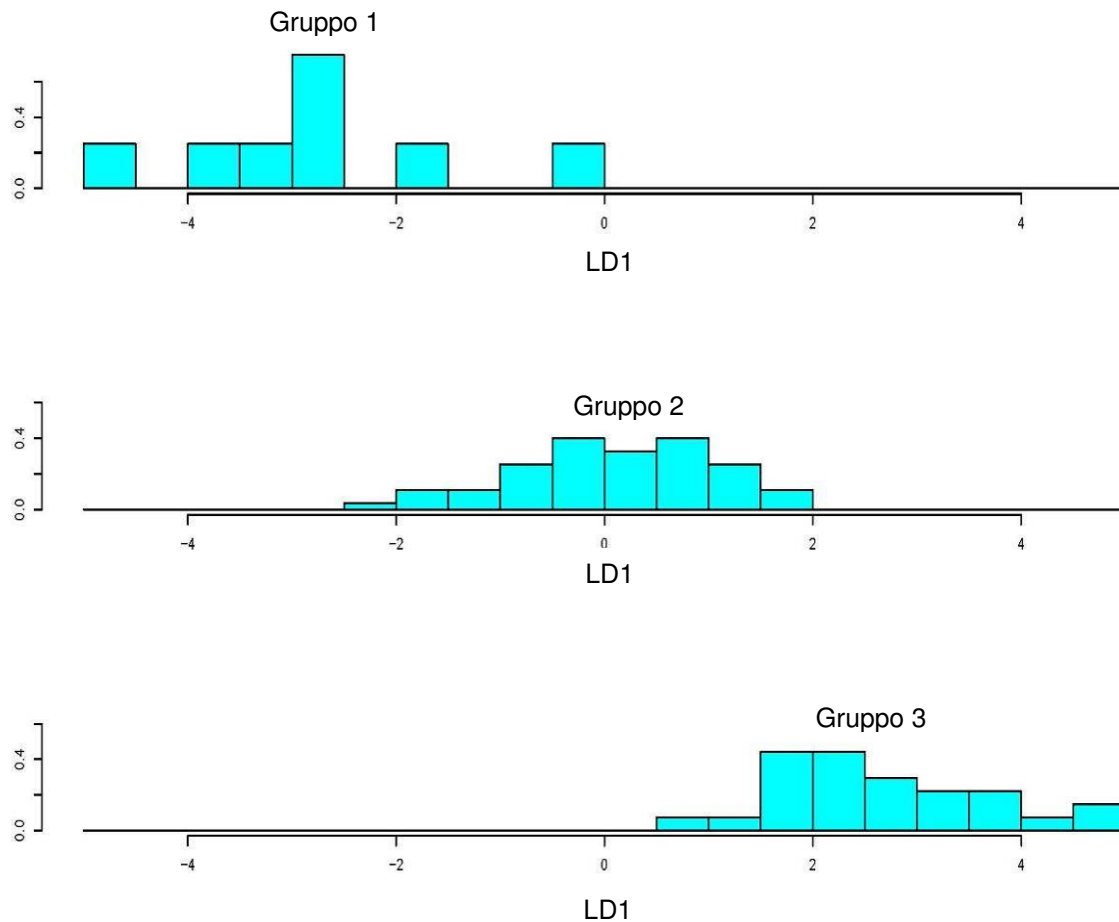


Figura 4.3.1.2.3 - Rappresentazione grafica delle 90 stazioni sulla retta discriminante

4.3.1.3 Definizione dell'indicatore aggregato e della griglia di valutazione di qualità delle praterie

Il Primo Punteggio Discriminante (PD1) e la sua rappresentazione grafica sulla retta discriminante (figura 4.3.1.2.3) forniscono un indicatore aggregato, sintesi delle variabili originarie rilevate su *P. oceanica*, e una griglia di lettura dei suoi valori.

Il Primo Punteggio Discriminante è stato quindi scelto come indicatore aggregato di qualità di una prateria di *P. oceanica*. Nel seguito, dato che questo indicatore è basato sulla densità e le variabili fenologiche e lepidocronologiche rilevate su *P. oceanica*, esso sarà indicato con la sigla **POSIX** (**Posidonia IndeX**). Si ricorda che tale indicatore è ottenuto ponderando 7 variabili con i pesi PD1 riportati nella seconda colonna di tabella 4.3.1.4. Esprimendo il **POSIX** come combinazione lineare delle variabili depurate (**d**) da profondità, età dei fasci e periodo di campionamento e standardizzate o solo standardizzate (**s**) si ottiene:

$$\text{POSIX} = (0.6815 \cdot \text{AR3d}) + (-0.2065 \cdot \text{PR3d}) + (-0.0877 \cdot \text{LuFAd}) + (0.2402 \cdot \text{LuFIId}) \\ + (1.0654 \cdot \text{SFd}) + (-0.4092 \cdot \text{TBs}) + (0.3279 \cdot \text{Dd}) \quad (1)$$

dove

$$\text{AR3d} = [\text{AR3} - (9,578 + 0,129 \cdot \text{PROF} - 0,210 \cdot \text{EF})] / 2,299 \quad (2)$$

$$\text{PR3d} = [\text{PR3} - (0,124 + 0,0003 \cdot \text{PROF} - 0,004 \cdot \text{EF})] / 0,030 \quad (3)$$

$$\text{LuFAd} = [\text{LuFA} - (22,886 + 1,100 \cdot \text{PROF} - 1,1324 \cdot \text{EF} + 15,010 \cdot \text{T})] / 12,115 \quad (4)$$

$$\text{LuFIId} = [\text{LuFI} - (14,633 + 1,176 \cdot \text{PROF} - 0,940 \cdot \text{EF} + 24,035 \cdot \text{T})] / 11,554 \quad (5)$$

$$\text{SFd} = [\text{SF} - (100,186 + 5,577 \cdot \text{PROF} - 5,422 \cdot \text{EF} + 84,327 \cdot \text{T})] / 53,581 \quad (6)$$

$$\text{TBs} = (\text{TB} - 0,969) / 1,343 \quad (7)$$

$$\text{Dd} = \{[\text{D} - (1045,8 - 254 \cdot \log(\text{PROF}))] + 198,9648\} / 186,9828 \quad (8)$$

in cui

AR3 = Allungamento medio dei Rizomi degli ultimi tre anni lepidocronologici (mm / rizoma / anno)

PR3 = Produzione primaria media dei Rizomi degli ultimi tre anni lepidocronologici (g p.s. / rizoma / anno)

LuFA = Lunghezza media delle Foglie Adulte (cm)

LuFI = Lunghezza media delle Foglie Intermedie (cm)

SF = Superficie media dei Fasci (cm²)

TB = Tessuto Bruno medio (%)

D = Densità media (fasci / m²)

EF = Età media dei fasci (anni)

PROF = Profondità media (m)

T = Periodo di campionamento (Marzo-Aprile, T = 1; Maggio-Giugno, T = 2)

In base alle considerazioni fatte al paragrafo 4.3.1.2, in merito alla presenza di due aree di sovrapposizione fra i gruppi 1 e 2 da un lato e fra i gruppi 2 e 3 dall'altro, sono state individuate cinque classi di qualità con i relativi intervalli di **POSIX**.

Calcolato il punteggio **POSIX** per una data stazione di monitoraggio, è pertanto possibile individuare una classe, ed il corrispondente livello di qualità secondo quanto riportato in tabella 4.3.1.3.1.

Tabella 4.3.1.3.1 - Classificazione delle praterie di *P. oceanica* in base alla scala **POSIX**

POSIX	Classe	Qualità della prateria
> 2	1	molto superiore alla media
da +1 a +2	2	superiore alla media
da -1 a +1	3	nella media
da -3 a -1	4	inferiore alla media
< -3	5	molto inferiore alla media

4.3.2 Indicatori di qualità dei sedimenti e della meiofauna associata

4.3.2.1 Identificazione e pre-elaborazione delle variabili

Nell'insieme di dati rilevato mediante le campagne di campionamento sui sedimenti sono disponibili 11 variabili. Nessuna di queste variabili presenta particolari problemi di qualità del dato (valori mancanti, ecc.), perciò sono state tutte mantenute, almeno inizialmente, nell'analisi. Le variabili considerate sono riportate nella tabella 4.3.2.1.1.

Tabella 4.3.2.1.1 – Variabili selezionate nei sedimenti e nella meiofauna

Acronimo	Descrizione
TOM	Contenuto di Materia Organica Totale
ChloA	Concentrazione di Clorofilla- <i>a</i>
Phaeo	Concentrazione di Feopigmenti
LIPI	Concentrazione di Lipidi
GLU	Concentrazione di Glucidi
PRO	Concentrazione di Protidi
ProCar	Rapporto tra Proteine e Carboidrati
D13C	Rapporto degli isotopi stabili del Carbonio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)
D15N	Rapporto degli isotopi stabili dell'Azoto ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$)
Ind10	Densità del meiobenthos (numero di individui per 10 cm ²)
NeCo	Rapporto fra numero di Nematodi e Copepodi

Anche in questo caso si è posto preliminarmente un problema di aggregazione delle misure compiute sul campo, in quanto in ogni stazione di monitoraggio sono state effettuate tre repliche del campionamento di sedimenti; poiché l'unità statistica è rappresentata dalla stazione, è stato necessario aggregare in modo opportuno le variabili che si riferiscono alle tre repliche. Ciò è stato fatto utilizzando nel seguito il valore medio delle tre misure.

È noto che anche per ciò che riguarda le variabili che caratterizzano i sedimenti esistono delle variabili di confondimento, che qui sono rappresentate dalla profondità, dal periodo dell'anno e dalla granulometria (Coull, 1985; Findlay, 1981; Guidi-Guilvard e Buscail, 1995; Dell'Anno *et al.*, 2002).

