

OLT OFFSHORE LNG TOSCANA SpA

Piano di monitoraggio dell'ambiente marino

I rapporto annuale

Autunno 2013 (A13), Inverno 2014 (I14), Primavera 2014 (P14), Estate 2014 (E14)



Volume I

Rev. 1	3.03.15	Emissione definitiva	<i>AMDB</i>	<i>GBP</i>	<i>CP</i>
Rev. 0	12.12.14	Emissione per commenti committente	AMDB	GBP	CP
Rev	Data	Descrizione della revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

VOLUME I.....	9
❖ ❖ ❖ ❖	9
1 INTRODUZIONE	10
1.1 Richiami ai contenuti principali del progetto	10
1.2 Obiettivi fase di esercizio	10
2 MATERIALI E METODI.....	11
2.1 Attività e tempistiche.....	11
2.2 Area di indagine	11
2.3 COLONNA D'ACQUA.....	13
2.3.1 Profili idrologici	13
2.3.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	13
2.3.3 Plancton	14
2.3.4 Saggi ecotossicologici	16
<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®) - fase liquida	16
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	16
<i>Dicentrarchus labrax</i>	17
<i>Paracentrotus lividus</i>	17
2.4 SEDIMENTI.....	17
2.4.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	17
<i>Analisi granulometriche</i>	17
<i>Analisi chimiche</i>	17
<i>Analisi microbiologiche</i>	19
2.4.2 Saggi ecotossicologici	19
<i>Paracentrotus lividus</i>	19
<i>Corophium orientale</i>	19
<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®) - fase solida.....	19
2.5 BIOTA.....	20
2.5.1 Macrozoobenthos	20
2.5.2 Meiozoobenthos	20
2.5.3 Bioaccumulo	21
2.5.4 Biomarkers	23
2.5.5 Fauna ittica bentonectonica	24
2.5.6 Fauna ittica pelagica	25
2.5.7 Cetacei e tartarughe marine	26
2.6 INDAGINI GENERALI	27
2.6.1 Misura del rumore	27
2.6.2 Bioacustica	31
3 RISULTATI SURVEY AUTUNNO 2013	32
3.1 COLONNA D'ACQUA.....	32
3.1.1 Profili idrologici	32
3.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	34
3.1.3 Plancton	42
3.2 BIOTA.....	49
3.2.1 Macrozoobenthos	49
3.2.2 Cetacei e tartarughe marine	52

3.3	INDAGINI GENERALI	53
3.3.1	Misura del rumore	53
3.3.2	Bioacustica	60
4	RISULTATI SURVEY INVERNO 2014.....	62
4.1	COLONNA D'ACQUA.....	62
4.1.1	Profili idrologici	62
4.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	65
4.1.3	Plancton	73
4.1.4	Saggi eco tossicologici	81
	<i>Vibrio fischeri</i>	81
	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	82
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	82
	<i>Paracentrotus lividus</i>	83
4.2	BIOTA.....	84
4.2.1	Macrozoobenthos	84
4.2.2	Meiobenthos.....	87
4.2.3	Fauna ittica bentonectonica	94
4.2.4	Cetacei e tartarughe marine.....	102
4.3	INDAGINI GENERALI	103
4.3.1	Misura del rumore	103
4.3.2	Bioacustica	104
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	105
	VOLUME II.....	106
5	RISULTATI SURVEY PRIMAVERA 2014.....	106
5.1	COLONNA D'ACQUA.....	106
5.1.1	Profili idrologici	106
5.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	106
5.1.3	Plancton	106
5.2	BIOTA.....	106
5.2.1	Macrozoobenthos	106
5.2.2	Bioaccumulo	106
5.2.3	Biomarkers	106
5.2.4	Cetacei e tartarughe marine.....	106
5.3	INDAGINI GENERALI	106
5.3.1	Misura del rumore	106
5.3.2	Bioacustica	106
6	RISULTATI SURVEY ESTATE 2014	106
6.1	COLONNA D'ACQUA.....	106
6.1.1	Profili idrologici	106
6.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	106
6.1.3	Saggi eco tossicologici su campioni di acqua	106
6.1.4	Plancton	106
6.2	SEDIMENTI.....	106
6.2.1	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	106

6.2.2	Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento	106
6.3	BIOTA.....	106
6.3.1	Macrozoobenthos.....	106
6.3.2	Meiobenthos.....	106
6.3.3	Bioaccumulo.....	106
6.3.4	Biomarkers.....	106
6.3.5	Fauna ittica bentonectonica.....	106
6.3.6	Fauna ittica pelagica.....	106
6.3.7	Cetacei e tartarughe marine.....	106
6.4	INDAGINI GENERALI.....	106
6.4.1	Misura del rumore.....	106
6.4.2	Bioacustica.....	106
7	CONFRONTO INTERSTAGIONALE E CON LA CAMPAGNA DI BIANCO.....	106
7.1	COLONNA D'ACQUA.....	106
7.1.1	Profili idrologici.....	106
7.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	106
7.1.3	Saggi eco tossicologici su campioni di acqua.....	106
7.1.4	Plancton.....	106
7.2	SEDIMENTI.....	106
7.2.1	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	106
7.2.2	Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento.....	106
7.3	BIOTA.....	106
7.3.1	Macrozoobenthos.....	106
7.3.2	Meiobenthos.....	106
7.3.3	Bioaccumulo.....	106
7.3.4	Biomarkers.....	106
7.3.5	Fauna ittica bentonectonica.....	106
7.3.6	Fauna ittica pelagica.....	106
7.3.7	Cetacei e tartarughe marine.....	106
7.4	INDAGINI GENERALI.....	106
7.4.1	Misura del rumore.....	106
7.4.2	Bioacustica.....	106
8	CONCLUSIONI.....	106

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Area di studio (sopra) e disposizione dei punti di campionamento (a destra) dove sono indicate tutte le attività previste nelle diverse stazioni, sebbene non tutte siano effettuate su base stagionale. La ripartizione temporale delle attività è riportata in tabella 4.....	12
Figura 2 - Area di studio in cui sono state effettuate le misurazioni del rumore, la bioacustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine, con indicate le stazioni a 10 km dal terminale e in grigio i transetti circolari a 1, 3 e 6 NM di distanza dal terminale.....	26
Figura 3 - Posizione delle stazioni di campionamento acustico.....	27
Figura 4 - Esempio di restituzione dati AIS durante l'avvicinamento alla stazione Est1K.....	28
Figura 5 - Schema dei tre tipi fondamentali di andamento che i raggi/coni acustici possono assumere nel piano range-depth al variare del profilo della velocità del suono con la profondità.....	30
Figura 6 - Profili di temperatura (°C).....	32
Figura 7 - Profili di salinità (ppt).....	32
Figura 8 - Diagramma T/S.....	32
Figura 9 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%)......	33
Figura 10 - Profili di fluorescenza.....	33
Figura 11 - Profili di pH.....	33
Figura 12 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.....	33
Figura 13 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), delle stazioni A13 MG7 e A13 MG10.....	34

Figura 14- Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ($E_{max}(\lambda)$) riportato nella legenda insieme con la lunghezza dove si colloca (λ_{max}).....	34
Figura 15 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO ₂ (nitriti), NO ₃ (nitrati), PO ₄ (fosfati), SiO ₂ (silicati).....	35
Figura 16 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.	36
Figura 17- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) nelle diverse stazioni.....	37
Figura 18 - Profili della concentrazione di clorofilla a tot, alle diverse stazioni.	37
Figura 19 – Istogrammi della composizione percentuale di ognuno dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).	39
Figura 20 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali (cell L ⁻¹ 10 ³) nelle diverse stazioni.	42
Figura 21 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.	43
Figura 22 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro=nemertini, nematodi, sipunculidi, cnidari.	51
Figura 23 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.	51
Figura 24 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. Le analisi sono state effettuate dopo aver trasformato i dati secondo la doppia radice quadrata. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.	52
Figura 25 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo condotto nell'autunno 2013.	52
Figura 26 - Posizione degli avvistamenti di Tursiopo.	53
Figura 27 - PSDf del rumore acustico subacqueo misurato nella stazione N100 a 8m di profondità. Rumore di sottofondo di traffico marittimo lontano è presente a bassa frequenza.	54
Figura 28 - PSDf del rumore acustico subacqueo misurato nella stazione N100 a 55m di profondità. Una barca di medie dimensioni sembra essere nella zona (evidenti linee spettrali con varie armoniche sono presenti tra 100 e 2000Hz, ma nessun fenomeno di cavitazione che caratterizzerebbe una barca molto vicina).....	54
Figura 29 - PSDf del rumore acustico subacqueo misurato nella stazione E100 a 55m di profondità. Una imbarcazione sembra essere nelle vicinanze (evidenti linee spettrali con varie armoniche sono presenti tra 100 e 2000Hz), come sembrerebbe confermato dai dati AIS mappati in Appendice B 54	54
Figura 30 - Confronto delle funzioni psd (calcolate mediante fft) relative a dati raccolti nella stazione n, s e w a distanza 100m dal terminale e a profondità 55m. la maggior parte delle linee spettrali variano da una misura e l'altra. tra gli 8 khz e i 13 khz sembra esistere un certo lieve innalzamento nel livello a banda relativamente larga. il punto n100 sembra caratterizzato dalla presenza di un'imbarcazione in lontananza (linee spettrali intense sotto il khz). 55	55
Figura 31 - Confronto delle funzioni psd (calcolate mediante fft) relative a dati raccolti nella stazione s e w a distanza 100m dal terminale e a profondità 8m. benché i livelli siano leggermente diversi, lo stesso innalzamento di energia intorno a 12 khz è comune alle due curve. altre caratteristiche sono simili (per es., picco a 1860 hz), ma poi non riscontrabili in altri dati. 55	55
Figura 32 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante sia FFT che analisi in terzi d'ottava) relative a dati raccolti nelle stazioni W100 e W1K e a profondità di 8m. La banda tra 7000 e 20000 Hz è caratterizzata da un calo di livello dal punto più vicino a quello più lontano. La differenza di livello alle basse frequenze è invece interpretata come differente traffico marittimo remoto nel momento delle acquisizioni (che appare più intenso nella stazione di misura più lontana, quindi apparentemente non correlata con le attività del Terminale). 55	55
Figura 33 - Confronto delle funzioni PSD relative a dati raccolti nelle stazioni S100 e S1K e a profondità 8m (sopra) e 55m (sotto). La sottobanda centrata intorno a 10 kHz circa è caratterizzata da un calo di livello dalla stazione più vicina a quella più lontana. La differenza di livello alle basse frequenze è invece imputata a differente traffico marittimo remoto nel momento delle acquisizioni (tra l'altro più forte lontano dalla stazione). 56	56
Figura 34 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative a dati raccolti nelle stazioni N100 ed E100 e a profondità 55m. Benché entrambe le curve siano caratterizzate da una serie di linee spettrali forti e loro armoniche, non sembra esserci alcuna correlazione tra loro, e quindi difficilmente possono essere interpretate come emesse dal Terminale, bensì più probabilmente da passaggi di barche nell'area. 56	56
Figura 35 - Confronto dei profili di velocità del suono misurati durante la campagna sperimentale condotta in autunno. Tutti sono dominati da un gradiente tendenzialmente positivo (che implica quindi curvatura dei raggi verso l'alto). Solo la misura in E10K (la stazione più vicina alla costa) presenta un evidente termoclino, il profilo nella stazione W10K (quella più lontana dalla costa) si discosta da tutte le altre per valori, ma non per andamento. Tutti gli altri profili sono estremamente simili, con una variabilità pressoché trascurabile. I profili (eccetto quelli relativi a E10K) hanno una variabilità in profondità molto limitata. 57	57
Figura 36 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in S100 (modello Bellhop).....	57
Figura 37 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello (modello Bellhop). I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto le registrazioni misurate. 58	58
Figura 38 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in W100 (modello Bellhop).....	58
Figura 39 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato in nel modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto con registrazioni misurate. 58	58
Figura 40 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 15m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in W100 (modello Bellhop).....	59
Figura 41 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato nel modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55 m sono nuovamente evidenziati per confronto.....	59
Figura 42 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in E10K, caratterizzato da un significativo termoclino intorno ai 30m di profondità (modello Bellhop). 59	59
Figura 43 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato nel modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono nuovamente evidenziati per confronto.....	60
Figura 44 - Transetti ortogonali e localizzazione dell'avvistamento del 4 dicembre 2013.	60
Figura 45 - Registrazioni delle emissioni acustiche di tursiopi in data 04/12/13.....	61
Figura 46 – Profili di temperatura (°C).	62
Figura 47 - Profili di salinità (ppt).....	62
Figura 48 – Diagramma T/S.	62
Figura 49 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).	63

Figura 50 – Profili di florescenza	63
Figura 51 – Profili di pH	63
Figura 52 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.....	63
Figura 53 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), delle stazioni I14-MG7 e I14-MG10.	64
Figura 54- Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ($E_{max}(\lambda)$) riportato nella legenda insieme con la lunghezza dove si colloca (λ_{max}).	64
Figura 55 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO ₂ (nitriti), NO ₃ (nitrati), PO ₄ (fosfati), SiO ₂ (silicati).....	66
Figura 56 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.	67
Figura 57- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) nelle diverse stazioni.....	67
Figura 58 - Profili della concentrazione di clorofilla a tot, alle diverse stazioni.	68
Figura 59 – Istogrammi della composizione percentuale di ognuno dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).	70
Figura 60 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali (cell L ⁻¹ 10 ³) nelle diverse stazioni.	74
Figura 61 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.	74
Figura 62 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro=nemertini, sipunculidi, platelminti.	86
Figura 63- Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.	86
Figura 64 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.	86
Figura 65 - Stazione I14/MG 1. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	88
Figura 66 - Stazione I14 MG2. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	88
Figura 67 - Stazione I14 MG4. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	88
Figura 68 - Stazione I14 MG6. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	89
Figura 69 - Stazione I14 MG7. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	89
Figura 70 - Stazione I14 MG8. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	90
Figura 71 - Stazione I14 MG9. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	90
Figura 72 - Stazione I14 MG10. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	91
Figura 73 - Stazione I14 MG11. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	91
Figura 74 - Stazione I14 MG12. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	91
Figura 75 - Stazione I14 MG13. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	92
Figura 76 - Stazione I14 MG14. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).	92
Figura 77 - A sinistra dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle stazioni basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati. A destra piano di ordinamento ottenuto dal non-metric Multi Dimensional Scaling (n-MDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati.....	94
Figura 78 – Reti da posta: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di controllo e trattamento.....	95
Figura 79 – Rete a strascico: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di controllo e trattamento.....	96
Figura 80 – Reti da posta: indici di abbondanza in numero e peso, stimati per i siti di trattamento (T) e controllo (C), delle specie indicatrici. Sono riportati i valori delle medie + la deviazione standard, per specie e per sito. In verde scuro num/1000m/24h, in verde chiaro kg/1000m/24h.	99
Figura 81 – Rete a strascico: indici di abbondanza in numero e peso, stimati per i siti di trattamento (T) e controllo (C), delle specie indicatrici. Sono riportati i valori delle medie + la deviazione standard, per specie e per sito. In marrone scuro num/km ² , in marrone chiaro kg/km ²	99
Figura 82 – Rete da posta: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (<i>Scyliorhinus canicula</i>). Num. Individui: 131 (trattamento), 23 (controllo).....	100
Figura 83 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza della triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i>). Num. Individui: 1109 (trattamento), 208 (controllo). ...	100
Figura 84 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del nasello (<i>Merluccius merluccius</i>). Num. Individui: 129 (trattamento), 17 (controllo).	100
Figura 85 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del merluzzetto (<i>Trisopterus minutus capelanus</i>). Num. Individui: 85 (trattamento), 10 (controllo).....	101
Figura 86 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza dello sciarrano (<i>Serranus hepatus</i>). Num. Individui: 32 (trattamento), 21 (controllo).	101
Figura 87 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (<i>Scyliorhinus canicula</i>). Num. individui: 227 (trattamento), 28 (controllo).	101
Figura 88 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gambero bianco (<i>Parapenaeus longirostris</i>). Num. individui: 228 (trattamento).	101
Figura 89 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del moscardino (<i>Eledone cirrhosa</i>). Num. individui: 21 (trattamento).....	101
Figura 90 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo condotto nell'inverno 2014. Sono riportate anche le posizioni dei due avvistamenti (TT - <i>Tursiops truncatus</i> , T - <i>Caretta caretta</i>).	102
Figura 91- Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative ai dati raccolti nelle stazioni N100 e N1K e a profondità di 55m. La banda tra 6000 e 20000 Hz è caratterizzata da un calo di livello dal punto più vicino a quello più lontano.	103

Figura 92 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative a dati raccolti nelle stazioni a 100m sulle direttrici N, S e W a profondità di 8m. La variabilità alle basse frequenze è da attribuirsi a differente traffico marittimo al momento delle registrazioni. Alle alte frequenze invece i valori appaiono paragonabili. 103

Figura 93 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative a dati raccolti nelle stazioni a 100m sulle direttrici N, S e W a profondità di 55m. Alle alte frequenze i valori sono paragonabili. 104

Figura 94 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di range orizzontale dalla sorgente a profondità 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto le registrazioni misurate. 104

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio. 10

Tabella 2 - Calendario delle attività di campo svolte nel primo anno di esercizio. 11

Tabella 3 - Coordinate teoriche (WGS 84) dei punti di campionamento. 11

Tabella 4 - Attività previste per ciascun punto di campionamento per ciascuna campagna. CTD=sonda multiparametrica, ME = Meiofauna, MA = Macrofauna, ACFEM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche, ACFM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, e microbiologiche, P = Plancton, S = sedimenti per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche. 12

Tabella 5 - Metodi relativi alle analisi effettuate sui campioni di acqua. 14

Tabella 6 - Elenco dei pigmenti determinati, sigla e raggruppamento tassonomico di appartenenza. 15

Tabella 7 - Scala di tossicità relativa al test condotto con *Paracentrotus lividus*, *Vibrio fischeri*, *Phaeodactylum tricornutum* e *Dicentrarchus labrax*. 16

Tabella 8 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate sui campioni di sedimento. 18

Tabella 9 - Scala di tossicità relativa a test ecotossicologico con *Corophium orientale* e *Vibrio fischeri* (sedimenti). 19

Tabella 10 - Siti di monitoraggio condotto tramite l'utilizzo del bivalve *Mytilus galloprovincialis*. 22