Come già con le variabili di confondimento per *P. oceanica*, questo problema è stato risolto impiegando nel seguito dell'analisi dei residui da opportuni modelli di regressione lineare multipla, che tengono conto appunto dell'effetto delle variabili di confondimento. In particolare, data la forte asimmetria positiva esibita da tutte le variabili questi modelli di regressione sono stati applicati ai dati dopo averli trasformati logaritmicamente. Seguendo la convenzione notazionale stabilita in precedenza, queste variabili depurate dell'effetto delle variabili di confondimento verranno indicate nel seguito con l'aggiunta della lettera **d** nelle loro sigle. In conclusione, il complesso delle operazioni di selezione e pre-elaborazione ha portato a concentrare l'attenzione, per le successive

fasi di analisi, sulle seguenti variabili:

- 1) **TOMd** Contenuto di Materia Organica Totale, depurato dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 2) **ChloAd** Concentrazione di Clorofilla-*a*, depurata dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 3) **Phaeod** Concentrazione di Feopigmenti, depurata dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 4) **LIPId** Concentrazione di Lipidi, depurata dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 5) **GLUd** Concentrazione di Glucidi, depurata dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 6) **PROd** Concentrazione di Protidi, depurata dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 7) **ProCard** Rapporto tra Proteine e Carboidrati, depurato dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 8) **D13Cd** Rapporto degli isotopi stabili del Carbonio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), depurato dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 9) **D15Nd** Rapporto degli isotopi stabili dell'Azoto ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), depurato dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 10) **Ind10d** Densità del meiobenthos (numero di individui per 10 cm²), depurata dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria
- 11) **NeCod** Rapporto fra numero di Nematodi e Copepodi, depurato dell'effetto della profondità, del periodo dell'anno e della granulometria

4.3.2.2 Individuazione dei gruppi omogenei di stazioni

Anche in questa analisi rivolta sui sedimenti, l'uso della funzione-K nello spazio delle variabili e della tecnica della *forward search* ha dato esito positivo, indicando la presenza di gruppi omogenei di stazioni. Per le considerazioni già fatte al par. 3.5.2, e per omogeneità con quanto fatto nell'analisi dei dati concernenti *P. oceanica*, la ricerca si è rivolta all'individuazione di un numero di *cluster* pari a tre.

Una prima applicazione dell'analisi di raggruppamento ha evidenziato il comportamento anomalo delle stazioni di Capo Peloro, Capo Milazzo e Stromboli. Si è deciso pertanto di eliminare queste tre

stazioni e di eseguire nuovamente l'analisi di raggruppamento sulle rimanenti 92 stazioni, imponendo un numero di tre gruppi.

Il risultato di questa analisi finale è rappresentato in figura 4.3.2.2.1, che riporta il dendrogramma dell'analisi condotta, con l'indicazione dei 3 gruppi individuati.

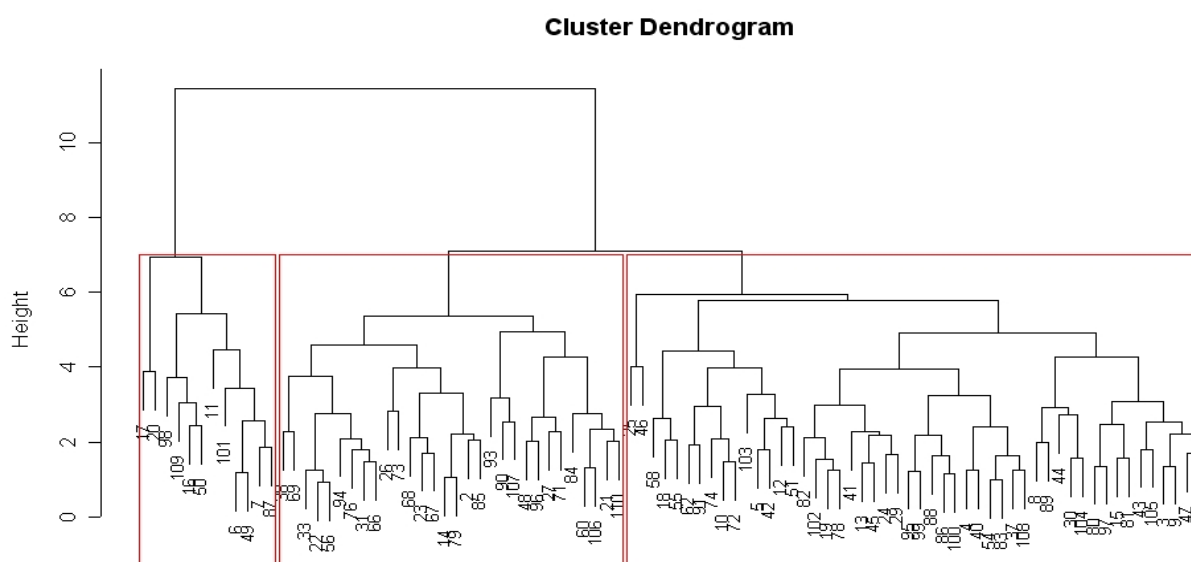


Figura 4.3.2.2.1 - Dendrogramma dell'analisi di raggruppamento

La successiva tabella 4.3.2.2.1 riporta i codici delle stazioni che vanno a formare i tre gruppi individuati.

Tabella 4.3.2.2.1 - Composizione dei tre gruppi individuati dall'analisi di raggruppamento

Gruppo	Stazioni
1 ($n_1 = 30$)	2, 14, 21, 22, 23, 26, 27, 31, 33, 38, 48, 56, 60, 66, 67, 68, 69, 71, 73, 76, 79, 84, 85, 90, 93, 94, 96, 106, 107, 110
2 ($n_2 = 50$)	3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 18, 19, 24, 25, 29, 30, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 54, 55, 58, 62, 72, 74, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 86, 88, 89, 91, 95, 97, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108
3 ($n_3 = 12$)	6, 7, 11, 16, 17, 20, 49, 50, 87, 98, 101, 109

Caratterizzazione dei gruppi e definizione del ruolo e del peso delle variabili

L'applicazione dell'Analisi Discriminante Lineare ai tre gruppi trovati in precedenza ha permesso di eliminare le seguenti variabili che hanno mostrato minore capacità discriminante rispetto alle altre, e quindi si possono ritenere ridondanti: ProCard, D13Cd e D15Nd. Pertanto, l'Analisi discriminante è stata condotta su 92 stazioni e su 8 variabili (tabella 4.3.2.2.2).

Tabella 4.3.2.2.2 - Medie delle 8 variabili discriminanti nei tre gruppi individuati dall'analisi di raggruppamento

Variabile	Gruppo		
	1	2	3
TOMd	- 0.5063	0.1659	1.1362
ChloAd	- 0.8139	0.2584	1.3324
Phaeod	- 0.6965	0.1812	1.3292
LIPId	- 0.4500	0.0359	1.0198
PROd	- 0.7584	0.2898	1.3784
GLUd	- 0.9236	0.2489	1.4725
Ind10d	0.0124	- 0.1127	0.3011
NeCod	0.1641	- 0.1240	- 0.0115

La lettura della tabella 4.3.2.2.2 aiuta a caratterizzare i tre gruppi. Il gruppo 3 presenta residui (medi) positivi e più alti degli altri due gruppi per tutte le variabili riguardanti le caratteristiche trofiche e biochimiche del sedimento (Materia Organica Totale, Clorofilla-*a*, Feopigmenti, Lipidi, Protidi e Glucidi) e la densità del meiobenthos (numero di individui per 10 cm²) e un valore intermedio per ciò che riguarda il rapporto fra numero di Nematodi e Copepodi. Il gruppo 1 ha una caratterizzazione quasi speculare a quella del gruppo 3: presenta residui (medi) negativi e più grandi per tutte le variabili trofiche e biochimiche del sedimento, un valore intermedio della densità del meiobenthos e il residuo medio positivo e più grande per il rapporto fra numero di Nematodi e Copepodi. Infine, il gruppo 2 esibisce comportamenti esattamente intermedi fra i due estremi rappresentati dal gruppo 1 e dal gruppo 3 in tutte le variabili trofiche e biochimiche del sedimento, mentre la densità meiobentonica ed il rapporto fra numero di Nematodi e Copepodi hanno i residui medi negativi e più bassi degli altri due gruppi.

Riassumendo, per le variabili trofiche e biochimiche del sedimento è stato osservato un andamento omogeneo all'interno dei tre gruppi. In particolare, il gruppo 3 include le stazioni che hanno presentato un maggiore carico organico in termini sia di materia organica totale che di singole componenti biochimiche (Lipidi, Protidi e Glucidi) e trofiche (Clorofilla-*a* e Feopigmenti), situazione opposta è stata riscontrata per il gruppo 1 ed intermedia per il gruppo 2. Ad un incremento della materia organica totale corrisponde generalmente un aumento del carbonio organico biopolimerico e delle frazioni biochimiche costituenti la materia organica suggerendo una

forte correlazione tra le variabili indagate (Pusceddu *et al.*, 1999; Dell'Anno *et al.*, 2002).

Per quanto riguarda la comunità meiobentonica, invece, la situazione si è rivelata molto più complessa. Per esempio, sebbene numerosi studi (Mazzola *et al.*, 1999; 2000) abbiano evidenziato una riduzione anche drastica della densità meiobentonica in aree interessate da elevati apporti organici, il gruppo di stazioni con il maggiore carico organico (gruppo 3) ha presentato i valori massimi di densità meiobentonica suggerendo che probabilmente le condizioni di arricchimento organico sono moderate e possono incrementare la disponibilità alimentare per questa componente determinandone un aumento in termini di densità. I valori minimi di densità sono stati riscontrati nel gruppo di stazioni in cui il carico organico risulta intermedio (gruppo 2) ed i valori intermedi laddove il carico organico risulta minimo (gruppo 1), anche se come si evince dalla tabella 4.3.2.2.2, lo scarto tra i tre gruppi dei valori medi di questa variabile non risulta essere molto elevato (medie comprese tra -0.1127 e 0.3011) e sicuramente inferiore a quello delle variabili della materia organica sedimentaria (in genere dell'ordine di 1.5-2).

Su scala locale il rapporto Nematodi/Copepodi può essere considerato un valido parametro ai fini del monitoraggio ambientale, ma su ampia scala come suggerito dai risultati ottenuti costituisce un parametro molto complesso. Il rapporto Nematodi/Copepodi in aree interessate da apporti organici tende ad assumere valori maggiori rispetto ad aree a basso carico trofico in quanto i Nematodi sono organismi meno sensibili a svariate alterazioni ambientali di quanto non lo siano i Copepodi (Raffaelli e Mason, 1981). I valori minimi e massimi del rapporto sono stati osservati rispettivamente in aree caratterizzate da carico organico intermedio e minimo suggerendo una risposta non univoca del parametro alle condizioni dello stato trofico ambientale. Bisogna però sottolineare che come si evince dalla tabella 4.3.2.2.2 lo scarto tra i tre gruppi relativamente a questa variabile è molto modesto (medie comprese tra -0.1240 e 0.1641). Inoltre, risultati relativi a studi condotti in aree specifiche per valutare singoli impatti sulla comunità meiobentonica a causa di localizzati apporti di materia organica hanno indicato risposte spesso discordanti. Per esempio Mazzola *et al.* (1999) hanno riscontrato che relativamente all'impatto generato da un impianto di acquacoltura sul meiobenthos, il rapporto assumeva valori molto variabili nel corso del periodo studiato evidenziando la mancanza di una risposta univoca di questo parametro alla sorgenti di impatto.

I *pesi discriminanti*, cioè i pesi che indicano l'importanza relativa, e la direzione, del contributo delle 8 variabili alla discriminazione fra le stazioni, sono riportati nella successiva tabella 4.3.2.2.3.

Tabella 4.3.2.2.3 - Pesì discriminanti delle 7 variabili

Variabile	PD1	PD2
TOMd	0.0142	0.6363
ChloAd	0.8377	- 0.2814
Phaeod	0.2231	0.5630
LIPIId	0.2793	0.6395
PROd	0.9996	- 0.7537
GLUd	0.4562	- 0.3298
Ind10d	0.1470	0.5296
NeCod	0.3185	0.3235

Di nuovo, la rappresentazione grafica delle 92 stazioni nel cosiddetto piano discriminante, il piano che ha per coordinate il Primo e il Secondo Punteggio Discriminante, aiuta a visualizzare i tre gruppi, il loro grado di separazione e le loro caratteristiche. Tale rappresentazione è riportata in figura 4.3.2.2.2, in cui i due punteggi discriminanti sono denotati con le sigle LD1 e LD2.

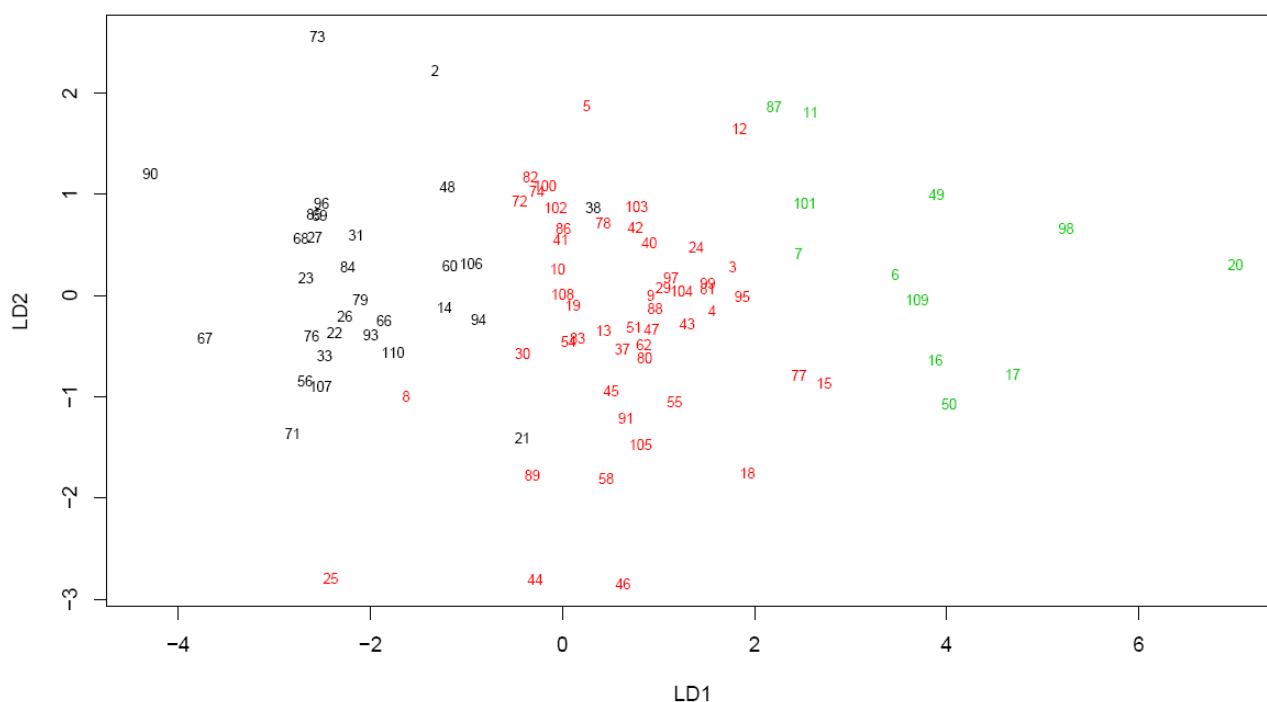


Figura 4.3.2.2.2 - Rappresentazione grafica delle 92 stazioni nel piano discriminante. Gruppo 1 in nero; gruppo 2 in rosso e gruppo 3 in verde.

Come si può osservare, i tre gruppi si collocano in modo abbastanza distinto nel piano discriminante, ma le aree di parziale sovrapposizione fra gruppo 1 e gruppo 2 da un lato e fra gruppo 2 e gruppo 3 dall'altro sono più ampie di quanto accadesse nell'analisi delle variabili relative a *Posidonia*.

Anche in questo caso è possibile semplificare ulteriormente l'analisi, mantenendo solamente la prima funzione discriminante e rappresentando le 92 stazioni sulla retta ottimale rappresentata dal

primo punteggio discriminante (LD1), dato che quest'ultimo da solo riesce a spiegare addirittura il 98% della capacità delle 8 variabili originali di discriminare fra i tre gruppi, come confermato peraltro dall'ispezione visiva della figura 4.3.2.2.2, in cui appare chiaro che la separazione fra i tre gruppi avviene principalmente nella direzione dell'asse delle ascisse, cioè appunto di LD1. Questa rappresentazione è fornita dalla figura 4.3.2.2.3, in cui sono riportati gli istogrammi delle distribuzioni dei tre gruppi di stazioni lungo il primo punteggio discriminante.

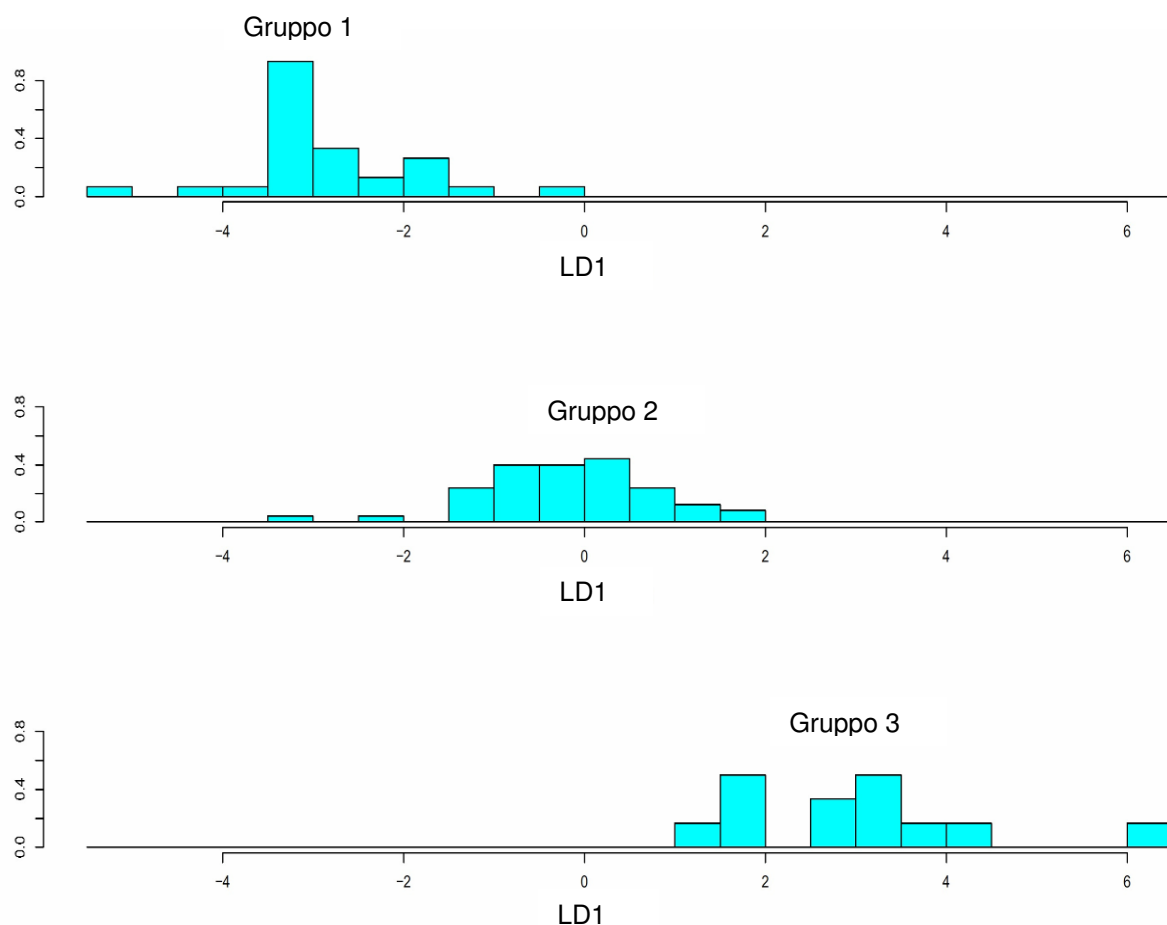


Figura 4.3.2.2.3 - Rappresentazione grafica delle 92 stazioni sulla retta discriminante

Anche in questa rappresentazione si può osservare che, pur essendo possibile una certa discriminazione fra i tre gruppi in base al Primo Punteggio Discriminante, sono presenti due zone di sovrapposizione piuttosto consistenti: approssimativamente fra i valori -2 e -1 fra i gruppi 1 e 2 e fra i valori +1 e +2 fra i gruppi 2 e 3.