Tabella 11 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate su *M. galloprovincialis*. 22

Tabella 12 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RP = Reti da Posta, S = Strascico. 24

Tabella 13 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RPP = Reti da Posta Pelagiche. 26

Tabella 14 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM). 35

Tabella 15 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate. 36

Tabella 16 - Assorbimento della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm. 36

Tabella 17 - Clorofilla a totale (somma della clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti). 37

Tabella 18 - Concentrazioni (mg m^{-3}) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici. Fuco=Fucoxantina, Perid= Peridina, Hex-Fuco= Hesanoiloxifucoxantina, But-Fuco= Butanoiloxifucoxantina, Prasino= Prasinoxantina, Allo= Alloxantina, Zea= Zea= Zeaxantina, DVA=Divinilclorofilla a, Chl b= Clorofilla b+Divinilclorofilla b. 38

Tabella 19 - Concentrazione tensioattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro. 39

Tabella 20 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione. 40

Tabella 21 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in microgrammi/litro. In neretto (0,5 - 12,5 - 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri. 41

Tabella 22 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml. 41

Tabella 23 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati ($\text{cell L}^{-1} 10^3$). 42

Tabella 24 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati. 43

Tabella 25 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche. 44

Tabella 26 - Numero di taxa presenti in ogni stazione suddivisi per classe di appartenenza (tra parentesi il numero di taxa identificati a livello di specie). 45

Tabella 27 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni A13 MG6, A13 MG7, A13 MG10, A13 MG12 e A13 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13). 46

Tabella 28 - Oloplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a 50 metri. * presente in almeno un sub campione, ** presente solo nell'osservazione in toto. 47

Tabella 29 - Biomassa: volumi di sedimentazione dell'oloplancton (in ml). OR = campionamento orizzontale; 50-0 = campionamento verticale da 0 a 50 metri; 100-50: campionamento verticale da 100 a 50 metri. 48

Tabella 30 - Meroplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a 50 metri. * presente in almeno un sub campione, ** presente solo nell'osservazione in toto. La lista include le specie determinate a fresco. 48

Tabella 31 - Ittioplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a 50 metri. * presente in almeno un sub campione, ** presente solo nell'osservazione in toto. 49

Tabella 32 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell' autunno 2013 (A13). 49

Tabella 33 - Indici strutturali ($\pm\text{DS}$) relativi al popolamento macrobentonico. Numero di taxa (S), Numero di individui (N), Ricchezza specifica di Margalef (d), Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'), Equitabilità di Pielou (J). 52

Tabella 34 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM). 65

Tabella 35 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate. 66

Tabella 36 - Assorbimento della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm. 67

Tabella 37 - Clorofilla a totale (somma della clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti). 68

Tabella 38 - Concentrazioni (mg m^{-3}) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici. Fuco=Fucoxantina, Perid= Peridina, Hex-Fuco= Hesanoiloxifucoxantina, But-Fuco= Butanoiloxifucoxantina, Prasino= Prasinoxantina, Allo= Alloxantina, Zea= Zea= Zeaxantina, DVA=Divinilclorofilla a, Chl b= Clorofilla b+Divinilclorofilla b. 68

Tabella 39 - Concentrazione tensioattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro. 71

Tabella 40 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione. 71

Tabella 41 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in microgrammi/litro. In neretto (0,5 - 12,5 - 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri.	72
Tabella 42 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml.	73
Tabella 43 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati (cell L-1 103).....	73
Tabella 44 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni analizzati.	74
Tabella 45 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.	75
Tabella 46 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni da retino osservati durante il campionamento I14.	76
Tabella 47 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni I14-MG6, I14-MG7, I14-MG10, I14-MG12 e I14-MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).	76
Tabella 48 - Oloplancton: OR: campionamento orizzontale; 50-0: campionamento verticale da 0 a 50 metri; 100-50: campionamento verticale da 100 a 50 metri.	78
Tabella 49 - Biomassa: volumi di sedimentazione dell'oloplancton (in ml). OR = campionamento orizzontale; 50-0 = campionamento verticale da 0 a 50 metri; 100-50: campionamento verticale da 100 a 50 metri.	79
Tabella 50 - Meroplancton - OR = Campionamento orizzontale; 0-50 = campionamento verticale da 0 a 50 m; 100-50 = campionamento verticale da 100 a 50 m; ** osservato solo nel campione in toto.	79
Tabella 51 - Iltioplancton - OR = Campionamento orizzontale; 0-50 = campionamento verticale da 0 a 50 m; 100-50 = campionamento verticale da 100 a 50 m; ** osservato solo nel campione in toto.	80
Tabella 52 - Parametri registrati nei campioni d'acqua sottoposti a test (inverno 2014).	81
Tabella 53 - Risultati del test con il <i>V. fischeri</i> condotti su campioni di acqua (incubazione 5', 15', 30') prelevati a diverse profondità (esprese in metri). Tutti i campioni sono risultati non tossici. EC _{20/50} , max. effetto 5', effetto 15', max. effetto 30' espressi in %.	81
Tabella 54 - Risultati del test con <i>Phaeodactylum tricornutum</i> condotti su campioni di acqua (incubazione 72 h) prelevati a diverse profondità (esprese in metri). EC _{20/50} espressa in %.	82
Tabella 55 - Risultati del test con giovanili di <i>Dicentrarchus labrax</i> esposte a campioni di colonna d'acqua (96 h). Screening test su campioni tal quale (senza diluizioni). Il controllo è costituito da acqua di stabulazione. Volume 5000 ml, aerazione, % saturazione ossigeno disciolto >90%, pH range 8.3-8.6, salinità ‰ range 38-41, temperatura 19±1°C.	82
Tabella 56 - Risultati del test di embriotossicità (72 ore) con <i>P.lividus</i> e successiva stima della tossicità cronica.	83
Tabella 57 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell'inverno 2014 (I14).	84
Tabella 58 - Numero di taxa (S), Numero di individui (N), Ricchezza specifica di Margalef (d), Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'), Equitabilità di Pielou (J).	87
Tabella 59 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni I14 MG 1, I14 MG 2, I14 MG 4, I14 MG 6, I14 MG 7, I14 MG 8. Densità media (±DS) (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.	87
Tabella 60 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni I14/MG 9, I14/MG 10, I14/MG 11, I14/MG 12, I14/MG 13, I14/MG 14. Densità media (±DS) (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.	90
Tabella 61 - Indici strutturali relativi al popolamento meiobentonico calcolati sui valori medi di abbondanza. Numero di taxa (S), Numero medio di individui (N), Ricchezza di Margalef (d), Diversità di Shannon-Wiener (H'), Equitabilità di Pielou (J).	93
Tabella 62 - Struttura della comunità meiobentonica dell'area interessata dal posizionamento del terminale rigassificatore, incluse le stazioni di controllo. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm ²) dei taxa principali e del popolamento complessivo rinvenuto. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.	93
Tabella 63 - Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. T: siti di trattamento; C: siti di controllo.	94
Tabella 64 - Reti da posta: indici di densità e abbondanza (± DS), espressi in num/1000m/24h e kg/1000m/24h, stimati per le specie catturate nei siti di trattamento e di controllo.	96
Tabella 65 - Rete a strascico: indici di densità e abbondanza (± DS), espressi in num/km ² e kg/km ² , stimati per le specie catturate nei siti di trattamento e di controllo.	97
Tabella 66 - Coordinate degli avvistamenti durante il monitoraggio visivo.	102

LISTA DEGLI ACRONIMI

B = Bianco effettuato nell'estate 2012

BP = Secondo Bianco effettuato unicamente per lo studio della fauna ittica (settembre, 2013)

A13 = Campagna effettuata nell'Autunno 2013

I14= Campagna effettuata nell' Inverno 2014

P14 = Campagna effettuata nella Primavera 2014

E14 = Campagna effettuata nell' Estate 2014

VOLUME I



1 INTRODUZIONE

1.1 Richiami ai contenuti principali del progetto

La Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT) ha realizzato un terminale galleggiante per la rigassificazione di GNL (di seguito FSRU), a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane tra Livorno e Marina di Pisa.

Nell'ambito della procedura di Via il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM) dopo aver valutato la documentazione relativa, ha espresso giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto (Decreto DEC/DSA/01256 del 15/12/2004), prescrivendo (Prescrizione n.26) la predisposizione e l'esecuzione di un programma di monitoraggio ambientale marino da elaborare in accordo con l'Istituto Superiore per la Protezione Ambientale (di seguito ISPRA). I contenuti di tale prescrizione sono stati integrati con successivo Provvedimento MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10 (Prescrizione 7).

Il Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino (di seguito anche Piano) circostante il Terminale è stato predisposto in conformità a quanto indicato nella Prescrizione n. 26 del Decreto VIA prot. DEC/DSA/01256 del 15/12/2004 e nella Prescrizione n. 7 del Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-0025280 del 20/10/10. Il MATTM, di "concerto" con ISPRA, ha concluso positivamente la Verifica di Ottemperanza con l'emissione della Determinazione prot. DVA-2012-001592 del 15/5/2012.

La prima fase di monitoraggio (Bianco) ossia prima della realizzazione del Terminale è stata condotta tra agosto e settembre 2012, e conclusa successivamente (tra il 21 e il 28 settembre 2013) con il secondo survey relativo alla fauna ittica bentonectonica. Con determina prot. DVA – 2013 – 0030107 del 23/12/2013 il MATTM dichiara ottemperata la prescrizione 7 del Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-0025280 del 20/10/10 per quanto riguarda l'attuazione dei monitoraggi relativi alla fase ante operam (Bianco).

1.2 Obiettivi fase di esercizio

Il presente rapporto annuale, come richiesto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (DVA-2013-0030107 del 23/12/13), riporta i risultati delle attività di monitoraggio svolte durante il primo anno di esercizio nell'ambito di 4 campagne di indagine, nonché il confronto con i dati acquisiti nella fase di bianco.

Come descritto nel piano, alcune attività di monitoraggio sono effettuate su base stagionale, mentre altre sono limitate ad uno o due survey annuali. Pertanto, sono individuabili 3 scenari operativi (campagna completa, campagna intermedia, campagna minima) i cui contenuti tecnici sono riassunti nella Tabella 1.

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio.			
	Campagna minima (Autunno, Primavera)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna completa (Estate)
COLONNA D'ACQUA			
Caratteristiche fisico-chimiche	*	*	*
Microbiologia, solidi sospesi, sostanza organica, particellata clorofilla a, idrocarburi totali, tensioattivi, cloro derivati, nutrienti, d. pigmentaria			
Profili idrologici	*	*	*
Temperatura, conducibilità, pH, fluorescenza della clorofilla a, trasparenza, ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione, irradianza, irradianza spettrale			
Fitoplancton	*	*	*
Oloplanton	*	*	*
Meroplancton	*	*	*
Ittioplancton	*	*	*
Saggi ecotossicologici <i>Vibrio fischeri</i> , <i>Phaeodactylum tricomutum</i> , <i>Dicentrarchus labrax</i> , <i>Paracentrotus lividus</i>		*	*
SEDIMENTI			
Caratteristiche fisico-chimiche-microbiologiche			*
Metalli pesanti, IPA, Cloroderivati, C. organo stannici, TOC, Idrocarburi totali, microbiologia			
Saggi ecotossicologici <i>Vibrio fischeri</i> , <i>Corophium orientale</i> , <i>Paracentrotus lividus</i>			*
BIOTA			
Meiozoobenthos		*	*
Macrozoobenthos	*	*	*
Bioaccumulo	*	*	*
Metalli ed elementi in tracce, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Cloroderivati, Composti organo stannici, Idrocarburi totali, microbiologia			
Biomarkers	*	*	*
Alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomial, Comet test, biologia delle branchie			

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio.			
	Campagna minima (Autunno, Primavera)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna completa (Estate)
Fauna ittica bentonectonica (reti da posta, reti a traino di fondo)		*	*
Fauna ittica pelagica			*
Cetacei e tartarughe marine	*	*	*
INDAGINI GENERALI			
Bioacustica	*	*	*
Misura del rumore	*	*	*

2 MATERIALI E METODI

2.1 Attività e tempistiche

Le attività di campo sono state svolte a partire dall' autunno 2013 (A-13) con cadenza trimestrale ossia nell'inverno 2014 (I-14), primavera 2014 (P-14) e estate 2014 (E-14) secondo il calendario riportato in Tabella 2.

L'ampia diversità delle attività da svolgere ha richiesto, infatti, l'utilizzo di quattro differenti imbarcazioni di seguito descritte.

Le indagini ambientali (caratterizzazione delle acque e/o dei sedimenti) sono state condotte con M/N Grecale Primo, mentre per le misurazioni del rumore, la sorveglianza acustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine è stato utilizzato un catamarano a vela modello Nautitech 40' attrezzato per ricerche sui cetacei.

Lo studio della fauna ittica bentonectonica è stata condotta mediante rete a strascico e reti da posta con l'ausilio del M/P Donato Padre e del M/P Evolution. La fauna ittica pelagica è stata monitorata tramite l'impiego di reti da posta pelagiche utilizzando il M/P Evolution.

In Tabella 2 la sintesi delle attività svolte con le diverse imbarcazioni.

Tabella 2 – Calendario delle attività di campo svolte nel primo anno di esercizio.				
	Autunno 2013 – A13 (Campagna minima)	Inverno 2014 – I14 (Campagna intermedia)	Primavera 2014 P-14 (Campagna minima)	Estate 2014 E-14 (Campagna completa)
Indagini ambientali	Dal 26/11/13 al 11/12/13	Dal 25/02/14 al 13/03/14	Dal 04/06/14 al 12/06/14	Dal 29/09/14 al 04/09/14
Emissioni acustiche e censimento visivo	Dal 18/11/13 al 04/12/13	Dal 25/02/14 al 12/03/14	Dal 03/06/14 al 08/06/14	Dal 26/08/14 al 09/09/14
Fauna ittica bentonectonica		6,7/03/14; 11,12/03/14		29/08/14; 2,3,5/09/14
Fauna pelagica				4,5/09/14

* escluse le indagini sui sedimenti

2.2 Area di indagine

In Figura 1 è riportata l'area di studio e i punti di campionamento, mentre le coordinate sono riportate in Tabella 3 e le attività previste per ciascun punto per ciascuna campagna in Tabella 4. Si precisa che in Tabella 3 sono riportate le coordinate teoriche. Durante il campionamento della fase di monitoraggio è stato ritenuto accettabile un margine di errore di posizionamento di 10-15 metri.

Rispetto alla fase di bianco il cambiamento maggiore ha riguardato la stazione MG13 che ha subito uno spostamento di circa 37 metri. Il punto MG13 è comunque posizionato a 100 metri dal piano di rotazione del terminale. Tale spostamento si è reso necessario per la presenza dei strutture sottomarine come da comunicazione OLT Offshore all'autorità con lettera del 30 ottobre 2013 prot 748.

Tabella 3 – Coordinate teoriche (WGS 84) dei punti di campionamento.				
	Latitudine N	Longitudine E	Latitudine N	Longitudine E
MG1	43° 39,745'	9° 59,348'	MG8	43° 38,503'
MG2	43° 39,205'	9° 59,339'	MG9	43° 38,125'
MG3	43° 38,935'	9° 59,334'	MG10	43° 37,585'
MG4	43° 38,827'	9° 59,333'	MG11	43° 38,667'
MG5	43° 38,773'	9° 59,332'	MG12	43° 38,663'
MG6	43° 38,719'	9° 59,331'	MG13	43° 38,685'
MG7	43° 38,611'	9° 59,329'	MG14	43° 38,659'



Figura 1 - Area di studio (sopra) e disposizione dei punti di campionamento (a destra) dove sono indicate tutte le attività previste nelle diverse stazioni, sebbene non tutte siano effettuate su base stagionale. La ripartizione temporale delle attività è riportata in tabella 4.

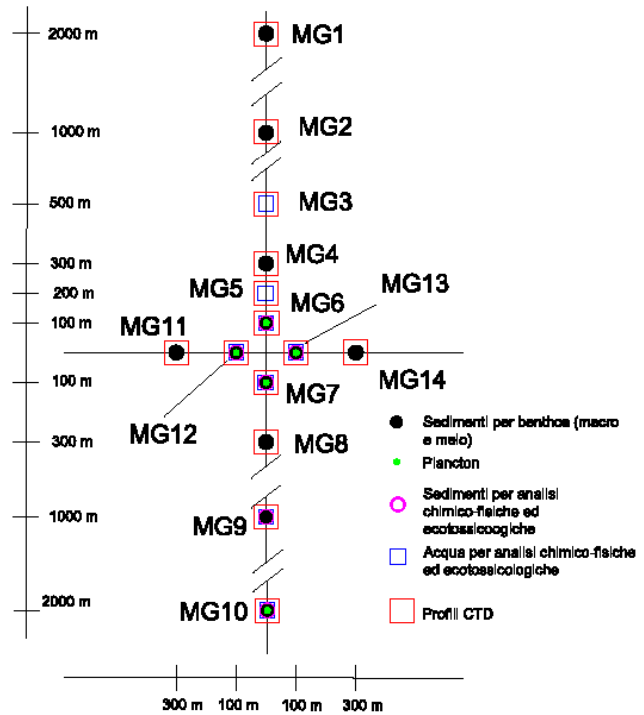


Tabella 4 – Attività previste per ciascun punto di campionamento per ciascuna campagna. . CTD=sonda multiparametrica, ME = Meiofauna, MA = Macrofauna, ACFEM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche, ACFM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, e microbiologiche, P = Plancton, S = sedimenti per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche.

	Autunno 2013 (Campagna minima)	Inverno 2014 (Campagna intermedia)	Primavera 2014 (Campagna minima)	Estate 2014 (Campagna completa)
MG1	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG2	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG3	CTD, ACFM	CTD, ACFEM	CTD, ACFM	CTD, ACFEM
MG4	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG5	CTD, ACFM	CTD, ACFEM	CTD, ACFM	CTD, ACFEM
MG6	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG7	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG8	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG9	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG10	CTD, MA, ACFEM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFEM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG11	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG12	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG13	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG14	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA

Per quanto riguarda le tempistiche e le coordinate dei siti di studio relativi al monitoraggio delle emissioni acustiche, censimento visivo e indagini sulla fauna ittica si rimanda ai paragrafi di pertinenza.

2.3 COLONNA D'ACQUA

2.3.1 Profili idrologici

I profili idrologici sono stati eseguiti nelle quattro stagioni di indagine (A-13, I-14, P-14, E-14) tramite sonda Hydrolab modello Datasonde 4a dotata di sensori specifici per la determinazione dei seguenti parametri: Profondità, Torbidità, Temperatura, Potenziale redox, pH, Salinità, Conducibilità, Ossigeno disciolto.

La sonda esegue la lettura contemporanea di tutti i parametri e provvede alla compensazione automatica delle misure effettuate; i dati rilevati vengono quindi inviati ad un terminale di superficie.

I profili sono stati eseguiti in corrispondenza di tutte le stazioni (14). Per la loro posizione e le coordinate si veda Figura 1 e Tabella 3 rispettivamente.

I profili sottomarini della Photosynthetic Available Radiation (PAR) quantica (400-700nm) sono stati acquisiti tramite sonda Biospherical PUV 510. Le calate sono state eseguite fino a circa 80m e contemporaneamente sono state eseguite misure di riferimento in aria.

La pendenza del profilo rappresenta l'attenuazione della PAR alle varie profondità (i diagrammi hanno ordinata orizzontale e ascissa verticale, così l'accostamento al lato destro della curva equivale ad una diminuzione di pendenza). La profondità alla quale la PAR si riduce all'1% di quella superficiale (profondità della zona eufotica, z_{eu}) costituisce una informazione fondamentale delle caratteristiche ottiche e biologiche delle acque. La maggior o minore profondità della zona eufotica, e quindi della trasparenza delle acque, dipende dalla presenza di materiale particellato (organismi e detrito di origine autoctona e alloctona e sedimenti in sospensione di natura prevalentemente minerale) e disciolto (essenzialmente organico). Per questo motivo è indispensabile avere contemporaneamente alle misure dell'irradianza e degli spettri le stime delle componenti otticamente attive, cioè TSM (Total Suspended Matter), CDOM (Sostanza Organica Disciolta Cromoforica), fitoplancton, come verrà di seguito descritto.

L'irradianza spettrale sottomarina è stata misurata con spettroradiometro Licor LI1800UW. Le misure sono state eseguite a diverse quote: spettro di riferimento in aria, radiazione discendente sottomarina a 5, 10, 25, 50, 70m e radiazione ascendente sottomarina a 5m. Contemporaneamente a queste misure sono state eseguite misure quantiche contemporanee di riferimento della PAR (400-700nm) in aria con sensore coseno Licor LI192SA.

Gli spettri riportati sono stati normalizzati rispetto al loro massimo per evidenziarne le forme caratteristiche. Insieme agli spettri sono riportati i loro massimi che all'aumentare della profondità diminuiscono esponenzialmente, così come l'irradianza disponibile. Una caratteristica molto evidente è la modifica delle forme spettrali all'aumentare della profondità. L'irradianza, che in superficie è distribuita abbastanza equamente lungo tutto lo spettro, alle profondità di 50 e 70 m e a 5 m considerando l'irradianza ascendente) si riduce praticamente ad una gaussiana centrata sulla λ_{max} che quindi rappresenta la radiazione meno attenuata e più penetrante. La λ_{max} passa da circa 450 nm dell'acqua pura a valori maggioria seconda delle sostanze otticamente attive presenti in acqua: al verde quando domina l'assorbimento del fitoplancton, al giallo quando domina quello della CDOM (Sostanza Organica Disciolta Cromoforica).

Gli spettri della irradianza ascendente a 5 m divisi per i loro rispettivi discendenti alla stessa profondità determinano lo spettro della riflettanza subsuperficiale, proprietà ottica fondamentale negli studi di telerilevamento.

2.3.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

I campioni per la caratterizzazione della colonna d'acqua sono stati prelevati tramite bottiglie Niskin nelle quattro stagioni di indagine (A-13, I-14, P-14, E-14).

I campioni per le analisi fisiche e chimiche, sono stati prelevati in corrispondenza di 4 quote batimetriche (0,5 - 12,5 - 50 - 70 m), come da progetto e refrigerati in attesa della consegna ai laboratori. Le analisi microbiologiche sono previste unicamente per i campioni prelevati in superficie.

La determinazione del materiale particellato totale in sospensione (TSM o solidi sospesi) è stata effettuata raccogliendo il particellato su filtri (Whatman GF/F diametro 47 mm) dalla filtrazione di 3-4 L del campione prelevato da bottiglia. I filtri sono stati pesati dopo 12 h in stufa ad 80 °C prima e dopo la filtrazione, successivamente i filtri sono stati combusti a 450 °C per la determinazione delle ceneri e, per differenza, della frazione organica del particellato (POM). La determinazione è avvenuta tramite metodo gravimetrico. Il materiale particellato in sospensione (TSM) può essere di natura inorganica, derivante dalla risospensione di sedimenti o materiale di erosione, oppure di natura organica e quindi costituito da organismi viventi, dai loro prodotti metabolici e dalla loro decomposizione, inoltre l'origine può essere marina (al largo di gran lunga prevalente) oppure terrestre.

Una quota dell'acqua filtrata (100 ml) è stata fissata in $HgCl_2$ 1% per le analisi dei nutrienti inorganici disciolti (nitriti, nitrati, ortofosfati, silicati) e un'altra quota (100 ml) è stata immediatamente analizzata per la determinazione della sostanza organica disciolta (CDOM). La CDOM, o sostanza organica disciolta cromoforica, è costituita da sostanze di varia provenienza (prodotti di degradazione e di escrezione, apporti terrigeni ecc.) ed è una sostanza otticamente attiva nel senso che ha un forte assorbimento nell'UV e nel blu rispetto a quello molto basso o nullo nel rosso. Gli assorbimenti (a) nell'UV o nel blu possono essere considerati come stime delle concentrazioni della CDOM espresse in m^{-1} .

I metodi relativi alle analisi effettuate sui campioni di acqua sono riassunti nella Tabella 5.

Analisi microbiologiche

Le analisi microbiologiche per la ricerca di coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali, sono state effettuate seguendo le seguenti metodologie.

Coliformi totali: APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003

Coliformi fecali: CNR IRSA 7020 B Man 29 2003

Streptococchi fecali (Enterococchi): CNR IRSA 7040 C Man 29 2003

Tabella 5 - Metodi relativi alle analisi effettuate sui campioni di acqua.			
Prova	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita
Nutrienti inorganici	Spettrofotometria	µM	0,03
Sostanza organica disciolta	Spettrofotometria	m ⁻¹	0,04
Solidi sospesi	Metodo gravimetrico	g	0,00001
Clorofilla a	HPLC	mg m ⁻³	0,05
Idrocarburi totali	APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003	µg/l	10
Tensioattivi anionici	APAT CRN IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l	0,03
Tensioattivi non ionici	APAT CRN IRSA 5180 Man 29 2003	mg/l	0,03
Acidi aloacetici			
Dalapon	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5
Acido Dibromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5
Acido Tribromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	2
Acido Monobromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5
Acido Bromodichloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5
Acido Bromocloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5
Acido Dichloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	2
Acido Tricloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5
Acido Monocloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	2
Acido Clorodibromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	2
Aloacetoniitrili			
Dibromoacetoniitrile	EPA 551 1990	µg/l	0,05
Dicloroacetoniitrile	EPA 551 1990	µg/l	0,05
Tricloroacetoniitrile	EPA 551 1990	µg/l	0,05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	EPA 551 1990	µg/l	0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	EPA 551 1990	µg/l	0,05
Cloropicrina	EPA 551 1990	µg/l	0,5
Alometani e Composti Organici Volatili (VOC)			
Cloroformio	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Carbonio Tetracloruro	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Tricloro Etilene	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Dicloro Bromo Metano	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Tetracloro Etilene	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Dibromo Cloro Metano	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Bromoformio	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
1,2-Dibromo Etano	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
1,1,1-Tricloro Etano	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
1,1,2-Tricloro Etano	EPA 8260C 2006	µg/l	0,01
Alofenoli			
2,4-Diclorofenolo	EPA 8270D 2007	µg/l	0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 8270D 2007	µg/l	0,2
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 8270D 2007	µg/l	0,2
Pentaclorofenolo	EPA 8270D 2007	µg/l	0,2

2.3.3 Plancton

Il piano di campionamento adottato per lo studio del plancton prevede il prelievo in corrispondenza di 5 stazioni (MG6, MG7, MG10, MG12, MG13) selezionate tra le stazioni delle analisi idrologiche. Per la disposizione dei punti e relative coordinate si rimanda alla Figura 1 e alla Tabella 3. Questa componente è stata investigata in tutte le quattro stagioni (A-13, I-14, P-14, E-14).

2.3.3.1 Fitoplancton

Lo studio della componente fitoplanctonica è stato condotto attraverso il prelievo di acqua a quattro diverse quote batimetriche (0,5 m, 12,5, 50 m, 70 m). Il campionamento è stato eseguito tramite bottiglie tipo Niskin ed in ciascuna stazione sono stati prelevati 10 litri di acqua marina. Parte del campione prelevato da bottiglia (3-4 L) è stata filtrata su filtri Whatman GF/F (\varnothing 45 mm) per la successiva estrazione in acetone e determinazione della clorofilla *a* e della diversità pigmentaria. La clorofilla *a* è stata determinata tramite spettrofotometro e tramite HPLC. I dati di seguito mostrati provengono dalla analisi in HPLC.

La diversità pigmentaria è stata determinata in HPLC. La diversità pigmentaria è rappresentata dalle concentrazioni di nove pigmenti diagnostici principali. Le concentrazioni dei pigmenti sono in relazione (oltre ad altri fattori eco-fisiologici) alla composizione delle comunità fitoplanctoniche ed ognuno dei pigmenti può essere utilizzato, pur essendo in alcuni casi presente in più gruppi tassonomici, come marker diagnostico privilegiato di un gruppo tassonomico. Nella Tabella 6 sono specificati i pigmenti, la sigla di abbreviazione con cui verranno citati e la principale classe o gruppo tassonomico di appartenenza.

Tabella 6 - Elenco dei pigmenti determinati, sigla e raggruppamento tassonomico di appartenenza.		
Pigmento	Abbreviazione	Principale Classe rappresentata
Clorofilla b + Divinilclorofilla b	Chl b	Clorophyta
Divinilclorofilla a	DVA	Cianobatteri <i>Prochlorococcus</i>
Zeaxantina	Zea	Cianobatteri <i>Synechococcus</i> -like
Peridinina	Perid	Dinoflagellati
Butanoiloxifucosantina	But-Fuco	Dictyochophyceae, Chrysophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori
Fucosantina	Fuco	Diatomee
Hesanoiloxifucosantina	Hex-Fuco	Prymnesiophyceae Coccolitofori
Prasinoxantina	Prasino	Clorophyta Prasinophyceae
Alloxantina	Allo	Cryptophyceae

Una quota di 500 mL di campione tal quale è stata fissata con formalina neutralizzata (concentrazione finale 0,74%) per l'analisi qualitativa del fitoplancton. Per l'analisi qualitativa della composizione del microfitoplancton, per ogni stazione prevista per il campionamento del plancton, è stata effettuata una raccolta con campionamento verticale da -70 m alla superficie, con retino con maglia di porosità 10 μ m; il campione prelevato dal bicchiere di raccolta, dopo un risciacquo con acqua di mare, è stato fissato con formalina neutralizzata (concentrazione finale 3%). Aliquote variabili sono state messe a sedimentare in camere combinate e osservate al microscopio inverso (Zeiss IM35, Zeiss IM, 400x) per il conteggio e la determinazione tassonomica del fitoplancton. Per la determinazione tassonomica sono stati utilizzati i principali testi citati in Zingone et al. (2010) e Avancini et al. (2006a).

2.3.3.2 Zooplancton

Lo studio della componente zooplanctonica è finalizzato alla identificazione dei popolamenti oloplanctonici, meroplanctonici ed ittioplanctonici. L'oloplancton include gli organismi che trascorrono l'intero ciclo vitale nel comparto pelagico, mentre il meroplancton comprende quegli invertebrati che trascorrono solo una parte della loro vita allo stadio planctonico, preceduto o sostituito in forma adulta da quello bentonico o nectonico. Le larve planctoniche di invertebrati bentonici in fase adulta (meroplancton) e di teleostei (ittioplancton) rappresentano la risorsa principale per la dispersione del benthos e per lo sviluppo del necton.

Lo studio è stato condotto tramite peschate orizzontali e peschate verticali a diverse profondità. L'oloplancton è stato campionato con retino standard WP-2, a chiusura con vuoto di maglia di 200 μ m, flussometro e specifico meccanismo di sgancio; meroplancton e ittioplancton con retino tipo WP-2, modificato, a chiusura, con vuoto di maglia di 335 μ m, anch'esso dotato di flussometro e meccanismo di sgancio. Ciò ha permesso agli operatori di selezionare la porzione di colonna d'acqua da analizzare.

In accordo alle metodiche standard relative allo studio del plancton marino, la velocità di traino del retino è stata di circa 1 m/s (2 nodi). Ove possibile, per ridurre le tempistiche della campagna di studio, sono state fatte 2 peschate, utilizzando contemporaneamente i retini da olo e meroplancton. Per escludere errori di campionamento dei diversi gruppi planctonici, soggetti ad importanti migrazioni nictemerali, tutte le peschate orizzontali e le peschate verticali superficiali sono avvenute nelle ore comprese tra il tramonto e l'alba (Andersen et al, 1992, Andersen et al, 1993). Gli altri campionamenti sono stati condotti durante le ore diurne. Per ogni campione sono state registrate le principali condizioni meteo-marine: stato del mare, forza del vento e copertura del cielo.

I campionamenti verticali sono stati effettuati in 4 stazioni MG6, MG7, MG12 e MG13 (ubicate a 100 m dal sito di posizionamento del terminale, nelle quattro direzioni cardinali) ed 1 stazione di controllo (MG10) a circa due miglia dal punto di posizionamento del rigassificatore. I campioni sono stati prelevati dal fondo a -50 m e da -50 m alla superficie (- 1 m). Per lo studio del meroplancton e dell'ittioplancton sono state effettuate due repliche. I campionamenti orizzontali sono stati realizzati nelle medesime stazioni trainando il retino per 15 minuti, alla profondità di -0,5 -1 m.

I campioni biologici totali sono 75; 15 oloplanctonici (5 orizzontali, 10 verticali), 30 meroplanctonici (10 orizzontali, 20 verticali), 30 ittioplanctonici (10 orizzontali, 20 verticali). Per il solo campione oloplanctonico vengono registrati anche i dati relativi alla stima della biomassa con il metodo volumetrico di misura per sedimentazione in cilindri graduati da 100 ml dopo 24 ore (Camatti e Ferrari in ISPRA, 2010). La scelta del metodo, rispetto alle indagini biochimiche o al calcolo della biomassa attraverso peso secco e/o umido, è preferibile in

quanto, trattandosi del campione di controllo la metodologia conservativa permette di preservare in toto l'intero campione. Tutti i valori sono espressi come numero di individui per metro cubo di acqua filtrata. Per l'identificazione dello zooplancton sono stati utilizzati i seguenti testi: Avancini M. et al., 2006; Bertolini F. et al., 1931-1956; Dos Santos A. e Lindley J.A., 2001; Dos Santos, A. e Gonzalez-Gordillo J.I., 2004; Ghirardelli E. e Gamulin T., 2004; Olivar M.P. e Fortuño J.M., 1991; Pessani D. et al., 2004; Ré P. e Meneses I., 2008; Thiriot A., 1974; Trégouboff G. e Rose M., 1957.

Per quanto riguarda il meroplankton si è provveduto ad analizzare parte del campione in vivo e parte fissato in formalina al 4%.

L'osservazione del campione in vivo è utilizzata per ovviare all'alterazione di alcuni caratteri distintivi dell'animale dovuti al fissaggio con la formalina, quali perdita di arti od altre strutture indispensabili per l'identificazione; la decolorazione in alcune fasi larvali.

I risultati sono presentati congiuntamente in un'unica tabella in quanto il popolamento è la somma delle due frazioni.

2.3.4 Saggi ecotossicologici

Il prelievo delle acque per i test eco tossicologici è stato effettuato nell'inverno e nell'estate 2014 tramite bottiglia Niskin in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10). I punti coincidono con quelli scelti per la caratterizzazione della colonna d'acqua (Figura 1). In questo caso però i test sono stati eseguiti in corrispondenza di 3 livelli batimetrici (0,5 m - 12,5 m - 50 m). Per le coordinate si rimanda alla Tabella 3. In assenza di una normativa ad hoc, per la valutazione della tossicità si fa riferimento alla Tabella 7 utilizzata per gli elutriati (fase acquosa) per i saggi condotti con *V. fischeri*, *P. lividus*, *P. tricorutum* e *D. labrax* ed indicata nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (ICRAM, 2007).

Tabella 7 - Scala di tossicità relativa al test condotto con <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Vibrio fischeri</i> , <i>Phaeodactylum tricorutum</i> e <i>Dicentrarchus labrax</i> .							
<i>Paracentrotus lividus</i>		<i>Vibrio fischeri</i>		<i>Phaeodactylum tricorutum</i>		<i>Dicentrarchus labrax</i>	
EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90%, EC50 > 100%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 90%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 100%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 100%	Bassa
40% ≤ EC50 < 100%	Media	20% ≤ EC50 < 90%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media
EC50 < 40%	Alta	EC50 < 20%	Alta	EC50 < 40%	Alta	EC50 < 40%	Alta

Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase liquida

Vibrio fischeri è un batterio marino Gram-negativo ed eterotrofo, appartenente alla famiglia delle Vibrionaceae. Il sistema Microtox® è un test biologico di tossicità acuta basato sull'utilizzo della bioluminescenza naturale di questa specie. Poiché in presenza di contaminanti l'emissione di luce diminuisce, la misura dell'eventuale inibizione della bioluminescenza, a seguito dell'esposizione del batterio ad una sostanza nota o ad un campione naturale di acqua o sedimento, consente di valutare il grado di tossicità acuta della sostanza o della matrice testata. Il saggio biologico è stato applicato all'acqua di mare filtrata a 0,45 µm.

Procedimento del test – Sono state adottate le procedure previste dal protocollo UNI EN ISO 11348:2009 e dal protocollo "Basic" (Azur Environmental, 1995), a partire da una concentrazione del 90% del campione di acqua, con la sostituzione dei diluenti standard (NaCl al 3,5%) con acqua marina naturale. Tale modifica al protocollo originale è stata apportata poiché l'acqua di mare fornisce un ambiente osmotico e fisiologico più idoneo all'attività metabolica dei batteri rispetto al diluente standard e consente di ottenere, pertanto, risultati più verosimili nello studio di ambienti marino-salmastri. La relazione dose-risposta, ovvero concentrazione del campione-inibizione della bioluminescenza, è stata elaborata mediante un software dedicato (Microtox Omni™ v. 1.16), che consente di individuare l'EC50 (e/o l'EC20), cioè la concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50% (20%).