Le analisi condotte sulle variabili della materia organica sedimentaria e della comunità meiobentonica e la successiva elaborazione hanno consentito una separazione delle stazioni di campionamento ed un loro raggruppamento. I descrittori del comparto del sedimento sono quindi



risultati interessanti per valutare le caratteristiche ambientali di un'area in quanto il sedimento registra i processi che si verificano nel comparto della colonna d'acqua. Da questa prima analisi risultano però ancora da approfondire alcuni aspetti. Per esempio, risulta importante sottolineare come nel gruppo 3 siano incluse stazioni in cui è ipotizzabile un elevato disturbo antropico quali il Porto di Marzamemi, Trapani Porto e Rada di Augusta, per le quali si può supporre un elevato accumulo di materia organica di natura antropica, ed al contempo stazioni quali Nubia, Isola Grande e Capo Feto, caratterizzate da accumuli di materia organica di origine naturale (detrito di *Posidonia*).

Al momento, questo primo esame, basandosi su un data set temporalmente limitato, necessita di ulteriori approfondimenti sull'origine della materia organica mirati ad una migliore discriminazione tra gli apporti di materia organica naturali e antropogenici prima di arrivare ad una fase successiva di costruzione di un indicatore sintetico affidabile e sensibile e di formulazione di una griglia relativa ai livelli di qualità ambientale.

5. CONCLUSIONI

5.1 Criteri per il posizionamento di *balisage* nell'ambito di un piano di monitoraggio

5.1.1 Ripartizione batimetrica del limite inferiore lungo le coste siciliane

La tipologia del limite inferiore della prateria di *P. oceanica* (Meinesz e Laurent, 1978) è considerato un importante descrittore per la valutazione dello stato di equilibrio delle praterie profonde di *P. oceanica*, in quanto consente di individuare i principali fattori locali che controllano la distribuzione batimetrica della pianta.

Il limite inferiore prevalentemente osservato lungo le coste della Sicilia e delle isole minori è quello di tipo progressivo (60,8%) (Calvo *et al.*, 2004; Tomasello *et al.*, 2004). Tale limite, dipendente esclusivamente dalla trasparenza della colonna d'acqua, si spinge fino ad una profondità media di 31.4 ± 5.6 m. In particolare, si ha una maggiore incidenza del limite inferiore progressivo lungo le coste della Sicilia (70,6%) rispetto alle isole minori (50,9%), dove il limite netto aumenta in maniera significativa (47,2) se raffrontato alle altre tipologie. Inoltre, dal confronto batimetrico è stato riscontrato che i limiti inferiori nelle isole minori si spingono a maggiori profondità rispetto a quelli relativi alle coste.

Utilizzando le classi di qualità riportate in Pergent *et al.* (1995), su 194 osservazioni relative al limite progressivo, 49 sono identificabili nella classe “acque molto trasparenti”, 121 in quella “acque trasparenti”, 20 in quella “acque poco trasparenti” e solamente 4 risultano incluse nella classe “acque molto poco trasparenti” (Calvo *et al.*, 2004).

La localizzazione batimetrica del limite inferiore progressivo ha mostrato valori superiori alla media generale prevalentemente lungo il settore nord-occidentale dell'isola, mentre il limite inferiore delle praterie rinvenute in prossimità di centri industriali (polo petrolchimico di Augusta) non si spinge oltre i 14 m di profondità media, in relazione probabilmente al peggioramento della qualità delle acque. La risalita del limite inferiore riscontrata invece in corrispondenza delle coste meridionali è probabilmente di natura edafica, legata alla natura e alla morfologia dei fondali e all'esposizione al moto ondoso, fattori che insieme concorrono a determinare lunghi periodi di acque torbide.

5.1.2 Stima del numero ottimale e distanza reciproca dei balisages

L'analisi geostatistica ha permesso di individuare le scale di variabilità dominanti presenti nei tratti costieri analizzati. In particolare i variogrammi calcolati sia sui dati di letteratura (AA. VV., 2002)

che sui nuovi transekti hanno messo alla luce che per i tratti costieri rettilinei non esistono incrementi di variabilità legati alla scala. Infatti le masse d'acqua, essendo omogenee in termini di trasparenza, permettono alle praterie di *P. oceanica* di crescere a profondità rilevanti lungo tutto il tratto costiero.

L'analisi condotta sui golfi invece ha rilevato un incremento significativo della varianza della profondità di colonizzazione della pianta all'aumentare della distanza delle osservazioni, a testimonianza della maggiore eterogeneità della trasparenza delle acque costiere, legata sia a fattori antropici che naturali. L'analisi condotta sui transekti acquisiti durante quest'anno nel golfo di Palermo ha permesso di individuare con buona precisione la scala di massima variabilità della distribuzione batimetrica del limite all'interno del golfo.

L'evoluzione del limite inferiore di *P. oceanica* all'interno del golfo di Palermo può essere monitorata mediante stazioni di *balisages* distanti l'una dall'altra circa 7 km (range del variogramma ottenuto, fig. 4.2.6). Quindi, considerata l'estensione lineare della costa del golfo, sarebbero sufficienti ai fini del monitoraggio 5 stazioni di *balisages*. Dalle analisi è emerso anche che tutti i tratti costieri rettilinei, fino alla scala dei 30 km, possono essere monitorati con una sola stazione di *balisages* per tratto costiero (figura 5.1.1).

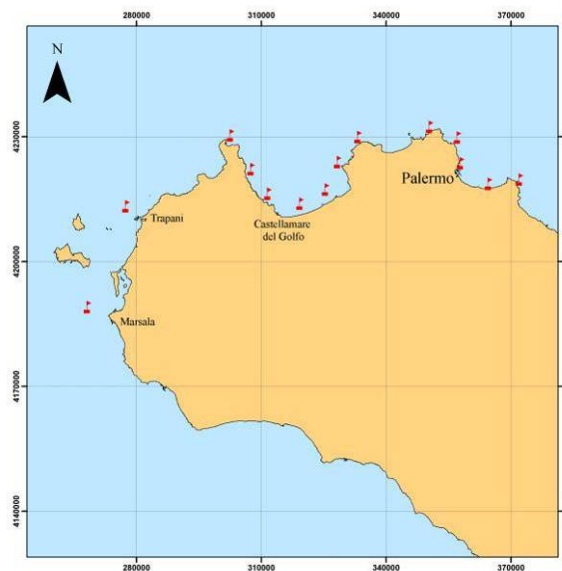


Figura 5.1.1 – Esempio di posizionamento di stazioni di *balisages* nelle due tipologie di tratti costieri (Golfi e tratti costieri rettilinei).

L'approccio utilizzato nella presente indagine fornisce i criteri per il posizionamento dei *balisages* all'interno di una rete di monitoraggio. Questo stesso criterio, se esteso a scala regionale, è in grado di fornire informazioni precise sul numero di *balisages* da posizionare lungo le coste della Sicilia al fine di monitorare la variabilità spazio temporale del limite inferiore progressivo.

5.2 Procedura per il calcolo del POSIX e qualità delle praterie siciliane

5.2.1 Procedura per il calcolo del POSIX ed attribuzione delle classi di qualità

Ai fini della classificazione di una prateria sulla base del **POSIX** e della corrispondente griglia di valutazione, è necessario effettuare i seguenti passi operativi:

Passo 1

Calcolare per ogni stazione i seguenti valori:

AR3	Allungamento medio dei Rizomi *	(mm / rizoma / anno)
PR3	Produzione primaria media del Rizomi *	(g p.s. / rizoma / anno)
LuFA	Lunghezza media delle Foglie Adulte	(cm)
LuFI	Lunghezza media delle Foglie Intermedie	(cm)
SF	Superficie media dei Fasci	(cm ²)
TB	Tessuto Bruno medio	(%)
D	Densità media	(n fasci / m ²)
EF	Età media dei Fasci	(anni)
PROF	Profondità media	(m)

* ultimi tre anni lepidocronologici

Passo 2

Calcolare i valori di AR3d, PR3d, LuFAd, LuFIId, SFd, TBs, Dd e T utilizzando le equazioni 2-8 sopradescritte.

Passo 3

Procedere con il calcolo dell'indicatore **POSIX** utilizzando l'equazione 1.

Passo 4

Individuare la classe di **POSIX** ed assegnare il livello di qualità della prateria in esame secondo la griglia di valutazione descritta dalla tabella 4.3.1.

5.2.2 Esempio di impiego della procedura operativa per il calcolo del POSIX

Si consideri a titolo esemplificativo la stazione Porto di Marzamemi campionata a giugno, non considerata in fase di costruzione dei gruppi, ma di cui si vuole conoscere il livello di qualità della prateria di *P. oceanica*.

Passo 1

Valori medi calcolati relativi alle variabili rilevate nella stazione utili per il calcolo del **POSIX**.