Phaeodactylum tricorutum

Phaeodactylum tricorutum Bohlin è una diatomea appartenente al gruppo delle Bacillarioficee, ordine delle Pennales.

Procedimento del test – Il principio del test, di tipo cronico, consiste nell'esporre una coltura algale pura in fase esponenziale per diverse generazioni a concentrazioni note di campione, in condizioni fisico-chimiche standardizzate e con un definito ed omogeneo apporto di nutrienti. È stato adottato il protocollo ISO 10253:2006. Al termine del periodo d'incubazione viene confrontata la crescita algale nel campione con quella del controllo. Il test è stato condotto su campioni della colonna d'acqua. Come terreno di coltura, controllo e diluente è stata impiegata acqua di mare naturale, arricchita con lo stock di nutrienti indicato dal protocollo e sterilizzata tramite filtrazione su membrana da 0,45 µm.

Un'aliquota di sospensione algale proveniente da una coltura pura in fase di crescita esponenziale è stata conteggiata automaticamente tramite lo strumento camera di Burkner e diluita in acqua marina, fino ad ottenere una densità di 1.000.000 cell/ml.

Il saggio biologico è stato organizzato con 3 repliche di ogni campione in beute da 50 ml.

Sono state effettuate n. 5 diluizioni scalari (1:2) e ogni beuta è stata inoculata in modo da ottenere una densità iniziale di cellule pari a 10.000 cellule/ml. Le beute sono state successivamente incubate per 72 h in camera termostatica a 20 ± 2 °C, con regime di illuminazione continua del tipo cool white e con una intensità compresa tra 7.000 e 8.000 lux (ISO, 10253). La densità algale dei campioni è stata determinata al termine delle 72 h.

Ceppo algale: CCAP 1052/1, proveniente da Centre Collection of Algae and Protozoa, SAMS Research Services Ltd, Dunstaffnage Marine Laboratory, OBAN, Argyll PA37 1QA, Scotland.

Dicentrarchus labrax

I saggi sono stati condotti in accordo con la metodica OCSE n. 203 (Fish Acute Toxicity Test), con le modificazioni relative alla specie indicate in "Applicazione di saggi biologici su acque e sedimenti marini utilizzando stadi larvali e giovanili di branzino (*Dicentrarchus labrax* L.)" (ARPA Ferrara, http://www.arpa.emr.it/ferrara/sito_fad_web/intromod3.htm) e le linee guida indicate nel D.D. 23/12/2002. Sono stati utilizzati giovanili (dimensioni variabili secondo disponibilità, vedi sezione risultati) di *D. labrax* provenienti da una avannotteria commerciale in un test di mortalità a 96 h. I campioni di acqua sono stati utilizzati al 100% (senza diluizione, in triplicato). Il controllo, ugualmente in triplicato, è stato effettuato utilizzando acqua di mare naturale. In caso di mortalità superiore al 10 % (limite di mortalità accettabilità nel controllo) è prevista l'esecuzione di un test completo con diluizioni scalari alla ricerca dei parametri ecotossicologici LC20/50. Sebbene non siano disponibili indicazioni ufficiali e normative, come tossico di riferimento è stato utilizzato il sodio laurilsolfato (SLS), come indicato nella metodica ARPA Ferrara.

Paracentrotus lividus

Il test d'embriotossicità è basato sulla capacità degli zigoti (uova fecondate) di raggiungere lo stadio di pluteo durante l'esposizione per 48/72 ore alla matrice acquosa testata. L'assenza o una riduzione significativa dei plutei (presenza degli stadi inferiori al pluteo) e/o la presenza di plutei anomali dimostra la tossicità cronica della matrice testata. Prima dell'allestimento del test sono misurati i seguenti parametri dell'acqua: pH e la salinità.

Procedimento del test - Il test è stato allestito in tre repliche, secondo il protocollo integrato EPA/600/R-95/136. L'emissione dei gameti maschili e femminili è stata provocata mediante l'iniezione di 0,5 ml di KCl 1 M nella cavità celomatica degli organismi. Lo sperma (minimo da tre maschi) è stato raccolto "a secco" e conservato fin al suo utilizzo a 4°C. Le uova (minimo da tre femmine) sono state raccolte "a umido" separatamente da ogni femmina e dopo la valutazione della loro maturità, sono state unite e diluite in acqua di mare naturale filtrata alla concentrazione richiesta dal test (200 uova/ml). La soluzione di uova è stata conservata a 16±2°C. La concentrazione dello sperma è stata determinata in camera di conta (Thoma). Sulla base del conteggio è stata preparata la sospensione dello sperma stimando il rapporto predefinito tra uovo e sperma (1:15000). Nel test di embriotossicità, gli zigoti sono stati esposti alle concentrazioni crescenti degli elutriati (100, 50 e 25%). In ogni provetta è stato aggiunto 1 ml della soluzione d'uova fecondate alla concentrazione 200 zigoti/ml. Le provette sono state incubate per 72 ore alla temperatura di 16±2°C. Il processo di sviluppo embrionale è stato bloccato con l'aggiunta di 1 ml del formaldeide. Al microscopio sono stati contati 100 embrioni e calcolata la percentuale dei plutei regolari in ogni provetta.

Stima della tossicità - Al fine di calcolare la percentuale degli embrioni che non hanno raggiunto lo stadio di pluteo, è stata applicata la correzione di "Abbott" secondo la seguente formula:

$$(x - y) * 100 * (100 - y)^{-1}$$

x = % embrioni che non hanno raggiunto lo stadio di pluteo nel campione da testare; y = % dei plutei nel controllo.

In assenza di una normativa ad hoc, per la valutazione della tossicità si fa riferimento a quella utilizzata per gli elutriati (fase acquosa) (Tabella 7).

2.4 SEDIMENTI

Il sedimento per le analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche è stato campionato nell'estate 2014 mediante box corer, prelevando da ciascun campione i primi 2 cm. Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato in 4 stazioni (MG6, MG7, MG13, MG12) e due controlli (MG9, MG10). Per la disposizione dei punti e relative coordinate si rimanda alla Figura 1 e alla Tabella 3 rispettivamente.

2.4.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Analisi granulometriche

I campioni di sedimento sono stati pesati tal quali per la determinazione del peso umido con una bilancia elettronica tipo "Europe". Sono stati quindi messi in stufa a 110°C per almeno 24 h. Ad essiccazione completa si è proceduto alla misurazione del peso secco. Per la separazione in sabbie e peliti ogni campione è stato immerso in acqua tiepida sino alla sua completa disgregazione; si è quindi proceduto alla setacciatura con maglie da 63 µm. Il materiale trattenuto dal setaccio, definito come sabbie, è stato fatto essiccare in stufa a 130°C per almeno 24 h ed è stato sottoposto ad indagine granulometrica, ovvero è stata analizzata la distribuzione percentuale in peso dei grani costituenti il campione secondo le loro dimensioni. Per questa analisi è stato utilizzato un set di setacci aventi dimensioni delle maglie decrescenti (4000 µm, 2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm, 63 µm). Una volta terminata la setacciatura sono stati pesati i residui di ogni setaccio ed è stata determinata la percentuale conchigliare presente. I dati così ottenuti sono stati riportati su un diagramma semilogaritmico e uniti mediante la cosiddetta "curva granulometrica". Le peliti sono state analizzate tramite sedigrafo.

Analisi chimiche

Per la determinazione dei metalli (escluso il mercurio) la mineralizzazione del sedimento è stata effettuata seguendo la metodica EPA 3051/A (edizione corrente del Febbraio 2007) su circa 0,45 grammi di sostanza secca (pesati allo 0,1 mg), mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 9 ml di HNO₃ concentrato e 3 ml di HCl concentrato. Al termine della mineralizzazione i campioni vengono filtrati e portati ad un volume finale di 25 ml utilizzando acqua Millipore.

L'accuratezza delle procedure di digestione (ove effettuata) e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento (LGC 6137 o MESS-3); le tarature degli strumenti sono effettuate con soluzioni standard certificate e tracciabili NIST.

Si precisa che la lista dei composti cloroderivati è stata fornita da ISPRA dopo l'approvazione del piano.

La lista completa degli analiti ricercati e relativi metodi sono riportati in Tabella 8.

Tabella 8 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate sui campoini di sedimento.			
	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita
Idrocarburi C>12	EPA 3545A 2007 + EPA 3620C 2007 + EPA 8015C 2007	mg/kg	1,5
Idrocarburi C<12	EPA 5021A 2003 + EPA 8015C 2007	mg/kg	0,5
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	EPA 3545A 2007 + EPA 3640A 1994 + EPA 8270D 2007	mg/kg	0,001
Total Organic Carbon (TOC)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3	mg/kg	100
Al	EPA 6010C; ICP-AES, 2007 (Varian ICP-720ES)	%	0,03
Ba	EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	1,25
Cr tot	EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	1,25
Fe	EPA 6010C; ICP-AES	%	0,03
Mn	EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	12,5
Ni	EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	1,25
Cu	EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	1,25
Zn	EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	1,25
As	EPA 7010 (2007) AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z)	mg/kg	0,3
Cd	EPA 7010 (2007) AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z)	mg/kg	0,01
Pb	EPA 7010 (2007); .AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z)	mg/kg	0,3
Hg	EPA 7473 (2007); DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV)	mg/kg	0,005
Acidi aloacetici			
Dalapon	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	0,4
Acido Dibromoacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	0,2
Acido Tribromoacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	5
Acido Monobromoacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	0,4
Acido Bromodichloroacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	0,4
Acido Bromocloroacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	0,4
Acido Dichloroacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	1,6
Acido Trichloroacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	0,2
Acido Monocloroacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	3
Acido Clorodibromoacetico	POP/O 001 R0 2012	ug/kg	1,2
Alometani, aloacetoniitrili, composti organici volatili (VOC)			
Cloroformio	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Tetracloruro di carbonio	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Tricloroetilene	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Bromodichlorometano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
1,1,2-Tricloroetano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Tetracloroetilene	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Bromoformio	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Dibromoclorometano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
1,2-Dibromoetano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Tricloroacetoniitrile	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Dichloroacetoniitrile	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
1,1-dicloro-2-propanone	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,5
1,2,3-Tricloropropano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,05
Dibromoacetoniitrile	EPA 8260C 2006	ug/kg	5
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	EPA 8260C 2006	ug/kg	0,2
1,1,1-Tricloro-2-propanone	EPA 8260C 2006	ug/kg	1
Alifenoli (SVOC)			
2,4-Dichlorofenolo	EPA 8270D 2007	mg/kg	0,001
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 8270D 2007	mg/kg	0,001
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 8270D 2007	mg/kg	0,001

Analisi microbiologiche

Le analisi microbiologiche per la ricerca di coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali sono state effettuate seguendo le seguenti metodologie.

Coliformi totali: CNR IRSA 3.1 Q 64 Vol 1 1983 + APAT CNR IRSA 7010 B Man 29 2003.

Coliformi fecali: CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983 + APAT CNR IRSA 7020 A Man 29 2003.

Streptococchi fecali (Enterococchi): CNR IRSA 1, 3.3 Q 64 Vol.1 1983.

2.4.2 Saggi ecotossicologici

Paracentrotus lividus

Il test d'embriotossicità è stato effettuato sull'elutriato.

Gli elutriati vengono preparati dai sedimenti freschi secondo il protocollo EPA 823-B-98-004. February 1998. Un'aliquota del sedimento da testare è unita con il volume calcolato dell'acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1:4. Le sospensioni ottenute sono poste in agitazione per 1 ora e in seguito centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000 rpm. Il soprannatante, che rappresenta l'elutriato, è prelevato e conservato alla temperatura di -30°C. Prima dell'allestimento del test sono stati misurati i seguenti parametri dell'elutriato: pH e la salinità.

Procedimento del test - Il test è stato condotto con le stesse procedure descritte per il test di embriossicità condotto sull'acqua (EPA/600/R-95/136),

La tossicità degli elutriati è stata stimata sulla base dei valori di EC20 ed EC50, calcolati con i metodi Trimmed Spearman-Kärber e Probit. Per la stima della tossicità vedi Tabella 7.

Corophium orientale

Il principio del saggio biologico con *C. orientale*, consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 28 giorni al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la percentuale di mortalità degli organismi stessi.

Gli anfipodi sono stati campionati setacciando il sedimento (con setaccio a maglia di 0,5 mm) per selezionare organismi giovani (~4 mm) idonei per il test, scartando gli individui maturi e quelli di taglia minore (< 4 mm). Gli anfipodi selezionati sono portati in laboratorio ed acclimatati alle seguenti condizioni: Temperatura dell'acqua: 16 ± 2°C; Salinità: 36 ± 2‰; Illuminazione: continua; O₂ disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento: > 60 %.

Procedimento del saggio - Il saggio è allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005, EPA/600/R-94/025). Circa 200 cc di sedimento da testare vengono introdotti all'interno di un barattolo da 1 litro e vengono aggiunti circa 750 cc di acqua di mare naturale filtrata.

Per ogni campione sono state allestite 4 repliche e in ciascun barattolo sono stati inseriti 25 individui. Come sedimento di controllo è stato utilizzato il sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. Dopo 28 giorni il contenuto di ogni becker è stato setacciato (500 µm) e gli organismi vivi contati. Sono stati considerati morti gli anfipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostravano alcun movimento. La sensibilità degli organismi (96 h LC50) è stata determinata tramite l'esposizione per 96 ore a concentrazioni crescenti di CdCl₂ (0,8 mg/l; 1,6 mg/l; 3,2 mg/l; e 6,4 mg/l). All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità, NH₄⁺ e ossigeno disciolto. Per la stima della tossicità vedi Tabella 9.

<i>Corophium orientale</i>		<i>Vibrio fischeri</i>	
EC20/50	Tossicità	Sediment Toxicity Index	Tossicità
M ≤ 15%	Assente	0<S.T.≤ 1	Assente
15% < M ≤ 30%	Bassa	1<S.T.≤ 3	Bassa
30% < M ≤ 60%	Media	3<S.T.≤ 6	Media
M > 60%	Alta	6<S.T.≤ 12	Alta

Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase solida

Il saggio biologico è stato applicato al sedimento tal quale, seguendo la metodica Microtox Solid Phase Test (SPT) indicata in "Metodologie analitiche di Riferimento, ICRAM, 2001 – APPENDICE 2 Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox in fase solida: la normalizzazione pelitica, Onorati et al. 2001."

In sintesi i batteri sono stati esposti in 35 ml di acqua di mare naturale per 20 min in agitazione (T 15 °C) a 7 g di sedimento umido. N. 2 aliquote di 1,5 ml sono state prelevate con una pipetta con un puntale del diametro di 1 mm, passate in una colonna filtro: su tale frazione acquosa è stato condotto il test, attraverso l'applicazione di 13 diluzioni scalari e 3 controlli.

I valori di EC50 in mg/l sono stati normalizzati per il peso secco del sedimento. Successivamente il valore di EC50 è stato convertito da mg/l in percentuale; tale valore è stato poi trasformato in unità tossiche (TU=100/EC50). Ai fini del calcolo del Sediment Toxicity Index (STI) è stato necessario anche calcolare la tossicità naturale stimata attraverso l'algoritmo di correzione pelitica: $y=0.28+2.728\%pelite$ (sulla frazione < 1 mm). Per le analisi è stato utilizzato il lotto batterico n. 14A4003 (scadenza 01/2016, ECOTOX s.r.l., Pregnana Milanese, MI). Per la stima della tossicità vedi Tabella 9.

Prima dell'analisi, la taratura dello strumento e la qualità dei batteri sono state controllate con il tossico di riferimento (fenolo); il valore di EC50 dopo 5 minuti è risultato 19,26 mg/l (valori di riferimento EC50=13-26 mg/l, metodica ISO 11248-3 2007).

I batteri sono stati inoltre testati con un'altra sostanza di riferimento (Cu⁺⁺): i valori EC50 a 5 minuti di 0.86 mg/l-1 e di 0.49 mg/l a 15 minuti sono rientrati all'interno del range di riferimento relativo al test Microtox® (0,42 – 1,16 mg/l e 0,03 – 0,75 mg/l rispettivamente per il test a 5 e 15 minuti) UNICHIM (Onorati et al., 2007).

2.5 BIOTA

2.5.1 Macrozoobenthos

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici è stato effettuato nelle quattro stagioni (A-13, I-14, P-14, E-14) tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1 m² in corrispondenza di 4 stazioni prossime al terminale (MG13, MG12, MG6, MG7) e ulteriori 8 poste a distanze maggiori per verificare il raggio di influenza del terminale stesso (MG4, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG1, MG2) Per la disposizione dei punti e relative coordinate si rimanda alla Figura 1 e alla Tabella 3 rispettivamente. Ciascun campione è stato setacciato su maglia 0,5 mm e fissato in formalina al 8 % in acqua di mare per ridurre eventuali fenomeni di shock osmotico. In ciascuna stazione sono state prelevate 4 repliche. I campioni sono stati quindi esaminati in laboratorio. Prima di procedere al sorting, i campioni sono stati lavati, per eliminare la formalina. Il sorting è stato effettuato con l'ausilio di uno stereomicroscopio da dissezione. La determinazione tassonomica è stata fatta, quando possibile, fino al livello di specie. Gli individui sono stati conservati in alcool al 70%. Dopo la determinazione tassonomica è stata costruita una matrice specie-stazioni elaborata tramite Cluster Analysis e non-metric Multidimensional Scaling (n-MDS) dopo aver ottenuto la matrice triangolare tramite la similarità di Bray-Curtis. I dati non sono stati trasformati (Clarke & Warwick, 2001). La Cluster analysis è una tecnica di classificazione che raggruppa le stazioni sulla base della loro percentuale di similarità. L'MDS è una tecnica di ordinamento che restituisce un piano bi o tridimensionale dove le stazioni sono posizionate in base alla loro similarità reciproca. Nel caso dell'MDS non metrico l'ordinamento viene fatto basandosi sui ranghi di similarità tra le stazioni.

L'analisi strutturale del popolamento è stata condotta attraverso il calcolo dei seguenti indici: numero totale di individui (N), numero di specie (S), ricchezza specifica di Margalef (D), diversità specifica di Shannon-Wiener (H') ed equitabilità di Pielou (J).

Il calcolo degli indici ecologici, la Cluster Analysis e l'n-MDS sono stati effettuati utilizzando il software PRIMER 6.0 (PRIMER-E Ltd, Plymouth, U. K.; Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006).

2.5.2 Meiozoobenthos

Il prelievo del sedimento per lo studio della meiofauna è stato effettuato nelle due stagioni (I-14, E-14) tramite box-corer o benna Van Veen, nelle medesime stazioni previste per la macrofauna (MG1, MG2, MG4, MG6, MG7, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG13, MG12). Per ciascuna stazione sono state prelevate 4 repliche.

Per lo studio della meiofauna ciascun campione è stato subcampionato inserendo manualmente nel sedimento per 3 cm un carotatore cilindrico di Plexiglas di 2,75 cm di diametro. Subito dopo il prelievo le carote di sedimento sono state trasferite in appositi barattoli, la fauna di ciascuna carota è stata narcotizzata con una soluzione di Cloruro di Magnesio (MgCl₂) al 7% e dopo 10 minuti fissata e conservata in una soluzione di formalina al 10% neutralizzata con borax. In laboratorio a ciascun campione è stato aggiunto del Rosa Bengale per colorare la fauna al fine di facilitarne il riconoscimento nelle successive analisi.

La separazione degli animali dal sedimento, nota come fase di estrazione, è stata fatta attraverso il metodo della centrifugazione in gradiente di Ludox AM-30 (Pfannkuche & Thiel, 1988), preceduto dalla vagliatura di ciascun campione mediante due setacci sovrapposti con maglie rispettivamente di 1 mm e 63 µm. Il setaccio a maglie più grandi consente di eliminare il detrito grossolano e il macrobenthos, quello a maglie inferiori invece permette l'eliminazione della frazione più fine del sedimento e della microfauna, trattenendo la frazione costituita da sabbia e meiofauna. Successivamente il materiale di quest'ultima frazione (sabbia + meiofauna) è stato distribuito in diverse provette da 50 ml, dosando al massimo 20 ml di materiale per provetta, addizionato con Ludox, e sottoposto a centrifugazione (5 minuti a 2000 rpm) per estrarre la meiofauna (Todaro et al., 2001). Il Ludox AM-30 è un gel di silice con densità simile a quella degli organismi della meiofauna (d=1,210); pertanto, se utilizzato come fase liquida durante la centrifugazione facilita il trasferimento degli organismi dal sedimento al surnatante. Dopo la centrifugazione il surnatante di ciascuna provetta è stato filtrato attraverso un setaccio con maglie di 63 µm per raccogliere e concentrare la meiofauna.

Per ciascun campione il procedimento di centrifugazione-concentrazione è stato ripetuto almeno tre volte, al termine delle quali gli animali sono stati lavati con acqua corrente, per eliminare i residui di Ludox, trasferiti in appositi contenitori e conservati in formalina al 5%. La centrifugazione in gradiente di Ludox è un metodo di estrazione della meiofauna generalmente molto efficace, infatti l'ispezione al microscopio nel sedimento così defaunato (pellet), ha consentito di accertare che nel nostro caso l'efficienza è stata praticamente pari al 100% per quanto riguarda la totalità dei taxa multicellulari e protozoi ciliati.

Successivamente all'estrazione, gli organismi di ciascun campione, suddivisi in due-tre aliquote, sono stati trasferiti in piastre Petri con fondo retinato, e, con l'ausilio di uno stereomicroscopio (Wild M8), sono stati identificati per principale gruppo tassonomico di appartenenza (ordine-phylum) e contati (Todaro et al. 2002); per il riconoscimento di individui particolarmente problematici, si è ricorso al microscopio a contrasto interferenziale secondo Nomarski (Leitz Dialux 20). Conformemente ad altri studi di meiozoologia i nauplii sono stati considerati come costituenti un gruppo sistematico distinto, mentre ai fini dei confronti statistici, soprattutto futuri, è risultato utile istituire già in questa sede la categoria "altri" dove sono state fatte confluire le abbondanze dei taxa numericamente secondari (cf. Warwick et al., 1990; Carman et al., 1995).

I dati raccolti sono stati utilizzati per creare una matrice delle abbondanze utilizzata come base nelle analisi univariate e multivariate. Per le analisi univariate sono stati calcolati i principali indici ecologici: numero di taxa rinvenuti (S), diversità di Shannon-Wiener (H'), equitabilità di Pielou (J'), dominanza di Simpson (λ'). Le significatività di eventuali differenze nei valori medi sono state valutate per mezzo dell'analisi della varianza (ANOVA) o del t-test, valutando le differenze tra coppie di campioni mediante il test di Tukey. Prima di procedere con i confronti è stato accertato che i valori rispettassero gli assunti di distribuzione normale e di omogeneità della varianza. In caso negativo, prima di proseguire ulteriormente, si è provveduto alla trasformazione dei dati mediante l'equazione $y = \log(x+1)$. Nei casi in cui le trasformazioni apportate non hanno sortito gli effetti desiderati, si è fatto ricorso ad analisi statistiche non parametriche (ANOVA on Ranks, Mann-Whitney Rank Sum Test e Dunn's Method). Le analisi Statistiche multivariate (Cluster Analysis, MDS) sono state effettuate sulla

matrice di similarità di Bray-Curtis, ottenuta dalla matrice delle abbondanze medie delle singole stazioni previa trasformazione logaritmica. L'Analisi della varianza (ANOVA) e i t-test, sono state condotte utilizzando il pacchetto applicativo SigmaStat-SigmaPlot 9.0 (Systat software, California, USA). Il calcolo degli indici ecologici, la Cluster Analysis e l'n-MDS sono stati effettuati utilizzando il software PRIMER 6.0 (PRIMER-E Ltd, Plymouth, U. K.; Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006).

2.5.3 Bioaccumulo

Le indagini di bioaccumulo sono state eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis*.

Tuttavia non è stato possibile prelevare gli organismi dalla carena del terminale, previsto come prima opzione dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino, poiché non insediati al momento di inizio delle attività di monitoraggio. Per questo motivo le indagini di bioaccumulo e biomarker risultano posticipate rispetto a quanto previsto del suddetto Piano e ridotte a due campagne (primavera ed autunno) nel primo anno di attività, come documentato dalla lettera inviata da OLT a Ispra il 12 maggio 2014 (prot. 2014/OUT/GENER/B/0290).

Costatata l'assenza di mitili insediati naturalmente sulle strutture del FRSU, il monitoraggio è stato avviato con la modalità definita "attiva": i mitili sono stati prelevati dall'impianto di acquicoltura presente nell'area marina antistante Isola di Palmaria (Golfo di La Spezia) poco o affatto influenzata da fonti di impatto. I mitili sono stati quindi collocati in 4 stazioni di monitoraggio (come mostrato nello schema sottostante) scelti lungo il terminale (Tabella 10) e in una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona (Stazione E). Durante questa fase di esposizione i mitili sono alloggiati in reticelle di nylon e collocati all'interno di una gabbia di acciaio inox alla profondità di 12 metri. Dopo circa 4 settimane i mitili sono stati prelevati e sottoposti alle analisi secondo le procedure sotto riportate. Inoltre, all'atto della traslocazione, un campione di mitili appena prelevato dall'impianto di acquicoltura (denominato Tempo 0) è stato sottoposto alle medesime indagini.

In Tabella 10 oltre all'elenco dei siti di monitoraggio, sono riportate le tempistiche delle attività.

Si precisa che i mitili sono stati utilizzati anche per l'analisi dei biomarkers descritta nel paragrafo 2.3.4.



Gabbie usate sul terminale FSRU (sopra) e in Gorgona (sotto).

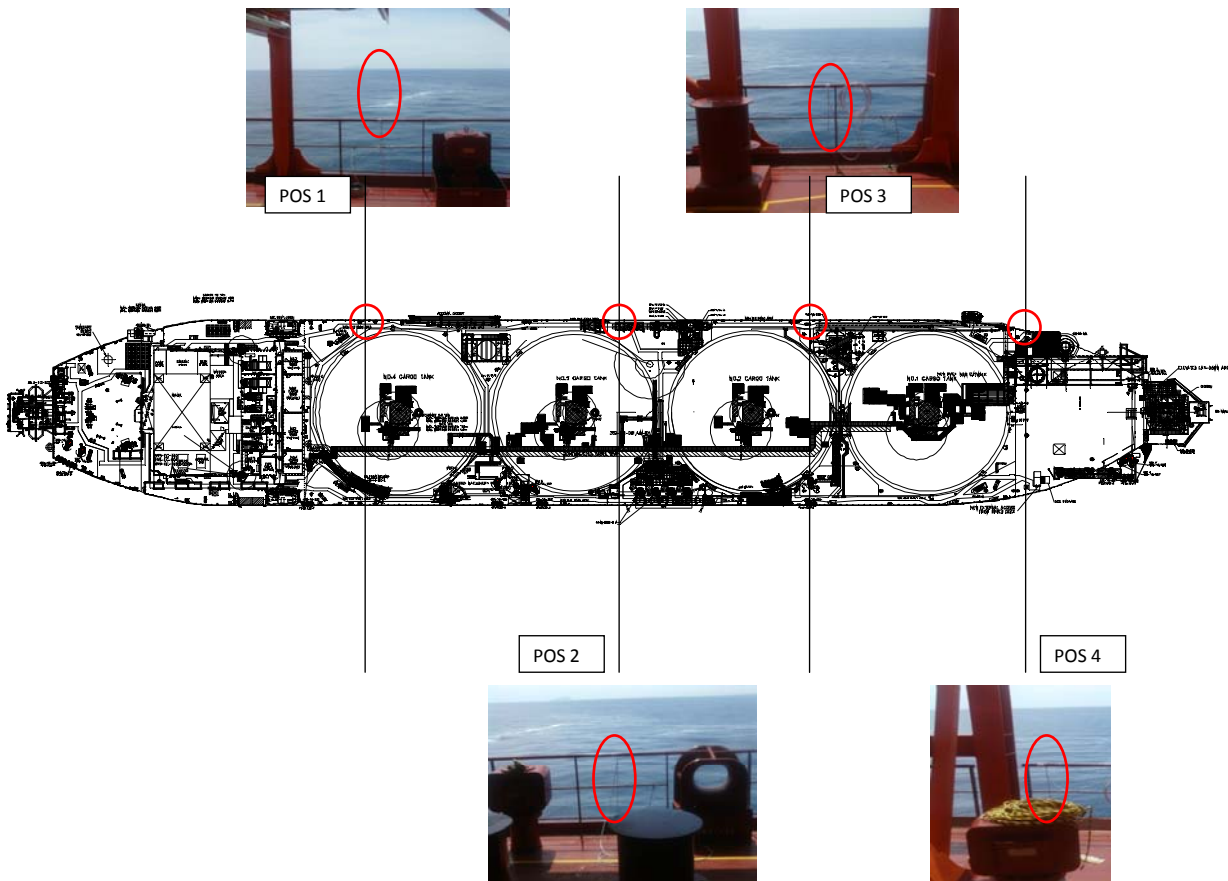


Tabella 10 – Siti di monitoraggio condotto tramite l'utilizzo del bivalve <i>Mytilus galloprovincialis</i> .					
		Primavera 2014		Estate 2014	
Nome sito	Posizione	Data posa mitili	Data ritiro mitili	Data posa mitili	Data ritiro mitili
Mitili tempo zero	Impianto mitilicoltura La Spezia		07.05.14*		06.08.14*
Stazione E	Gorgona	08.05.14	10.06.14	07.08.14	27.08.14
Stazione A	Posizione 1 (poppa nave)	08.05.14	10.06.14	07.08.14	27.08.14
Stazione B	Posizione 2	08.05.14	10.06.14	07.08.14	27.08.14
Stazione C	Posizione 3	08.05.14	10.06.14	07.08.14	27.08.14
Stazione D	Posizione 4 (prua nave)	08.05.14	10.06.14	07.08.14	27.08.14

* riferito al ritiro dall'impianto

Analisi chimiche

Per la determinazione dei metalli gli organismi sono stati essiccati a 40°C per almeno 48 ore, al termine delle quali sono stati polverizzati ed omogeneizzati per procedere con la mineralizzazione (escluso il mercurio).

Per la mineralizzazione è stata seguita la metodica EPA 3052 (edizione corrente del dicembre 1996) su circa 0,3-0,35 grammi di sostanza secca (pesati allo 0,1 mg), mediante un sistema di digestione a microonde (MILESTONE modello Ethos1) opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 5 ml di HNO₃ concentrato, 1 ml di H₂O₂ (al 30 %) e 2 ml acqua ultrapura Millipore.

Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati ad un volume finale di 20 o 25 ml utilizzando acqua Millipore.

L'analisi del mercurio è stata effettuata sul campione tal quale (senza passaggio di mineralizzazione) pesando aliquote comprese tra 10 mg e 100 mg a seconda del contenuto di metallo.

L'analisi è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del Mercurio (DMA-80) prodotto da FKV seguendo metodica EPA 7473 (edizione corrente - Feb 2007).

L'accuratezza delle procedure di digestione (ove effettuata) e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento e le tarature degli strumenti sono effettuate con soluzioni standard certificate e tracciabili NIST.

Per i metodi di analisi e i limiti di rilevabilità si rimanda alla Tabella 11.

Tabella 11 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate su <i>M. galloprovincialis</i> .			
	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilità
Idrocarburi totali	Non fornito dal laboratorio Ambiente (Carrara)		
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Non fornito dal laboratorio Ambiente (Carrara)		
Composti organostannici	Non fornito dal laboratorio Ambiente (Carrara)		
Ba	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	2,0
Cr tot	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	1,25
Fe	metodica EPA 6010C; ICP-AES	%	0,04
Mn	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	25
Ni	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	2,0
Cu	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	2,0
V	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	2,0
Zn	metodica EPA 6010C; ICP-AES	mg/kg	2,0
As	EPA 7010 (2007) AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z)	mg/kg	0,3
Cd	EPA 7010 (2007) AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z)	mg/kg	0,01
Pb	EPA 7010 (2007); AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z)	mg/kg	0,3
Hg	EPA 7473 (2007); DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV)	mg/kg	0,005
Acidi aloacetici			
Dalapon	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	2
Acido Dibromoacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	1
Acido Tribromoacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	10
Acido Monobromoacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	2
Acido Bromodichloroacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	5
Acido Bromocloroacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	2
Acido Dichloroacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	3
Acido Trichloroacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	2
Acido Monocloroacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	3
Acido Clorodibromoacetico	EPA 552.3 rev. 1, 2003	µg/kg	5
Alometani, aloacetoni nitrili, composti organici volatili (VOC)			

Tabella 11 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate su *M. galloprovincialis*.

	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita
Cloroformio	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,2
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,2
Tetracloruro di carbonio	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,2
Tricloroetilene	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,25
Bromodichlorometano	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,2
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,2
Tetracloroetilene	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	
Bromoformio	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,5
Dibromoclorometano	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,2
1,2-Dibromoetano	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,25
Tricloroacetoneitrile	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,5
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,6
Dibromoacetoneitrile	EPA 5021A, 2003 ± EPA 8260C, 2007	µg/kg	0,8
Atofenoli (SVOC)			
2,4-Diclorofenolo	EPA 1653, 1997	µg/kg	5
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 1653, 1997	µg/kg	5
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 1653, 1997	µg/kg	5

Analisi microbiologiche

È stata effettuata la ricerca di coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali.

2.5.4 Biomarkers

L'analisi dei biomarker è stata effettuata nella primavera 2014 e nell'estate 2014 in corrispondenza dei siti riportati in Tabella 10. Per ogni stazione sono state indagate 5 repliche.

In ecotossicologia con il termine *Biomarker* si intende ogni variazione biochimica, cellulare o fisiologica che può essere misurata in un organismo sentinella e che fornisce l'evidenza di un'esposizione e/o effetto di uno o più contaminanti. In sostanza, i *biomarker* forniscono uno strumento precoce di valutazione (diagnosi) e previsione (prognosi) dell'impatto biologico associato a un'attività umana. Il mitilo mediterraneo (*Mytilus galloprovincialis*) è stato scelto come organismo sentinella in quanto ampiamente utilizzato nel monitoraggio dell'ambiente marino. Sono stati selezionati tre diversi *biomarker*, due dei quali in grado di rilevare possibili alterazioni a livello cellulare e uno mirato a valutare le possibili alterazioni istologiche a carico dell'apparato branchiale. I parametri indagati sono sensibili allo stress ossidativo, pertanto sono idonei per valutare i possibili effetti residui dell'uso di ipoclorito di sodio come antifouling sull'ambiente marino circostante. Sono stati indagati i seguenti biomarker:

Neutral Red Retention Time (NRRT). Numerose indagini hanno dimostrato che le membrane lisosomiali sono altamente sensibili allo stress ossidativo che ne provoca l'alterazione strutturale e funzionale (Regoli et al., 2004). Il Neutral Red (NR) è un colorante lipofilo e come tale attraversa facilmente le membrane plasmatica e lisosomale. Nei lisosomi, il pH acido impedisce al colorante di ritornare liberamente nel citoplasma. L'efficienza con cui il NR rimane intrappolato nei lisosomi dipende quindi dalla funzionalità della pompa protonica, presente sulla membrana, responsabile per il trasporto attivo di ioni H⁺ all'interno dell'organulo. L'alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomiale viene valutata mediante la misura del tempo di ritenzione del rosso neutro all'interno dei lisosomi secondo il protocollo descritto nel *Manual on the Biomarkers Recommended for the Med-Pol Biomonitoring Programme* messo a punto nell'ambito dell'UNEP-MAP (*United Nations Environment Programme – Mediterranean Action Plan*). In breve, 40 µl di emolinfa (prelevata dal muscolo adduttore posteriore) diluita 1:1 con soluzione salina vengono posti su un vetrino e lasciati incubare in camera umida (16°C) per 30 minuti. Dopo rimozione del liquido in eccesso, alle cellule aderenti al vetrino sono aggiunti 40µl di NR in soluzione fisiologica e lasciati incubare in camera umida (16°C) per 15 minuti. Dopo aver rimosso il liquido in eccesso e proceduto con un lavaggio in soluzione fisiologica, il vetrino viene osservato al microscopio. Vengono effettuate letture successive dello stesso campione, ogni 15 minuti per la prima ora e ogni 30 minuti per le due ore successive al fine di valutare il tempo occorrente affinché il 50% degli emociti presenti colorazione rossa (e lisosomi ingranditi), indice dello fuoriuscita del colorante attraverso la membrana lisosomale. Un tempo breve di ritenzione indica una condizione di maggior danno, il contrario se il tempo di ritenzione del colorante risulta elevato.