Variabili	Unità di misura	Valori medi
AR3	(mm / rizoma / anno)	3,1742
PR3	(g p.s. / rizoma / anno)	0,01395
LuFA	(cm)	14,985
LuFI	(cm)	23,41
SF	(cm ²)	45,9615
TB	(%)	0,4201
D	(n fasci / m ²)	235
EF	(anni)	7,1
PROF	(m)	1,3
T		2

Passo 2

Depurazione e standardizzazione dei valori medi

Variabili depurate		Equazioni	Valori
AR3d	=	$[3,174 - (9,578 + 0,129 \cdot 1,3 - 0,210 \cdot 7,1)] / 2,299$	-2,21
PR3d	=	$[0,014 - (0,124 + 0,0003 \cdot 1,3 - 0,004 \cdot 7,1)] / 0,030$	-2,75
LuFAd	=	$[14,985 - (22,886 + 1,100 \cdot 1,3 - 1,132 \cdot 7,1 + 15,010 \cdot 2)] / 12,115$	-2,58
LuFI d	=	$[23,410 - (14,633 + 1,176 \cdot 1,3 - 0,940 \cdot 7,1 + 24,035 \cdot 2)] / 11,554$	-2,96
SFd	=	$[45,962 - (100,186 + 5,577 \cdot 1,3 - 5,422 \cdot 7,1 + 84,327 \cdot 2)] / 53,581$	-3,58
TBs	=	$(0,420 - 0,969) / 1,343$	-0,41
Dd	=	$\{[D - (1045,8 - 254 \cdot \log(7,1))] + 198,9648\} / 186,9828$	-2,92

Passo 3

Calcolo del **POSIX**

$$\text{POSIX} = 0,6815 \cdot (-2,21) - 0,2065 \cdot (-2,75) - 0,0877 \cdot (-2,58) + 0,2402 \cdot (-2,96) + 1,0654 \cdot (-3,58) - 0,4092 \cdot (-0,41) + 0,3279 \cdot (-2,92) = -6,0218$$

Passo 4

Identificazione della prateria nella classe di appartenenza di **POSIX**.

Il punteggio dell'indice **POSIX** essendo minore di -3 identifica la prateria di *P. oceanica* del Porto di Marzamemi nella classe 5 a cui corrisponde un livello di qualità molto inferiore alla media.

5.2.3 Classificazione delle praterie siciliane mediante l'Indice POSIX

La natura e la struttura del substrato condizionano l'insediamento e lo sviluppo di *P. oceanica* lungo le coste della Sicilia. Praterie dense ed estese si rinvencono, infatti, lungo la fascia costiera nord occidentale, occidentale e sud orientale, in corrispondenza delle più importanti emergenze

carbonatiche e calcarenitiche dell'Isola. In tali settori, peraltro, la prateria trova condizioni di impianto anche su substrato roccioso, ricoperto o meno da un sottile strato di sedimento organogeno (Calvo *et al.*, 1995). Solo il 2% dei fondali colonizzati da praterie evidenzia la presenza di *matte* morte, a conferma del buono stato di vitalità delle praterie siciliane. Nel complesso le praterie di *P. oceanica* occupano lungo le coste della Sicilia una superficie di circa 75.000 ha, corrispondente al 18,5% della fascia costiera compresa tra la linea di costa e l'isobata dei 50 metri (AA. VV., 2002).

Lungo la costa occidentale della Sicilia, favorevoli condizioni ecologiche, hanno consentito l'insediamento e lo sviluppo di una delle più potenti praterie di *P. oceanica* (superficie complessiva occupata di circa 33.700 ha) fino ad oggi osservate in tutto il bacino del Mediterraneo (Figura 5.2.3.1). L'evoluzione della prateria, insediata su estesi bassi fondali, ha determinato nell'area la formazione di peculiari formazioni a Posidonia (*plateau récifale* e *récif-barrière*) e di ecosistemi lagunari naturali (Stagnone di Marsala) ed artificiali (saline) di notevole interesse naturalistico ed ecologico (Calvo e Fradà Orestano, 1984).

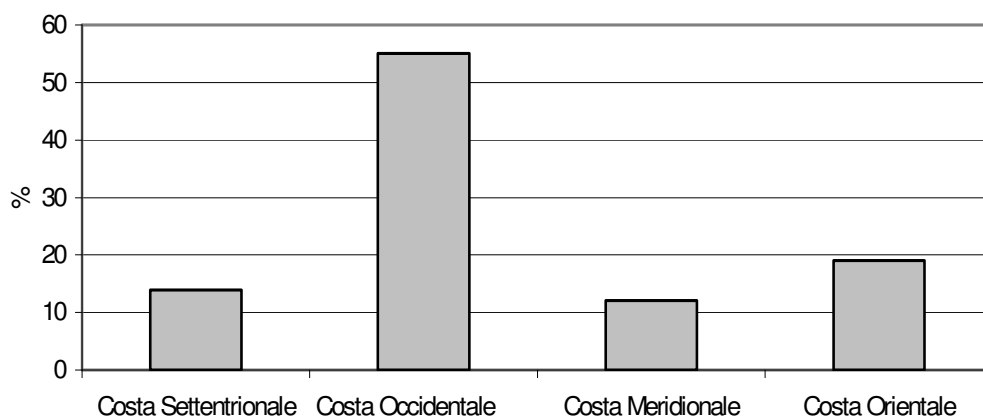


Figura 5.2.3.1 – Distribuzione delle praterie lungo le coste della Sicilia

P. oceanica presenta una distribuzione discontinua ed è frequentemente assente lungo le coste centro-orientali tirreniche e nord-orientali ioniche caratterizzate dalla presenza di pendii scoscesi e corsi d'acqua a regime torrentizio (fiumare) e dove dominano rocce metamorfiche, ignee e sedimentarie (Peloritani) e vulcaniche (Etna) (Catalano, 1986).

Nel versante centro meridionale dell'Isola e in alcuni settori tirrenici, la natura prevalentemente limoso-fangosa dei substrati ed il loro continuo rimaneggiamento ad opera del moto ondoso, bloccano la serie evolutiva su substrato mobile allo stadio a *Cymodocea nodosa* (climax edafico).

Nelle isole minori ampie ed estese praterie (Figura 5.2.3.2) si osservano soprattutto nei fondali delle Egadi (dove si rinvencono oltre il 70% delle praterie rilevate in tutte le isole minori della Sicilia) e di Lampedusa, mentre nelle isole vulcaniche (Eolie, Ustica, Pantelleria e Linosa) *P. oceanica* trova

prevalentemente condizioni di insediamento su roccia e sabbie vulcaniche contenenti detriti calcarei di natura biogenica.

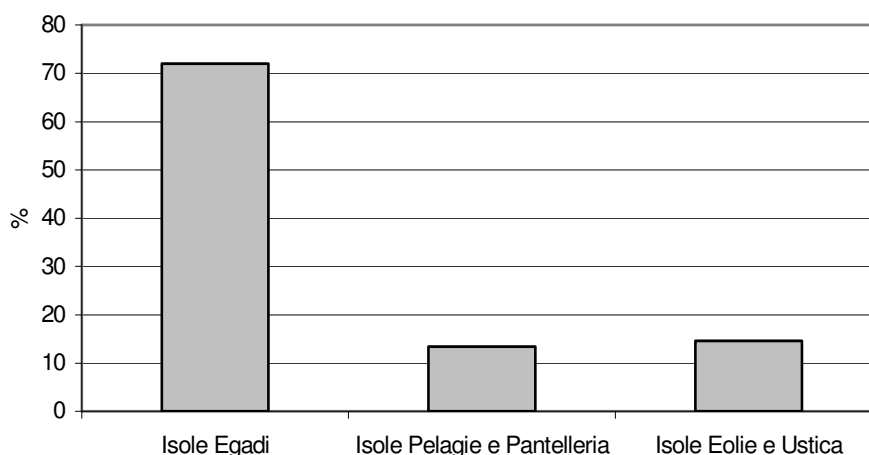


Figura 5.2.3.2 – Distribuzione delle praterie lungo le coste delle isole minori siciliane

P. oceanica si rinviene quindi frequentemente lungo i fondali costieri della Sicilia, evidenziando peraltro valori medi di produzione primaria dei rizomi decisamente più elevati (100.5 mg p.s./rizoma/anno; Calvo *et al.*, 2004) rispetto a quelli osservati nel bacino del Mediterraneo (58.6 mg p.s./rizoma/anno) (Pergent-Martini e Pergent, 1995; Boumaza e Semroud, 2000) (Figura 5.2.3.3).

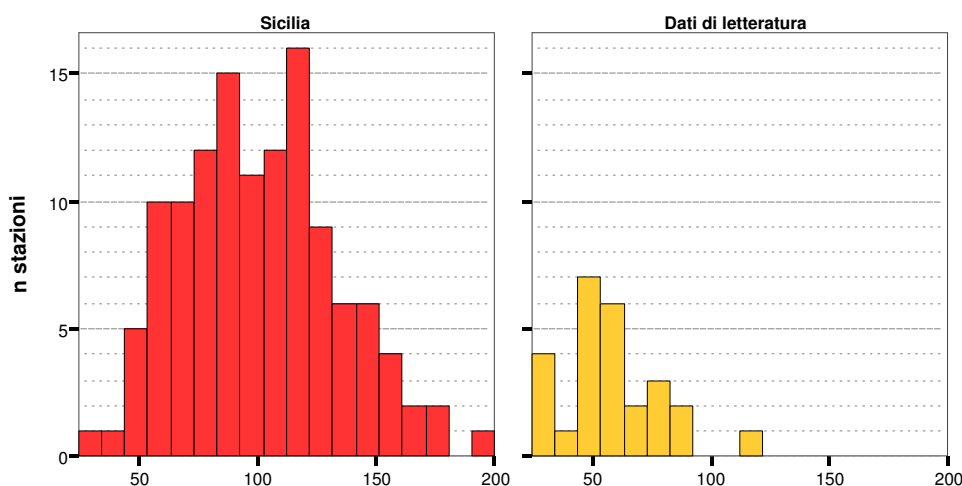


Figura 5.2.3.3 – Confronto tra classi di frequenza dei valori di produzione primaria rilevati lungo le coste siciliane e quelli riportati in letteratura.