Comet assay Oltre alle membrane cellulari, anche il DNA è esposto all'impatto dei ROS (*Reactive Oxygen Species*), oltre ad essere anche sensibile all'azione diretta di contaminanti specifici quali gli IPA. Il rilevamento di composti e/o miscele ad azione genotossica nell'ambiente marino ha una importanza notevole in relazione alla possibilità di trasferimento nelle catene alimentari e da queste all'uomo tramite il consumo di prodotti della pesca.

Il Comet assay permette di valutare il grado di integrità della doppia elica di DNA su cellule incluse in agarosio, lisate e sottoposte a corsa elettroforetica. Il grado di frammentazione del DNA viene valutato sulla base del pattern di migrazione elettroforetica mediante l'impiego di un sistema di analisi dell'immagine (Nigro et al., 2006; Frenzilli et al., 2008; Frenzilli et al., 2009).

In breve, le cellule branchiali di mitilo vengono dissociate mediante un trattamento enzimatico e meccanico. Successivamente, le cellule isolate sono incluse in un gel di agarosio e poste su vetrini per microscopia ottica e sottoposte a lisi delle membrane per consentire al DNA di migrare durante la successiva corsa elettroforetica effettuata a pH fortemente basico (>13) applicando un campo elettrico di 0,86V/cm ed un'intensità di corrente pari a 300 mA. Dopo l'elettroforesi, i vetrini vengono neutralizzati lavandoli con un tampone TRIS-HCl 0,4 M, immersi in 100% metanolo freddo, asciugati all'aria e colorati con bromuro di etidio. Osservati con un microscopio a fluorescenza (400 x), le cellule danneggiate si presentano a forma di cometa con la testa e la coda; la lunghezza e l'intensità di fluorescenza della coda sono correlate al danno al DNA. Un sistema d'analisi dell'immagine (Comet Assay II, Perceptive Instruments, UK) permette di quantizzare il danno, che viene espresso come % di DNA migrato. Per ogni campione vengono preparati 2 vetrini, per ogni vetrino sono lette 50 cellule random.

Analisi istologica dell'apparato branchiale. Le branchie costituiscono un'importante interfaccia con l'ambiente acquatico pertanto sono il primo bersaglio dell'azione tossica di contaminanti presenti in forma solubile.

L'alterazione strutturale delle branchie di *M. galloprovincialis* è stata riportata in letteratura come conseguenza dell'esposizione a NaClO in un range di dosi compatibile con il rilascio da parte di impianti di produzione energetica (Lopez-Galindo et al., 2009).

Pertanto, oltre al danno genotossico a carico delle cellule branchiali vengono indagate anche le possibili alterazioni istologiche prendendo in considerazione i seguenti parametri: frequenza degli emociti granulari nel tessuto branchiale, rappresentativa di un processo infiammatorio in atto, l'eventuale riduzione delle ciglia che caratterizzano l'epitelio branchiale e l'eventuale necrosi cellulare con erosione dell'epitelio stesso.

Le indagini vengono svolte su campioni di tessuto branchiale fissati ed inclusi secondo le convenzionali tecniche istologiche. In breve, frammenti di branchie vengono fissati in Bouin, disidratati in una serie di alcool e inclusi in resina metacrilato (Historesin). Successivamente, le sezioni vengono tagliate con un microtomo utilizzando lame di vetro ed osservati al microscopio ottico previa colorazione con Blu di Metilene e Blu di Toluidina. Per ogni replica vengono osservate almeno 100 filamenti branchiali per la valutazione della frequenza degli emociti granulari e della condizione dell'epitelio branchiale. I dati raccolti sono analizzati statisticamente mediante analisi multifattoriale della varianza (MANOVA).

2.5.5 Fauna ittica bentonectonica

1) Reti da posta calate in 4 siti in prossimità del terminale (entro l'area interdotta alla navigazione, siti nominati Trattamento). La stessa tipologia di campionamento è stata ripetuta in un sito al di fuori della zona interdotta alla navigazione (nominato Controllo), ma avente le stesse caratteristiche batimetriche e bionomiche.

2) Reti a traino di fondo: 4 cale sperimentali a differenti quote batimetriche in prossimità dell'area di installazione del terminale (siti trattamento) e 1 cala localizzata a maggiore distanza (sito controllo).

Per il campionamento con reti da posta sono state utilizzate cinque reti da posta ad imbrocco, ciascuna lunga 1000 m, aventi maglie stirate di 40 mm ed una altezza di 3 m. Le reti sono state calate nella tarda mattinata per essere poi salpate la mattina successiva rimanendo in pesca tra le 12 e le 24 ore.

Quattro reti sono state posizionate all'interno dell'area interdotta alla pesca, mentre la quinta fuori dall'area su un fondale avente le stesse caratteristiche.

Tutto il materiale raccolto in ciascun sito è stato conservato in contenitori distinti per le successive analisi di laboratorio.

Le pescate a strascico sono state effettuate utilizzando una rete tradizionale con maglia al sacco di 50 mm per la pesca di specie demersali e bentoniche.

Per ogni giornata di campionamento sono state effettuate cinque cale durante le ore diurne, quattro all'interno dell'area interdotta alla pesca ed una localizzata più a nord su fondali con caratteristiche simili.

Le cale hanno avuto una durata media di circa 30 minuti a partire dal momento in cui la rete toccava il fondo. Nel caso delle pescate a strascico, tutto il materiale raccolto è stato analizzato a bordo dell'imbarcazione.

Nella Tabella 12 sono riportate le coordinate e le profondità dei siti di studio.

Tabella 12 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RP = Reti da Posta, S = Strascico.

Data	M/p	Attrezzo	N. campione	Latitudine N inizio	Longitudine E inizio	Latitudine N fine	Longitudine E fine	Prof. media (m)
Inverno 2014								
06/03/2014	Donato Padre	S	P001_14	43°35'898	09°58'180	43°37'415	09°58'073	133
06/03/2014	Donato Padre	S	P002_14	43°37'929	09°57'280	43°39'293	09°58'005	130
06/03/2014	Donato Padre	S	P003_14	43°40'315	10°00'394	43°38'837	10°00'938	98
07/03/2014	Donato Padre	S	P004_14	43°41'711	09°57'386	43°40'973	09°58'985	113
07/03/2014	Donato Padre	S	P005_14	43°37'124	10°00'713	43°35'619	10°01'475	99
11/03/2014	Evolution	RP (calo)	P006_14	43°39'407	10°00'556	43°38'981	10°00'794	100
11/03/2014	Evolution	RP (calo)	P007_14	43°37'335	10°00'968	43°36'858	10°00'968	99
11/03/2014	Evolution	RP (calo)	P008_14	43°37'330	09°59'750	43°37'317	09°58'880	112
11/03/2014	Evolution	RP (calo)	P009_14	43°37'956	09°58'458	43°38'410	09°58'084	126
11/03/2014	Evolution	RP (calo)	P010_14	43°39'125	09°58'450	43°39'310	09°58'345	122
12/03/2014	Evolution	RP (salpaggio)	P006_14	43°39'407	10°00'556	43°38'981	10°00'794	100
12/03/2014	Evolution	RP (salpaggio)	P007_14	43°37'335	10°00'968	43°36'858	10°00'968	99

Tabella 12 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RP = Reti da Posta, S = Strascico.

12/03/2014	Evolution	RP (salpaggio)	P008_14	43°37'330	09°59'750	43°37'317	09°58'880	112
12/03/2014	Evolution	RP (salpaggio)	P009_14	43°37'956	09°58'458	43°38'410	09°58'084	126
12/03/2014	Evolution	RP (salpaggio)	P010_14	43°39'125	09°58'450	43°39'310	09°58'345	122
Estate 2014								
29/08/2014	Donato Padre	S	P173_14	43°35'825	09°58'197	43°37'398	09°58'041	132
29/08/2014	Donato Padre	S	P174_14	43°38'012	09°57'323	43°39'430	09°58'073	128
29/08/2014	Donato Padre	S	P175_14	43°41'767	09°57'210	43°40'975	09°58'906	112
02/09/2014	Evolution	RP (calo)	P176_14	43°39'720	09°58'528	43°39'203	09°58'439	120
02/09/2014	Evolution	RP (calo)	P177_14	43°38'505	09°58'136	43°37'942	09°58'453	125
02/09/2014	Evolution	RP (calo)	P178_14	43°37'296	09°58'987	43°37'459	09°58'496	120
02/09/2014	Evolution	RP (calo)	P179_14	43°37'535	10°00'109	43°38'017	10°00'193	103
02/09/2014	Evolution	RP (calo)	P180_14	43°38'953	10°00'776	43°39'461	10°00'574	99
03/09/2014	Evolution	RP(salpaggio)	P176_14	43°39'720	09°58'528	43°39'203	09°58'439	120
03/09/2014	Evolution	RP(salpaggio)	P177_14	43°38'505	09°58'136	43°37'942	09°58'453	125
03/09/2014	Evolution	RP(salpaggio)	P178_14	43°37'296	09°58'987	43°37'459	09°58'496	120
03/09/2014	Evolution	RP(salpaggio)	P179_14	43°37'535	10°00'109	43°38'017	10°00'193	103
03/09/2014	Evolution	RP(salpaggio)	P180_14	43°38'953	10°00'776	43°39'461	10°00'574	99
05/09/2014	Donato Padre	S	P183_14	43°40'784	10°00'166	43°39'370	10°00'819	97
05/09/2014	Donato Padre	S	P_184_14	43°37'221	10°00'656	43°35'722	10°01'398	101

Gli organismi catturati sono stati classificati fino al livello di specie. Questo ha permesso di compilare una lista faunistica per ogni tipologia di attrezzo utilizzato. Per ogni specie catturata è stato rilevato il peso totale in Kg ed il numero di individui. Inoltre, per ogni individuo, è stata rilevata la taglia, espressa come Lunghezza Totale (LT) al mezzo centimetro inferiore, per gli Osteitti e Condroitti, mentre per i Molluschi Decapodi è stata rilevata la Lunghezza del Mantello (LM).

Per i Crostacei Decapodi la taglia, misurata al mm inferiore, è stata espressa come Lunghezza del Carapace (LC). Le taglie così rilevate sono state utilizzate per costruire distribuzioni di taglia-frequenza delle specie più rappresentative delle catture delle reti da posta e dello strascico.

Per rendere i dati raccolti confrontabili tra di loro è stato necessario utilizzare dei metodi di standardizzazione. Per quanto riguarda i dati di cattura delle reti da posta, sono stati elaborati indici in numero e peso standardizzati ai 1000 m di lunghezza delle reti e alle 24 ore (Num/1000m/24h e kg/1000m/24h).

I dati di cattura realizzati con la rete a strascico sono stati standardizzati in indici di densità e biomassa (Num/km² e kg/km²) utilizzando il metodo dell'area strascicata (Swept area, Sparre et al., 1989) utilizzando la formula:

$$\text{Area strascicata (km}^2\text{)} = (\text{AO} \cdot \text{V} \cdot 1,853 \cdot \text{D}) / (1000 \cdot 60)$$

dove:

AO = apertura orizzontale della rete, espressa in m;

V = velocità della barca in pesca, espressa in nodi (miglia nautiche/ora);

D = durata della cala in minuti.

È stata studiata la variazione degli indici di biomassa e densità tra i siti trattamento e quelli controllo, sia dei principali gruppi tassonomici (Osteitti, Condroitti, Crostacei Decapodi e Molluschi Decapodi), sia delle specie più rappresentative delle catture.

2.5.6 Fauna ittica pelagica

Lo studio della fauna ittica pelagica è stato condotto per valutare l'effetto FAD (Fishing Aggregating Device) dovuto alla presenza del terminale galleggiante. È infatti noto che qualsiasi struttura galleggiante, anche di piccole dimensioni, presente in mare, ha la capacità di attrarre organismi marini, sia fornendo una sorta di protezione sia attraendo secondariamente i predatori.

Il campionamento è stato effettuato mediante l'uso di reti da posta galleggianti da posizionare in prossimità del terminale, dalla superficie fino a 25-30 m di profondità. L'attività ha richiesto 2 giornate di pesca. Il primo giorno la rete, lunga 1800 m, è stata calata in prossimità del terminale galleggiante e lasciata in pesca per circa 3 ore (trattamento).

Il giorno successivo la medesima rete è stata calata a maggiore distanza dal terminale (controllo) e tenuta in pesca per circa 3 e mezzo. Non è stato possibile definire a priori delle coordinate per posizionare l'attrezzo in quanto, essendo una rete derivante, esso deve essere calato tenendo in considerazione le correnti presenti il giorno di campionamento al fine di evitare che sia trasportato verso il terminale galleggiante.

Gli organismi catturati sono stati classificati fino al livello di specie. Per ogni specie catturata è stato rilevato il peso totale in Kg ed il numero di individui. Inoltre, per ogni individuo, è stata rilevata la taglia, espressa come Lunghezza Totale (LT) al mezzo centimetro inferiore, per gli Osteitti e Condroitti, mentre per i Molluschi Decapodi è stata rilevata la Lunghezza del Mantello (LM).

Per i Crostacei Decapodi la taglia, misurata al mm inferiore, è stata espressa come Lunghezza del Carapace (LC).

Come nel caso delle reti da posta utilizzate per lo studio del popolamento bentonectonico, è stato necessario applicare dei metodi di standardizzazione. Anche per le reti pelagiche sono stati elaborati indici di cattura in numero e peso standardizzati ai 1000 m di lunghezza delle reti e alle 24 ore (Num/1000m/24h e kg/1000m/24h).

Nella Tabella 13 sono riportate le coordinate e le profondità dei siti di studio relativi alle rete da posta pelagiche.

Tabella 13 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RPP = Reti da Posta Pelagiche.								
Estate 2014								
Data	M/p	Attrezzo	N. campione	Latitudine N inizio	Longitudine E inizio	Latitudine N fine	Longitudine E fine	Prof. media (m)
04/09/2014	Evolution	RPP	P181_14	43°39'660	09°59'640	43°38'952	10°00'182	105
05/09/2014	Evolution	RPP	P182_14	43°40'792	09°57'450	43°41'120	09°58'015	125

2.5.7 Cetacei e tartarughe marine

In accordo alle specifiche del MATTM ed ISPRA, l'area di campionamento è stata individuata da un cerchio di 12 NM di diametro e circa 200 km², con centro il punto di ancoraggio del rigassificatore (Figura 2). La porzione di mare interessata dalle ricerche si trova all'interno della zona meridionale del Santuario Pelagos un'area di protezione internazionale creata nel 2007 da Italia, Francia e Principato di Monaco con lo scopo di tutelare i cetacei in essa presenti. Otto sono le specie considerate residenti: i tursiopi (*Tursiops truncatus*) i cetacei costieri e i cetacei pelagici, quali le stenelle (*Stenella coeruleoalba*), i delfini comuni (*Delphinus delphis*), i grampi (*Grampus griseus*), i globicefali *Globicephala melas*, gli zifi (*Ziphius cavirostris*), i capodogli (*Physeter macrocephalus*) e le balenottere (*Balaenoptera physalus*)

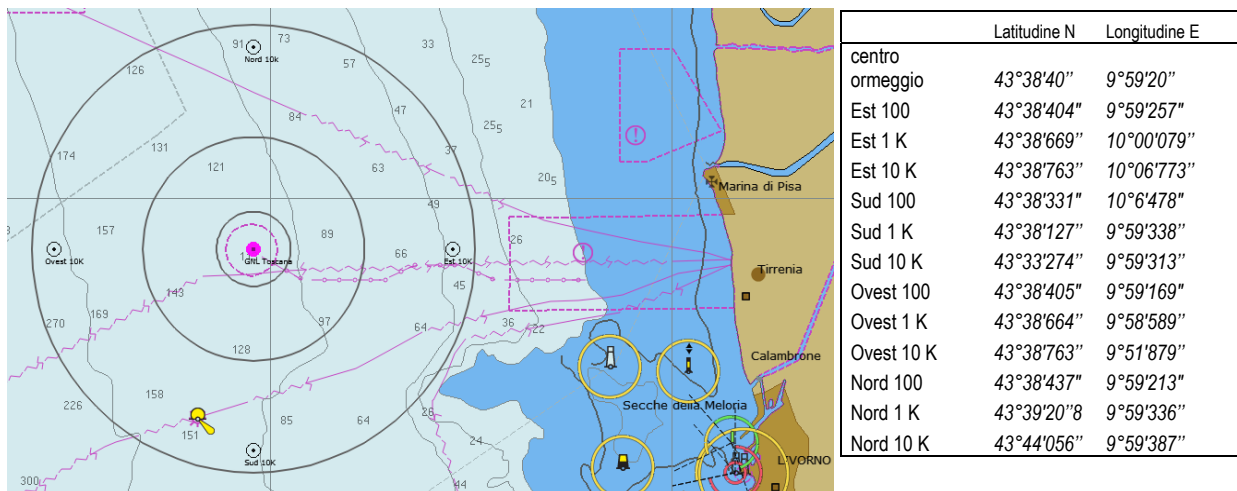


Figura 2 - Area di studio in cui sono state effettuate le misurazioni del rumore, la bioacustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine, con indicate le stazioni a 10 km dal terminale e in grigio i transetti circolari a 1, 3 e 6 NM di distanza dal terminale.

L'attività di monitoraggio è stata condotta seguendo il "closing mode" (ACCOBAMS WS), metodo che prevede la possibilità di abbandonare la rotta per avvicinarsi agli animali per poterli studiare. L'avvicinamento è stato effettuato secondo le regole ACCOBAMS di rispetto, mentre il survey è stato svolto secondo la metodica del "design based", applicando in navigazione dei "traks" con rotte ad una distanza rispettivamente di 1, 3, 6 NM dal terminale. Per il riconoscimento dei cetacei incontrati è stata utilizzata la tecnica della Photo-ID (Foto-identificazione), mentre la navigazione è stata effettuata applicando la metodologia del "Visual Line Transect Surveys".

Per il survey visivo sono stati utilizzati dei transetti, seguendo rotte fisse e lineari. Il transetto rappresenta il percorso che viene seguito per ottenere informazioni quantitative e qualitative degli animali presenti in un determinato territorio. Esso richiede che l'osservatore si muova su un percorso prestabilito, registrando le coordinate degli incontri di gruppi o individui target e, allo stesso tempo, registrandone la distanza dall'osservatore. Ciò consente una stima della superficie coperta e del modo in cui la probabilità di rilevabilità varia tra 0 (lontano dal transetto) ed 1 (sul transetto). Utilizzando il conteggio grezzo e questa funzione di probabilità, si può ottenere una stima della densità assoluta. Durante la navigazione è stata mantenuta una velocità costante e un numero costante di osservatori con attività continua fino a condizioni di Beaufort 3. In base alle condizioni viene coperto uno spazio di visuale di circa 2 km di raggio. La gestione dell'avvistamento è stata affidata a 2/3 "avvistatori" su una unica piattaforma di opportunità monitorando ognuno 120° di visuale; l'effort (sforzo) è stato monitorato registrando in traccia continua la rotta dell'imbarcazione tramite plotter cartografico con aggiunta periodica di "marks". Sono inoltre, stati registrati i dati meteo usando le scale Douglas e Beaufort. Contestualmente agli avvistamenti sono stati registrati i seguenti dati: la specie osservata (delfini o tartarughe), la posizione di avvistamento in coordinate geografiche WGS84, data e ora, dimensione del gruppo, distanza stimata dall'osservatore, angolo rispetto la prua, direzione iniziale, eventuali comportamenti osservabili. Registrati i dati iniziali di avvistamento attraverso la "marcatura fotografica" abbiamo attuato la tecnica della Photo-ID che ha il vantaggio di permettere lo studio di popolazioni animali attraverso una metodologia non invasiva, raccogliere informazioni permanenti e trasferibili nello spazio e nel tempo e offre la possibilità di seguire nel tempo i trend di distribuzione e abbondanza delle popolazioni.

La Photo-ID prevede l'utilizzo di fotografie riportanti parti o caratteristiche anatomiche al fine di poter riconoscere individualmente gli animali nel tempo e nello spazio. A tal scopo la tecnica si basa su parti o "marchi" che siano indelebili, facilmente identificabili e riconoscibili. La presenza di marchi naturali permette, inoltre, di non arrecare disturbo agli animali e quindi evitare possibili azioni di risposta positive o negative. I marchi naturali del tursiopo sono dovuti alle interazioni intra-specifiche e sono identificati dalla pinna dorsale e dall'area del dorso che la circonda. Per le tartarughe, invece, vengono utilizzate le caratteristiche delle placche del carapace o la presenza di targhette identificative.

2.6 INDAGINI GENERALI

2.6.1 Misura del rumore

Obiettivo dello studio è l'individuazione del rumore acustico subacqueo emesso dal Terminale, la sua caratterizzazione in termini di tipologia di rumore, frequenza e livello di emissione, e la valutazione dei suoi effetti sui cetacei potenzialmente presenti nell'area. In accordo al piano di monitoraggio, quindi, la misurazione dei livelli di rumore è stata effettuata stagionalmente in 12 stazioni a 100m, 1.000m e 10.000m dal punto di ancoraggio del Terminale sulle radiali dei 4 punti cardinali. Le stazioni sono state identificate come N100 - N1K - N10K - W100 - W1K - W10K - E100 - E1K - E10K - S100 - S1K - S10K (Figura 3).

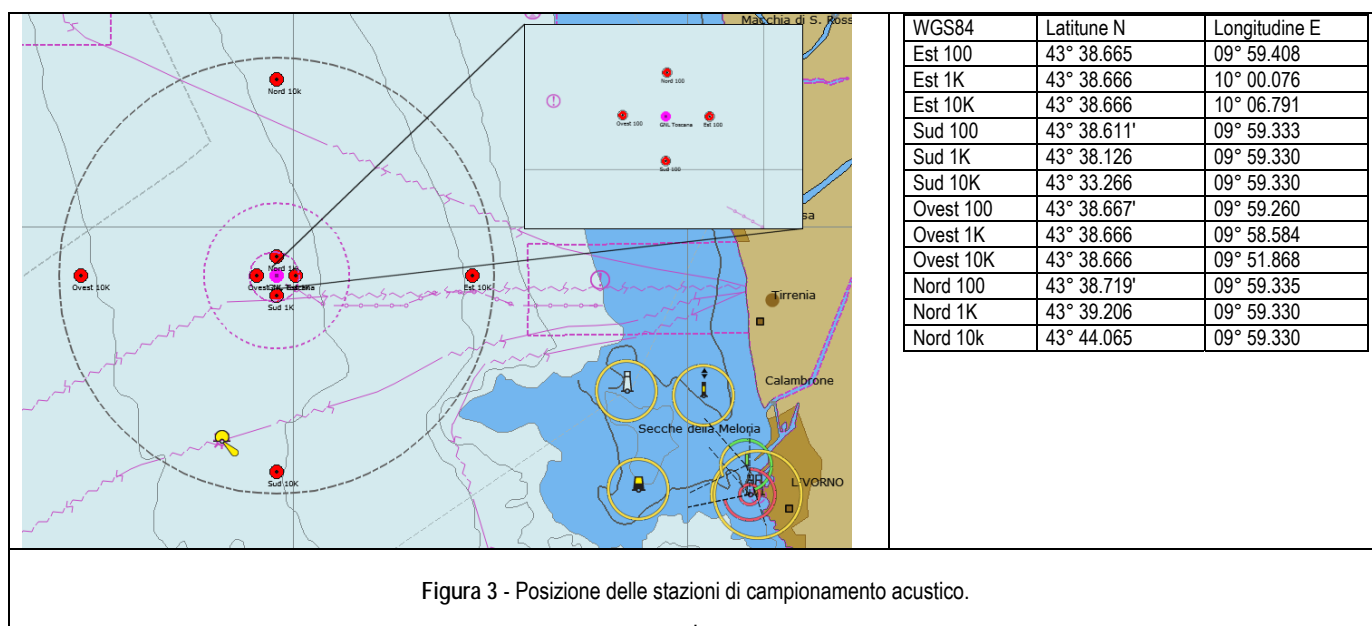


Figura 3 - Posizione delle stazioni di campionamento acustico.

Strumentazione utilizzata

1) Idrofono digitale Aguatech per la registrazione dei dati acustici nella banda 10 Hz - 48 kHz.

I dati di rumore acustico acquisiti dall'idrofono digitale sono stati campionati a 192 kHz con una sensibilità di -156 dB re V/uPa. Il rumore elettronico dello strumento, se valutato in termini di pressione acustica, a 30 kHz ha un livello equivalente inferiore al livello del rumore del mare a forza "zero", che, secondo letteratura, è intorno a +22 dB re 1uPa/√Hz, pertanto tutto il rumore registrato è relativo a suoni realmente presenti in acqua e non a interferenze introdotte dallo strumento di misura.

Per ogni stazione sono state scelte due profondità per assicurare il campionamento acustico sopra e sotto il termoclino, la cui presenza, che separa l'epilimnio dall'ipolimnio, è in grado di modificare la propagazione del suono, mascherando o modificando la ricezione di eventuali sorgenti sonore o fonti di disturbo. Le registrazioni sono state effettuate registrando e georeferenziando la posizione del punto in coordinate geografiche WGS84 mantenendo l'idrofono disaccoppiato elasticamente rispetto al movimento indotto della superficie, ad almeno 5 metri dall'imbarcazione tenuta a motori e pompe ferme. I dati vengono registrati su file in formato digitale e verificati in tempo reale mediante un'uscita analogica su PC dedicato, dotato di un programma di visualizzazione di spettrogramma e spettro.

2) Sonda CTD Ageotec IMSV per la misura di Temperatura, Profondità, Conducibilità, con calcolo diretto della velocità del suono.

I dati vengono registrati su file con PC dedicato mediante il software APWin, che permette anche la visualizzazione in tempo reale del profilo verticale di temperatura e di tutti i dati acquisiti.

In ogni stazione è stato effettuato un profilo continuo di CTD per registrare conducibilità (e indirettamente salinità) e temperatura, e,, attraverso l'idrofono, misure del rumore presente alle profondità di 8 e 55m, ossia sopra e sotto il termoclino. Lo scopo di tali registrazioni è conoscere le condizioni ambientali del punto di misura, in modo da poter predire (e confrontare con i dati acustici registrati) il tipo di propagazione del suono eventualmente proveniente dal Terminale.

L'idrofono e la sonda CTD, che dispongono di un cavo di 100m, sono accoppiati in una gabbia che li rende solidali fra loro e ne permette la discesa per gravità. Durante la misura acustica vengono acquisiti e registrati contemporaneamente e costantemente anche i dati della sonda CTD, permettendo in fase di analisi di verificare l'effettiva posizione dei sensori, soprattutto in relazione alla profondità.

3) Ricevitore AIS Icom MA-500TR con antenna esterna

Durante il campionamento acustico è stata eseguita la registrazione dei dati AIS (Automatic Identification System), un sistema di identificazione automatica delle navi che trasmette posizione, velocità e rotta. Il sistema è obbligatorio sulle navi passeggeri e commerciali oltre 300 tonnellate, ma è presente anche su numerose unità da diporto. Tali dati possono essere ricevuti e visualizzati con l'ausilio di un sistema informatico e, una volta registrati, in fase di analisi dei dati permettono di visualizzare la presenza di traffico navale nell'intorno del punto di misura.

Il sistema, con una portata superiore a 14NM, è connesso ad un PC dedicato insieme ad un ricevitore GPS. Sul PC, attraverso il software OpenCPN, viene quindi visualizzata in tempo reale e registrata la posizione dei sensori, l'esatto orientamento del Terminale e la presenza di eventuali altre navi in transito.

La presenza di natanti non dotati di AIS è stata rilevata tramite survey visuale.

I computer di tutti gli strumenti sono sincronizzati in modo da poter ricostruire, in fase di analisi, l'esatta posizione dei sensori e la presenza di altre sorgenti di rumore attraverso i dati AIS. Nella Figura 4 un esempio della situazione ricostruita durante l'avvicinamento alla stazione Est 1K.

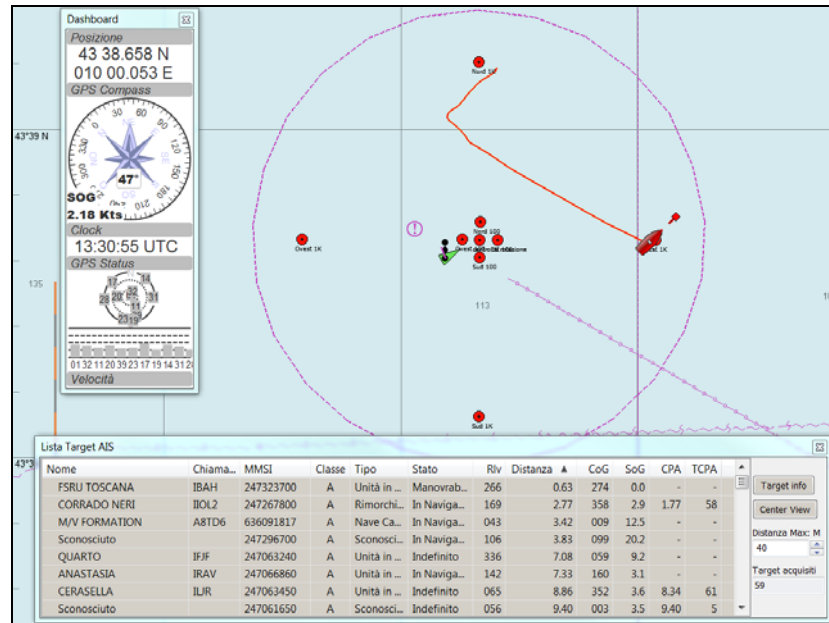


Figura 4 - Esempio di restituzione dati AIS durante l'avvicinamento alla stazione Est1K

Individuazione dei valori soglia di rumore

La misura del rumore sottomarino ed i suoi effetti sui cetacei è materia ancora in evoluzione, ma per la presente analisi è possibile fare riferimento alle Linee Guida ISPRA (Borsani, Farchi, 2011). Le linee guida definiscono valori soglia per rumori di natura sia impulsiva che continua, in grado di provocare risposte comportamentali, danni temporanei o permanenti ai cetacei.

Si riporta di seguito la tabella 6 tratta delle Linee Guida. Essa definisce le specie in funzione della banda di frequenze a cui sono maggiormente sensibili:

Functional hearing group	Estimated auditory bandwidth	Genera represented (Number species/subspecies)	Frequency-weighting network
Low-frequency cetaceans	7 Hz to 22 kHz	<i>Balaena, Caperea, Eschrichtius, Megaptera, Balaenoptera</i> (13 species/subspecies)	M_{lf} (lf: low-frequency cetacean)
Mid-frequency cetaceans	150 Hz to 160 kHz	<i>Steno, Sousa, Sotalia, Tursiops, Stenella, Delphinus, Lagenodelphis, Lagenorhynchus, Lissodelphis, Grampus, Peponocephala, Feresa, Pseudorca, Orcinus, Globicephala, Orcaella, Physeter, Delphinapterus, Monodon, Ziphius, Berardius, Tasmacetus, Hyperoodon, Mesoplodon</i> (57 species/subspecies)	M_{mf} (mf: mid-frequency cetaceans)
High-frequency cetaceans	200 Hz to 180 kHz	<i>Phocoena, Neophocaena, Phocoenoides, Platanista, Inia, Kogia, Lipotes, Pontoporia, Cephalorhynchus</i> (20 species/subspecies)	M_{hf} (hf: high-frequency cetaceans)

I valori soglia sono definiti per tre tipologie di emissione (impulsi singoli, multipli e non impulsivi) e per vari livelli di danno che vanno dalla modificazione comportamentale fino alla perdita permanente di sensibilità uditiva. Una volta individuate le caratteristiche del rumore emesso dal Terminale definito dai punti di vista della tipologia di emissione, frequenza e livello alla sorgente, si indicheranno i corrispondenti valori soglia nelle conclusioni.

Rappresentazione dei dati rilevati

In accordo alle Linee Guida ISPRA, per la rappresentazione dei livelli di rumore è stata scelta la PSDf (Power Spectral Density function). In pratica la PSDf rappresenta il modo in cui si distribuisce l'energia contenuta nel rumore sotto forma di pressione acustica nel campo di frequenze considerato, nel caso in studio da 10 Hz a 48 kHz. La PSDf di una sequenza temporale di rumore può essere stimata a partire dalla Fourier Transform (FT) del rumore stesso, calcolata mediante il metodo numerico detto Fast Fourier Transform (FFT) su una sequenza di campioni frequenziali spaziatosi uniformemente (spaziatura detta lineare).

Oltre che come curva continua, la PSDf può essere calcolata e rappresentata anche in terzi d'ottava.

L'analisi in terzi d'ottava è appropriata per privilegiare la rilevazione/analisi di dettagli alle basse frequenze e in particolare per monitorare rumore ambiente a lungo-lunghissimo termine. L'analisi mediante FFT, con risoluzione frequenziale costante in tutta la banda, è invece utile per rilevare segnali particolari (specialmente linee spettrali molto strette) in qualunque range della banda; per questo motivo entrambe sono indicate in questo tipo di monitoraggio, nel quale si possono verificare fenomeni sia a larga banda sia a banda stretta con frequenze medio-alte.

Ognuna delle due rappresentazioni riesce a mettere in evidenza caratteristiche diverse, quindi l'analisi spettrale è stata compiuta calcolando e rappresentando la Power Spectral Density function (DSPf) di un minuto di dati di rumore nella banda fino a 48 kHz sia mediante FFT (con risoluzione frequenziale di 5,86 Hz, ottenuta mediante "zero-padding") sia in terzi d'ottava.

Metodologia di analisi

Nell'analisi dei dati acquisiti è necessario come prima cosa individuare il probabile contributo di rumore da attribuire al Terminale. Tale compito non è semplice a causa della presenza di numerose sorgenti sovrapposte costituite prevalentemente dal traffico marittimo presente nella zona e, talvolta, dal rumore dovuto alle condizioni atmosferiche (vento, per esempio, o mare agitato). E' quindi necessario procedere ad alcune considerazioni. Il rumore da traffico marittimo interessa prevalentemente la banda da pochi Hz fino ad 1kHz per le navi di grande tonnellaggio, ma può estendersi a vari kHz per navi piccole e barche medio-grandi, come i rimorchiatori. Barche di piccole dimensioni emettono rumore con Source Level più limitato, ma caratterizzato da una banda molto larga, anche fino a 100 kHz e oltre. Tuttavia in acqua i suoni ad alta frequenza (a partire da 15-20 kHz) si attenuano rapidamente in ragione della distanza percorsa, quindi il rumore emesso da piccoli natanti può essere percepito dai sensori acustici subacquei solo se il passaggio avviene a distanze molto ravvicinate (nel raggio di centinaia di metri fino ad un km circa, a seconda del profilo di velocità del suono nell'area). Disponendo di stazioni a distanza crescente dal Terminale, e confrontando gli spettri relativi, è possibile verificare se in qualche punto della banda si verificano attenuazioni del rumore compatibili con l'attenuazione provocata dall'allontanamento dal Terminale. In questo caso sono particolarmente utili le stazioni a 100 e a 1000m. Una volta individuata la banda di frequenze interessata e la relativa attenuazione del livello di rumore, per verificare se effettivamente l'attenuazione sia da attribuirsi all'allontanamento dal Terminale è necessario definire un modello dell'ambiente in cui si propaga il suono che permetta di trovare una corrispondenza fra valori simulati e valori sperimentali. Tale modello, oltre a validare l'ipotesi di emissione da parte del Terminale, può permettere di calcolare alcune caratteristiche della sorgente quali il Source Level, che può quindi essere confrontato con i valori soglia.

Definizione generale di un modello di propagazione del suono

Si può predire come il suono si propaga in una guida d'onda applicando un modello di propagazione del suono nell'acqua. Tale modello ha necessità che vengano definiti una serie di parametri che descrivono le caratteristiche dell'ambiente e della sorgente sonora da modellare:

1. Definizione dei parametri geometrici con informazioni su batimetria, rugosità della superficie del mare, (superfici dei possibili substrati del fondale), posizione della sorgente e posizione dei ricevitori.
2. Definizione dei parametri oceanografici con informazioni sulle correnti marine e sul profilo della velocità di propagazione del suono nell'acqua al variare della profondità.
3. Definizione dei parametri geofisici del sedimento marino, considerato come strati omogenei e, per ogni strato, densità, velocità delle onde acustiche compressionali e relativa attenuazione (e possibilmente velocità delle onde acustiche di taglio e relativa attenuazione nel caso di strati solidi)
4. Definizione della sorgente acustica, imponendo la forma d'onda emessa, il Source Level per ogni frequenza e la direttività spaziale di emissione.