Questo dato fornisce un'ulteriore conferma dell'elevata qualità ambientale delle praterie siciliane e le colloca tra le più produttive del bacino del Mediterraneo occidentale. Si sottolinea infine che in prossimità dei grossi insediamenti urbani ed industriali si evidenziano chiari segni di regressione delle praterie fino alla loro completa scomparsa (AA.VV., 1990; Cormaci *et al.*, 1985).



Applicando l'Indice POSIX ai dati fenologici (macro e microripartizione) e lepidocronologici rilevati nel corso della presente indagine sono state attribuite le seguenti classi di qualità alle praterie siciliane (tabella 5.2.1):

Tabella 5.2.2.1 – Attribuzione delle classi di qualità alle praterie siciliane secondo l'Indice POSIX

Tratto	Stazione	Località	POSIX	Classe	Qualità della prateria
1	2	Acqua dei Corsari	-2,1	4	inferiore alla media
	3	Vergine Maria	-0,3	3	nella media
	4	Capo Gallo	1,1	3	superiore alla media
2	5	Isola delle Femmine	1,5	3	superiore alla media
	6	Golfo di Carini	-0,9	3	nella media
	7	Torre Pozzillo	2,1	1	molto superiore alla media
3	8	Terrasini	-1,5	4	inferiore alla media
4	9	Trappeto	-1,6	4	inferiore alla media
	10	Castellammare del Golfo	-	-	-
	11	Guidaloca	1,3	2	superiore alla media
	12	San Vito Lo Capo	1,2	2	superiore alla media
5	13	Punta del Saraceno	1,6	2	superiore alla media
	14	Pizzolungo	0,6	3	nella media
	15	Trapani	1,0	3	nella media
	98	Porto Trapani	-1,2	4	inferiore alla media
6	16	Nubia	0,0	3	nella media
	17	Isola Grande	3,2	1	molto superiore alla media
	107	Stagnone Atolli	-4,6	5	molto inferiore alla media
	108	Stagnone Recife	-2,8	4	inferiore alla media
7	18	Marsala	0,9	3	nella media
	19	Petrosino	2,5	1	molto superiore alla media
	20	Capo Feto	-0,4	3	nella media
	21	Mazara del Vallo	1,6	2	superiore alla media
	22	Capo Granitola	1,9	2	superiore alla media
	99	Marsala ovest Porto	-0,5	3	nella media
8	23	Marinella	2,5	1	molto superiore alla media
	24	Capo San Marco	0,3	3	nella media
9	25	Sciacca	-0,5	3	nella media
	26	Torre Verdura	1,8	2	superiore alla media
	27	Capo Bianco	0,5	3	nella media
	29	Secca Vasciufunnu - Porto Empedocle	1,0	2	superiore alla media
	30	Secca Vasciufunnu - San Leone	2,0	1	molto superiore alla media
	31	Punta Bianca	-0,2	3	nella media
	33	Licata	1,2	2	superiore alla media
10	37	Punta Braccetto	-2,9	4	inferiore alla media
11	38	Marina di Ragusa	-0,6	3	nella media
	100	Irminio	2,4	1	molto superiore alla media
12	40	Pozzallo	-0,8	3	nella media
	41	Punta Castellazzo	0,5	3	nella media
	42	Isola di Capo Passero	-0,2	3	nella media
	43	Marzamemi	0,3	3	nella media
	44	Vendicari	0,5	3	nella media
	101	Porto di Marzamemi	-6	5	molto inferiore alla media
	102	Scarico Pachino	-0,1	3	nella media
14	45	Marina di Avola	0,6	3	nella media



Tratto	Stazione	Località	POSIX	Classe	Qualità della prateria
15	46	Capo Murro di Porco	0,5	3	nella media
	47	Ortigia	-3,9	5	molto inferiore alla media
16	48	Marina di Melilli	-0,5	3	nella media
	49	Rada di Augusta	-0,4	3	nella media
17	50	Brucoli	0,6	3	nella media
	51	Agnone bagni	-0,6	3	nella media
	54	Capo Mulini	-0,3	3	nella media
	55	Giarre	-2,4	4	inferiore alla media
18	56	Taormina	-1,0	4	inferiore alla media
19	58	Paradiso	-1,1	4	inferiore alla media
	59	Capo Peloro	3,6	1	molto superiore alla media
	60	Capo Rasocolmo	-1,2	4	inferiore alla media
	103	Ganzirri	0,6	3	nella media
20	62	Milazzo	0,1	3	nella media
	63	Capo Milazzo	2,8	1	molto superiore alla media
21	66	Marina di Patti	-0,9	3	nella media
	67	Capo Calavà	1,9	2	superiore alla media
	106	dietro Milazzo	0,5	3	nella media
22	68	Brolo (scoglio)	-2,9	4	inferiore alla media
	69	Capo D'orlando	-0,2	3	nella media
23	71	Santo Stefano di Camastra	-0,4	3	nella media
	72	Finale di Pollina	1,9	2	superiore alla media
	73	Cefalù	0,6	3	nella media
24	74	Campofelice di Roccella	-2,1	4	inferiore alla media
	76	San Nicola l'Arena	-0,5	3	nella media
	77	Capo Zafferano	0,0	3	nella media
	96	San Nicola Porto	-2,2	4	inferiore alla media
	97	Porticello	-1,1	4	inferiore alla media
	109	Solanto (diving)	0,2	3	nella media
	110	Sant'Elia	-0,6	3	nella media
25	80	Favignana	1,4	2	superiore alla media
26	81	Levanzo	1,2	2	superiore alla media
27	82	Marettimo	1,2	2	superiore alla media
28	83	Pantelleria 1	-0,1	3	nella media
	84	Pantelleria 2	1,0	2	superiore alla media
29	85	Linosa	-0,4	3	nella media
30	86	Lampedusa 1	0,1	3	nella media
	87	Lampedusa 2	2,0	1	molto superiore alla media
31	89	Lipari 1	-1,3	4	inferiore alla media
	90	Lipari 2	1,3	2	superiore alla media
	104	Lipari controllo	2,2	1	molto superiore alla media
32	88	Vulcano	-1,8	4	inferiore alla media
33	93	Salina	-1,7	4	inferiore alla media
34	91	Panarea	0,6	3	nella media
	105	Panarea Bottaro	-4,2	5	molto inferiore alla media
35	92	Stromboli	0,6	3	nella media
36	94	Alicudi	0,4	3	nella media
37	95	Filicudi	-0,9	3	nella media
38	78	Ustica 1	0,0	3	nella media
	79	Ustica 2	0,1	3	nella media

L'indice POSIX conferma l'elevato stato di qualità delle praterie siciliane, testimoniando la buona qualità dell'ambiente marino costiero, in accordo con quanto emerso dalla classificazione del SECA mediante l'indice trofico TRIX.

Su un totale di 94 praterie, 48 appartengono alla classe di qualità definita dall'indice POSIX "*nella media*", che rappresenta percentualmente la classe dominante (51,1%) (figura 5.2.1). Seguono rispettivamente le classi 4 (18,1%), 2 (16,0%), e 1 (10,6%). Solo 4 praterie ricadono in classe 5 (4,3%) evidenziando una qualità definita dal POSIX "*molto inferiore alla media*". Non è stato possibile classificare la prateria di Castellammare del Golfo poiché il periodo di campionamento (febbraio) non ricade tra quelli considerati per il calcolo del POSIX.

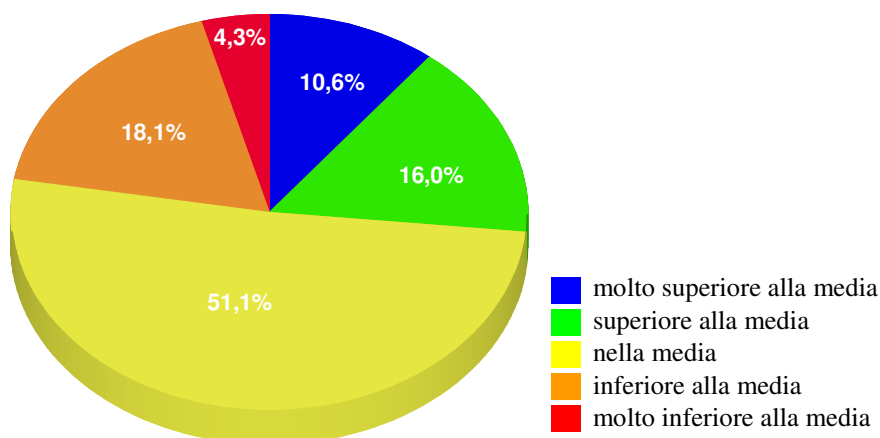


Figura 5.2.2.1 – Ripartizione percentuale delle classi di qualità alle praterie siciliane secondo l'Indice POSIX

La distribuzione spaziale delle classi di qualità dell'indice POSIX (Figura 5.2.2.2) evidenzia un incremento di frequenza di qualità delle praterie "*superiori alla media*" e "*molto superiori alla media*" e di qualità "*nella media*" rispettivamente lungo tratti costieri della Sicilia occidentale ed orientale, caratterizzati da trascurabili livelli di pressione antropica.

Intorno alle isole minori si osservano le 5 classi di qualità descritte dall'Indice POSIX. A tale riguardo si precisa che le classi "*inferiori alla media*" e "*molto inferiori alla media*", rilevate solo nei tratti costieri delle isole Eolie, sono dovute a fattori naturali - legati alla presenza di emissioni idrotermali (Panarea-Bottaro) (Anzidei *et al.*, 2005), intensa sedimentazione (Panarea), morfologia dei fondali ed esposizione (Vulcano) – ed a fattori antropici quali discariche di sfabbricidi e materiali di risulta (Lipari 1).

Tenuto conto che la produzione primaria delle praterie siciliane ha evidenziato valori in media superiori di circa il 100% rispetto a quelli riportati in letteratura per il Mediterraneo (Figura 5.2.3.3), le praterie che ricadono all'interno dell'intervallo di classi di POSIX compreso tra "*nella*

media” e *“molto superiore alla media”* esprimono condizioni ottimali per l’insediamento e lo sviluppo della pianta.

Invece, le praterie che evidenziano livelli di qualità del POSIX *“inferiori alla media”* e *“molto inferiori alla media”* esprimono uno stato di sofferenza legato sia a fattori naturali che antropici.

Nei tratti costieri localizzati lungo le coste della Sicilia tra le praterie classificate *“inferiori alla media”*, solo 8 (San Nicola porto, Porticello, Acqua dei Corsari, Terrasini, Trappeto, Porto di Trapani, P.ta Braccetto, Giarre) sono influenzate da pressioni antropiche (porti, attività agricole ed industriali, reflui urbani), mentre le rimanenti risultano condizionate da fattori edafici (Taormina, Capo Rasocolmo, Brolo-scoglio, Campofelice di Roccella) ed idrodinamici (Paradiso, Stagnone Récif).

Infine, le praterie classificate *“molto inferiori alla media”* sono risultate essere: Ortigia e Porto di Marzamemi, in relazione ad impatti antropici legati a scarichi urbani non trattati, e Stagnone Atolli, dove le cause di alterazione sono dovute ad elevati livelli di confinamento (La Loggia *et al.*, 2004) tipici di sistemi lagunari.

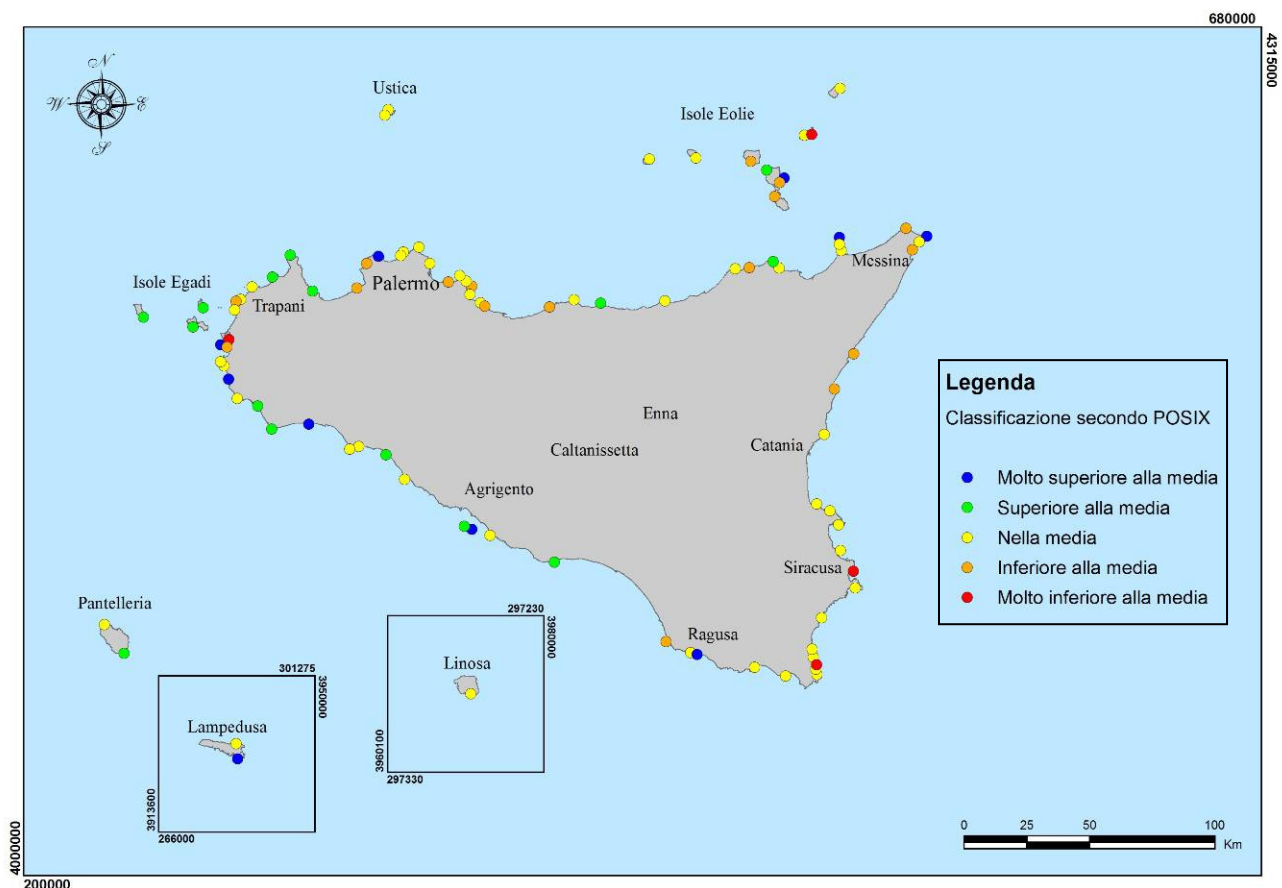


Figura 5.2.2.2 – Distribuzione spaziale delle classi di qualità dell’indice POSIX lungo le coste siciliane

5.3 Indicatori di qualità dei sedimenti e della meiofauna associata

Le analisi condotte sulle variabili della materia organica sedimentaria e della comunità meiobentonica e la successiva elaborazione statistica dei dati hanno consentito una separazione delle stazioni di campionamento. I descrittori selezionati e relativi al sedimento marino sono quindi risultati validi nel processo di valutazione delle caratteristiche ambientali di un'area. Il sedimento è un comparto che rappresenta la “memoria” dei processi che si verificano all'interno della colonna d'acqua e quindi rispetto a quest'ultima generalmente rappresentano un migliore descrittore dello stato ambientale degli ecosistemi marini. Dalla classificazione ottenuta nel corso di questo studio emerge però la necessità di ulteriori approfondimenti prima di poter definire una valida griglia relativa ai criteri di qualità ambientale. Tra gli aspetti che vanno ulteriormente chiariti sicuramente va inclusa la necessità di una migliore discriminazione relativamente alle stazioni con maggiore accumulo di materia organica e sulla origine della stessa. Per esempio all'interno di uno stesso gruppo (gruppo 3) sono state riscontrate stazioni per cui è ipotizzabile un elevato disturbo antropico (Porto di Marzamemi, Trapani Porto e Rada di Augusta), per le quali si può supporre un notevole accumulo di materia organica di natura antropica, ed al contempo altre stazioni (Nubia, Isola Grande e Capo Feto) caratterizzate da accumuli di materia organica di origine naturale (detrito di Posidonia).

Queste analisi ed elaborazioni iniziali che riguardano il sedimento marino, composto da materiale inorganico ed organico di diversa origine e caratterizzato da variabilità su scala sia spaziale che temporale, evidenziano la complessità di questo comparto e la necessità di operare con estrema cautela prima di arrivare alla definizione di validi criteri di classificazione. Queste prime considerazioni, scaturite da un data set limitato nella scala temporale, mettono in evidenza che il comparto del sedimento ha le potenzialità per fornire un valido contributo all'individuazione al suo interno di qualche indicatore utilizzabile ai fini del monitoraggio ambientale. Ovviamente la definizione di tale indicatore ha bisogno di ulteriori test di verifica e di confronti incrociati per poter discriminare correttamente le aree alterate ed arrivare alla formulazione di una griglia di qualità ambientale.



6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA. VV., 1990. Studio sulla eutrofizzazione delle acque costiere del Golfo di Palermo: qualità dell'ambiente, indici di contaminazione microbica e metodi di risanamento. Assessorato alla Sanità della Regione Siciliana (Progetto di Ricerca Sanitaria Finalizzata 292/P), Rapporto Tecnico, 147 pp.
- AA. VV., 2002. Realizzazione della mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia e delle isole circostanti. Ministero dell'Ambiente, Italia, Rapporto Tecnico, pp. 593.
- ANZIDEI M., BORTOLUZZI G., ESPOSITO A., DE GIOSA F., 2005. The high resolution bathymetric map of the exhalative area of Panarea. *Annals of Geophysics*, 48(6): 899-921.
- ATKINSON A.C., RIANI M., 2000. Robust diagnostic regression analysis. Springer, New York.
- BLANC J.J., JEUDY DE GRISSAC A., 1984. Erosions sous-marines des herbiers a *Posidonia oceanica* (Méditerranée). In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J., edit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 23-28.
- BLIGH E.G., DYER W., 1959. A rapid methods for total Lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., MEINESZ A., 1984. Relation entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J., edit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 185-191.
- BOUWMAN L.A., ROMEIJN K., ADMIRAAL W., 1984. On the ecology of meiofauna in an organically polluted estuarine mudflat. *Estaur. Coast. Shelf Sci.*, 19: 633-653.
- CALVO S., FRADÀ ORESTANO C., 1984. L'herbier a *Posidonia oceanica* des cotes Siciliennes: les formations recifales du Stagnone. In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J., edit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 29-37.
- CALVO S., DI MAIDA G., PIRROTTA M., TOMASELLO A., 2004. Praterie di *Posidonia oceanica* e qualità dell'ambiente marino lungo le coste della Sicilia. XXII Convegno Internazionale Mare e Territorio "Peschierecci, pescatori e coltura del mare nell'ambiente mediterraneo", Agrigento 7-8 novembre 2003. Lega Navale Italiana – Sezione di Agrigento e Porto Empedocle, Quaderno n. 73: 83-100.
- CALVO S., FRADÀ ORESTANO C., TOMASELLO A., 1995. Distribution, structure and phenology of *Posidonia oceanica* meadows along sicilian coasts. *Giorn. Bot. Ital.*, 129(1): 351-356.
- CALVO S., GALLUZZO M., VIVIANI G., 1994. Water pollution problems in the Palermo area. Annual Conference UETP-EEE. Improving the Urban Environment, 73-87.
- CALVO S., GENCHI G., 1987. Carico organico ed effetti eutrofici nel Golfo di Castellammare (Sicilia Nord-Occidentale). *Oebalia*, 15(1): 397-408.
- CALVO S., LOVISON G., PIRROTTA M., DI MAIDA G., TOMASELLO A., SCIANDRA M., 2006. Modelling the relationship between sexual reproduction and rhizome growth in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Mar. Ecol.*, 27: 361-371.
- CATALANO R., 1986. Le evaporiti Messiniane. Loro ruolo nell'evoluzione geologica della Sicilia. *Le grotte d'Italia*, 13(4): 109-122.
- CHESSA L.A., FRESI E., LORENZI C., 1995. Stato di salute di una prateria di *Posidonia oceanica* - Metodi di studio. In: *La Posidonia oceanica* - Supplemento alla Rivista Marittima, 12: 72-77.
- CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B., 1985. Osservazioni sulle fitocenosi bentoniche del golfo di Augusta (Siracusa). *Accademia Gioenia di Scienze Naturali*, 18(326): 851-872.
- COULL B.C., 1985. Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 years study. *Marine Ecology Progress Series*, 24: 205-218.



- CRESSIE N.A.C., 1991. Statistics for spatial data. John Wiley & Sons, New York.
- DELL'ANNO A., MEI M.L., PUSCEDDU A., DANOVARO R., 2002. Assessing the trophic state and eutrophication of coastal marine systems: a new approach based on the biochemical composition of sediment organic matter. *Mar. Pollut. Bull.*, 44: 611-622.
- DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A., SMITH F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analyt. Chem.*, 28: 350-356.
- FIEROTTI G., 1975. La Sicilia e le sue zone irrigue. Palermo.
- FINDLAY S.E.G., 1981. Small spatial scale distribution of meiofauna on a mud and sandflat. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 12: 471-184.
- FONSECA M.S., 1996. Scale dependance in the study of seagrass systems. *Seagrass biology: proceedings of an international workshop*, 95-104.
- FRADÀ ORESTANO C., CALVO S., 1989. L'impact des activités anthropiques sur les herbiers de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile le long des cotes sicilienne. *Colloques phytosociologiques*, 19: 523-531.
- GENCHI G., DI BERNARDO F., LUGARO A., CALVO S., RAGONESE S., RIGGIO S., 1982. Dystrophic and eutrophic states of coastal sea-water in Palermo Bay during the summer season (August 1981). VI Journées Etud. Pollutions, Cannes, C.I.E.S.M., 635-639.
- GENCHI G., LUGARO A., CALVO S., RAGONESE S., 1983. Ecologia del Golfo di Palermo. I. Risultati preliminari su nutrienti, Clorofilla, proteine e glucidi particellati. *Naturalista siciliano*, 6(3): 553-571.
- GIRAUD G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse Doctorat 3ème Cycle, Université d'Aix-Marseille II, 150 pp.
- GUIDI-GUILVARD L.D., BUSCAIL R., 1995. Seasonal survey of metazoan meiofauna and surface sediment organics in a non-tidal turbulent sublittoral delta. *Continental Shelf Research*, 15: 633-653.
- HARTREE E.F., 1972. Determination of proteins: a modification of the Lowry method that gives linear photometric response. *Anal. Biochem.*, 48: 422-427.
- HERMAN P.M.J., 1985. Meiofauna of the Belgian coastal waters: spatial and temporal variability and productivity. In: *Concerted actions oceanography. Final Report*, vol. 3. Ministry of Science Policy, Brussels, Belgium, pp. 65-80.
- LA LOGGIA G., CALVO S., CIRAOLO G., MAZZOLA A., PIRROTTA M., SARÀ G., TOMASELLO A., VIZZINI S., 2004. Influence of hydrodynamic conditions on the production and fate of *Posidonia oceanica* in a semi-enclosed shallow basin (Stagnone di Marsala, western Sicily). *Chemistry and Ecology*, 20(3): 183-201.
- LEGENDRE P., 1987. Constrained clustering. In: P. Legendre & L. Legendre [eds.] *Developments in numerical ecology*. NATO ASI Series, Springer-Verlag, Berlin, G 14: 289-307.
- LIBES M., BOUDOURESQUE C.F., 1983. Mise en évidence in situ du transport a longue distance de photosynthétats chez *Posidonia oceanica* (Phanérogames marine) et ses épiphytes: note préliminaire. *Travaux Scientifiques du Parc National de Port-Cros, Fr.*, 9: 75-87.
- MARSH J.B., WEINSTEIN W.J., 1959. A simple charring method for determination of lipids. *J. Lip. Res.*, 7: 574-576.
- MAZZOLA A., MIRTO S., DANOVARO R., 1999. Initial fish-farm impact on meiofauna assemblages in coastal sediments of the western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 38: 1126-1133.
- MAZZOLA A., MIRTO S., LA ROSA T., FABIANO M., DANOVARO R., 2000. Fish-farming effects on benthic community structure in coastal sediments: analysis of meiofauna recovery. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 1454-1461.
- MEINESZ A., LAURENT R., 1978. Cartographie et état de la limite inferieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). *Botanica Marina*, 21: 513-526.



- PANAYOTIDIS P., BOUDOURESQUE C.F., MARCOT-COQUEUGNIOT J., 1981. Microstructure de l'herbier de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Botanica Marina*, 24: 115-124.
- PERGENT G., 1987. Recherches lèpidochronologiques chez *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Fluctuations des paramètres anatomiques et morphologiques des écailles des rhizomes. Thèse Doctorat Océanographie, Université d'Aix-Marseille II, 853 pp.
- PERGENT G., BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., 1989. The flowering of *Posidonia oceanica* over the past fifty years: A lepidochronological study. In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E. and Gravez V., edit., GIS Posidonie publ., Fr., 2: 69-76.
- PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., 1983. Variations cycliques dans les écailles des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica*. *Travaux Scientifiques du Parc National de Port-Cros*, 9: 107-148.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., 1991. Leaf renewal cycle and primary production of *Posidonia oceanica* in the Bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using lepidochronological analysis. *Aquatic Botany*, 42: 49-66.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F., 1995. Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, 54: 3-27.
- PERGENT-MARTINI C., LEONI V., PASQUALINI V., ARDIZZONE G.D., BALESTRI E., BEDINI R., BELLUSCIO A., BELSHER T., BORG J., BOUDOURESQUE C.F., BOUMAZA S., BOUQUEGNEAU J.M., BUIA M.C., CALVO S., CEBRIAN J., CHARBONNEL E., CINELLI F., COSSU A., DI MAIDA G., DURAL B., FRANCOUR P., GOBERT S., LEPOINT G., MEINESZ A., MOLENAAR H., MANSOUR H.M., PANAYOTIDIS P., PEIRANO A., PERGENT G., PIAZZI L., PIRROTTA M., RELINI G., ROMERO J., SANCHEZ-LIZASO J.L., SEMROUD R., SHEMBRI A., SHILI A., TOMASELLO A., VELIMIROV B., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: Use and application. *Ecological Indicators*, 5: 213-230.
- PLANTE-CUNY M.R., 1974. Evaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophyl-a fonctionnelle et en phaeopigments des substrates meubles marins. O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé, 45 pp.
- PUSCEDDU A., SARA G., ARMENI M., FABIANO M., MAZZOLA A., 1999. Seasonal and spatial changes in the sediment organic matter of a semi-enclosed marine system (W-Mediterranean Sea). *Hydrobiologia*, 397: 59-70.
- PUSCEDDU A., SARÀ G., MAZZOLA A., FABIANO M., 1997. Relationships between suspended and sediment organic matter in a semi-enclosed marine system: the Stagnone di Marsala sound (Western Sicily). *Water Air Soil Pollution*, 99: 343-352.
- RAFFAELLI D.G., MASON C.F., 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Marine Pollution Bulletin*, 12: 158-163.
- RIPLEY B.D., 1988. Statistical inference for spatial processes. Cambridge University Press, Cambridge.
- ROMERO J., 1986. Note sur une méthode d'évaluation de la densité des fascieux dans les herbiers de Posidonies. *Rapport Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 30(2): 266
- SANDULLI R., DE NICOLA-GIUDICI M., 1990. Pollution effects on the structure of meiofaunal communities in the Bay of Naples. *Mar. Pollut. Bull.*, 21: 144-153.
- TOMASELLO A., CALVO S., DI MAIDA G., LOVISON G., PIRROTTA M., SCIANDRA M., 2007. Shoot age as a confounding factor on detecting the effect of human-induced disturbance on *Posidonia oceanica* growth performance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, doi: 10.1016/j.jembe.2006.11.017.
- TOMASELLO A., DI MAIDA G., LOVISON G., PIRROTTA M., SCIANDRA M., CALVO S., 2006. Variazioni spazio-temporali delle performance di crescita nelle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile: fattore endogeno vs. fattori esogeni. XVI Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia – “Cambiamenti globali, diversità ecologica e sostenibilità” – Università degli Studi della Tuscia – 19-22 Settembre 2006, 47.



- TOMASELLO A., PIRROTTA M., SCIANDRA M., ORESTANO C., LOVISON G., CALVO S., 2005. Confondimento dell'età nell'analisi degli effetti di perturbazioni antropiche su variabili biometriche di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Informatore Botanico Italiano*, 37(1-A):252-253.
- VIZZINI S., MAZZOLA A., 2004. Stable isotope evidence for the environmental impact of a land-based fish farm in the western Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.*, 49: 61-70.
- ZIMMERMANN A.R., CANUEL E.A., 2000. A geochemical record of eutrophication and anoxia in Chesapeake Bay sediments: anthropogenic influence on organic matter composition. *Mar. Chem.*, 69: 117-137.



RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Guardia Costiera di Palermo per il supporto logistico e per avere ospitato l'imbarcazione da ricerca "Antonino Borzi" dell'Università di Palermo presso la sede operativa della Stazione Navale – Molo sud, Porto di Palermo.

Si ringrazia altresì il Comando Regionale Carabinieri Sicilia - Ufficio O.A.I.O. Navale di Palermo ed in particolare il Comandante e l'equipaggio della motovedetta classe 800 di stanza a Pantelleria per il supporto logistico fornito durante le attività di prelievo e misure in campo effettuate nell'Isola di Pantelleria.