In mare il numero di informazioni disponibili è sempre limitato e parziale; d'altro canto la maggior parte dei modelli necessitano la semplificazione di alcuni modelli di input o per loro natura o per non rendere troppo oneroso il carico computazionale. Pertanto non è possibile aspettarsi un'assoluta corrispondenza fra i risultati ottenuti da un modello di propagazione e i dati sperimentali. L'ambiente in cui il suono si propaga è senza dubbio tridimensionale, ma nessun modello tridimensionale di propagazione in una guida d'onda è disponibile nella comunità scientifica, a meno che non si sia dotati di supercalcolatori (che sfruttano calcolo parallelo). Viene quindi adottato un modello bidimensionale, ampiamente utilizzato nella comunità scientifica, che presuppone che la propagazione del suono abbia geometria cilindrica, in modo che il calcolo si limiti ad un dominio piano limitato, cioè il piano "range-depth". Uno dei modelli che meglio risponde alle esigenze di lavorare a frequenze relativamente alte con buone prestazioni di velocità computazionale ed eventualmente di gestire geometrie "range-dependent" è Bellhop, largamente usato e estensivamente verificato e validato. Bellhop può lavorare in ipotesi sia di Gaussian Beam Tracing sia di Ray Tracing.

Il modello Bellhop assume:

- Superficie del mare completamente piatta, a cui viene applicata la condizione al contorno di Dirichlet (pressione identicamente nulla);
- Caratteristiche geofisiche del fondale omogenee (nessuna stratificazione: il sedimento è un unico semispazio) e indipendenti dal range;
- Parametri oceanografici indipendenti dal range e assenza di correnti marine;
- Ricevitori ideali (cioè omnidirezionali e totalmente privi di rumore elettronico, con banda e dinamica infinite, e risposta in frequenza (sensibilità) piatta e lineare ovunque). [Naturalmente le caratteristiche reali dei ricevitori possono essere sempre modellate e applicate al risultato ottenuto dalla simulazione].

I principali tipi di output restituiti dal modello sono:

- Il calcolo della Transmission Loss (TL) ad ogni punto di osservazione sul piano range-depth definito dal modello per ogni frequenza scelta.
- Tutti i percorsi che i raggi lanciati dalla sorgente seguono sul piano range-depth.

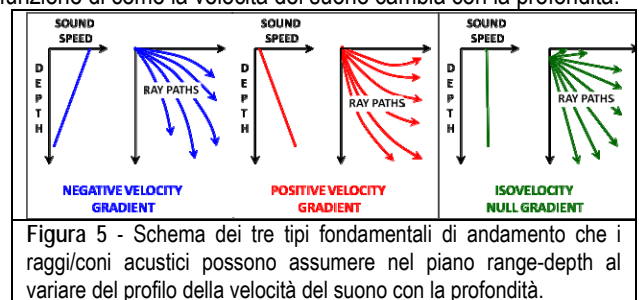
In questo lavoro sono stati scelti per il modello Bellhop la modalità di calcolo "Gaussian Beam", più accurata di quella "Ray Tracing", e il calcolo della Transmission Loss di tipo Incoerente. Quest'ultima scelta è dettata da due principali motivazioni:

1. le informazioni a priori del modello non sono sufficientemente accurate per permettere che il calcolo coerente possa essere realistico e, ancora più importante,
2. assumere la superficie del mare piatta non consente di introdurre quell'effetto di perdita di coerenza del segnale che invece caratterizza i multipath reali e che quindi viene in qualche maniera simulata con il calcolo incoerente del campo di pressione puntuale.

La base fisica fondamentale su cui è basato il modello è mostrata in Figura 5 e descrive come le onde acustiche si propagano sul piano seguendo particolari percorsi nelle direzioni indicate dai raggi (o coni) in funzione di come la velocità del suono cambia con la profondità.

I casi di base prevedono una velocità del suono che abbia un gradiente negativo, positivo o costante rispetto alla variazione di profondità.

Ognuna di queste tre condizioni fa sì che i raggi lanciati da una sorgente abbiano percorsi totalmente differenti, come indicato nei disegni: rispettivamente essi tendono a curvare verso il basso, verso l'alto o ad seguire segmenti di retta. Dalla combinazione di queste tre situazioni fondamentali seguono tutti i casi possibili di profilo di velocità, poiché un profilo di velocità comunque complicato potrà sempre essere scomposto in segmenti appartenenti ad uno dei tre tipi base.



Definizione del modello di propagazione del suono sulla base delle informazioni e misure disponibili sull'ambiente da monitorare

Definizione dei parametri geometrici

Considerando le stazioni di misura, poste lungo i 2 assi principali Nord-Sud e Est-Ovest, anche i nostri piani di propagazione verranno presi lungo tali assi. La descrizione geometrica della linea di fondale viene ricavata dall'analisi della batimetria della zona che nel caso di studio, variando (eccetto a 10km di distanza sia verso est sia verso ovest) tra 100m e 120m (quindi con una variabilità non significativa in un'area di vari km²) è stata approssimata a 115m costanti. Poiché il modello Bellhop non ammette superfici del mare rugose anche il confine superiore della guida d'onda è piatta. Per le frequenze di nostro interesse (fino a qualche decina di kHz) questa approssimazione è generalmente accettabile, almeno con buone condizioni del mare (sea-state 1-2).

Definizione dei parametri geofisici

Avendo scarsissime informazioni a disposizione il sedimento marino viene modellato come un semi-spazio omogeneo di sabbia. Il sedimento è modellato come fluido, quindi non supporta onde di taglio. Parametri tipici di un fondale del genere sono:

velocità di propagazione delle onde compressionali:

$$c_{\text{sed}} = 1680 \text{ m/s}$$

$$\text{attenuazione } \alpha_{\text{sed}} = 0.5 \text{ dB}/\lambda,$$

$$\text{densità } \rho_{\text{sed}} = 1900 \text{ kg/cm}^3.$$

Considerare almeno lo strato superficiale del sedimento come omogeneo nell'area di interesse è considerato sufficientemente realistico. Poiché il nostro maggiore interesse è sulle frequenze dell'ordine dei kHz, il fatto di trascurare la presenza di sottostrati più duri è una semplificazione accettabile.

Definizione dei parametri oceanografici

Queste informazioni, basate su misure di CTD condotte insieme a quelle acustiche, sono range-independent per quel che riguarda il profilo di velocità e i parametri geofisici, quindi si dovrà scegliere un solo profilo per ogni piano range-depth che si vorrà considerare.

2.6.2 Bioacustica

La sorveglianza bioacustica sulla presenza di cetacei è stata effettuata sulla piattaforma di opportunità catamarano KRILL attrezzato per il monitoraggio bioacustico sulla fauna marina, utilizzando idrofoni mod. C 303 della Cetacean Research trainati dietro l'imbarcazione a circa 30 m. Il survey acustico è stato effettuato su transetti ortogonali posizionati nel settore a NE ad distanza tra 5 e 10 km dal Terminale FSRU.

Lo scopo di tale survey è, in caso di incontro con cetacei nell'area, registrare le emissioni emesse ed evidenziare se, dalle comparazioni con emissioni presenti nel database del Centro CETUS, si evidenzino modifiche nei sonogrammi e spettrogrammi di emissione, nonché comportamentali dei cetacei incontrati.

Per le registrazioni è stato utilizzato un software dedicato con funzioni di ascolto, visione e registrazione sempre attive. Per la fase di ascolto sono state utilizzate cuffie e casse stereo con alternanza di ascoltatori ogni ora.

3 RISULTATI SURVEY AUTUNNO 2013

3.1 COLONNA D'ACQUA

3.1.1 Profili idrologici

La temperatura (Figura 6) varia in un range compreso tra 14,9°C e 16,3°C in linea con le temperature tipiche del periodo e della zona di indagine; è evidente l'assenza del termoclino stagionale superficiale, mentre sembra in fase di formazione quello più profondo, a partire dai 60 metri di profondità.

La salinità (Figura 7) mostra un andamento pressoché rettilineo tipico del periodo, compreso tra 37,9 ppt e 38,2 ppt, dovuto al dinamismo delle masse d'acqua ed al conseguente rimescolamento e omogeneizzazione delle stesse.

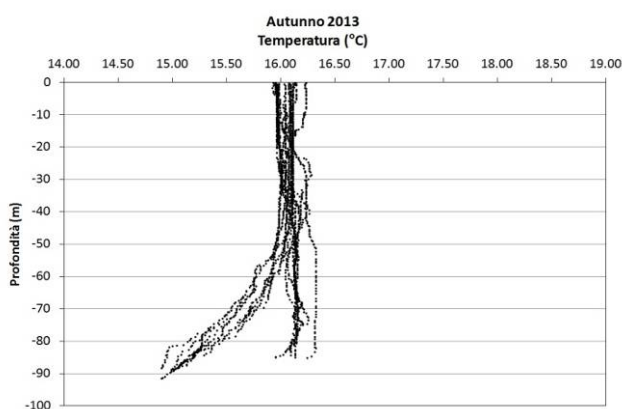


Figura 6 – Profili di temperatura (°C).

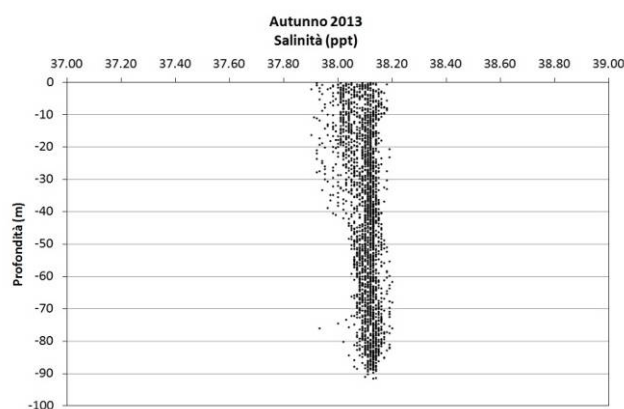


Figura 7 - Profili di salinità (ppt).

Il diagramma T/S (Temperatura/Salinità) (Figura 8) mostra come le variazioni nelle masse d'acqua nell'intorno del rigassificatore siano dovute solo alle variazioni di temperatura.

Come già anticipato, questo è in accordo con le caratteristiche delle masse d'acqua fortemente influenzate dalle condizioni meteo-marine. La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto, DO%, (Figura 9) presenta valori nel range 75-100%, leggermente più alti nei primi 20 metri, e ciò è dovuto al dinamismo delle masse d'acqua superficiali. Con l'aumentare della profondità, causa l'omogeneizzazione della colonna d'acqua, i valori tendono ad essere costanti.

La fluorescenza (Figura 10) esprime concentrazioni in Volts. Esse variano tra 0,00 e 0,05 Volts con la maggiore presenza di campioni nel range 0,01-0,02 Volts, e con i valori più alti compresi tra la superficie ed i 40 metri di profondità.

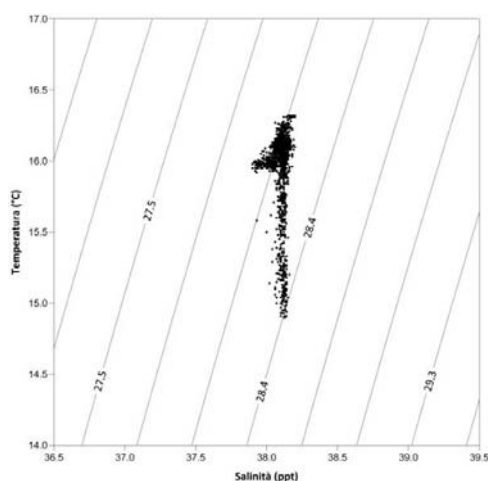


Figura 8 – Diagramma T/S.

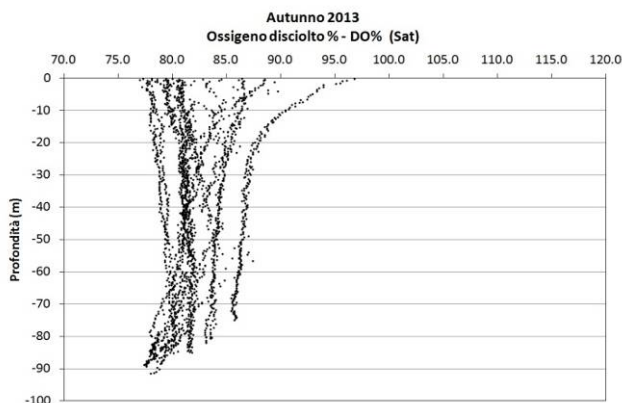


Figura 9 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).

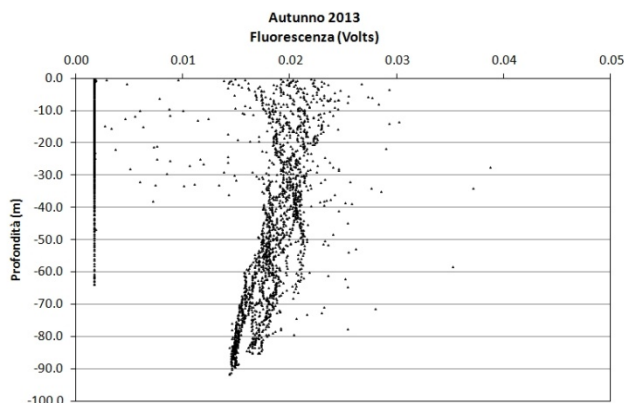


Figura 10 – Profili di fluorescenza.

I valori di pH (Figura 11) sono compresi tra 6,5 e 8,01, con la maggior parte dei dati registrati tra 7 e 8, e quindi sono in un range molto prossimo a quello dell'acqua di mare.

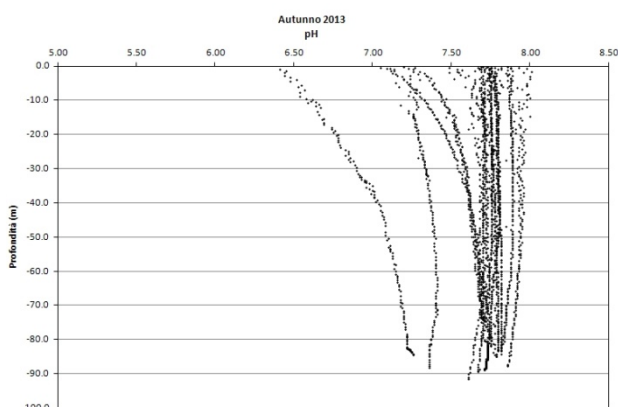


Figura 11 – Profili di pH.

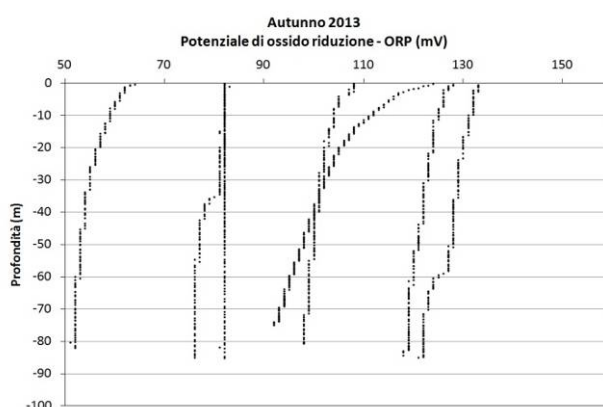


Figura 12 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.

I valori del potenziale redox, ORP, (Figura 12) variano tra 50 e 135 mV.

I valori di torbidità sono risultati tutti prossimi al limite di rilevabilità strumentale e pertanto non sono stati riportati.

Misure di irradianza e irradianza spettrale

I profili di Figura 13, ottenuti dal rapporto fra la PAR subacquea alle varie profondità e quella contemporanea superficiale (PAR (0 m)) mostrano le modalità di attenuazione della PAR alle stazioni A13 MG7 e A13 MG10. La profondità della Z_{eu} (profondità alla quale la PAR si riduce all'1%) è di 39 m alla stazione A13 MG7 e di 30,8 alla stazione A13 MG10. La profondità della zona eufotica risulta bassa, ma comunque nell'ambito dei valori tipici per la zona ed il periodo stagionale di indagine.

Gli spettri della irradianza discendente (400 a 700 nm) normalizzati rispetto al loro massimo in superficie ed a varie profondità e quelli della irradianza ascendente a 5m sono riportati in Figura 14.

Le lunghezze d'onda dei massimi di irradianza (λ_{max}) si collocano a 490-492 nm alla stazione A13 MG7 e sono leggermente spostati a 492-494 nm alla stazione A13-MG10.

Gli spettri della irradianza ascendente a 5 m divisi per i loro rispettivi discendenti alla stessa profondità determinano lo spettro della riflettanza subsuperficiale, proprietà ottica fondamentale negli studi del telerilevamento.

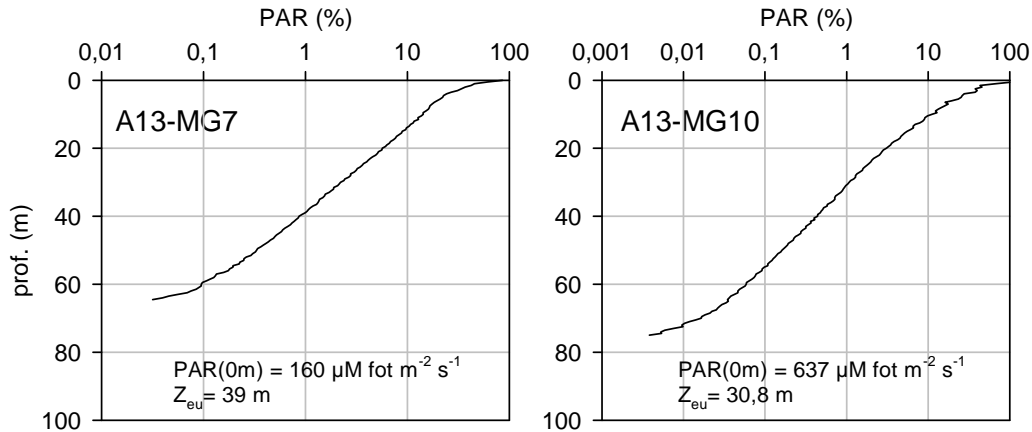


Figura 13 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), delle stazioni A13 MG7 e A13 MG10.

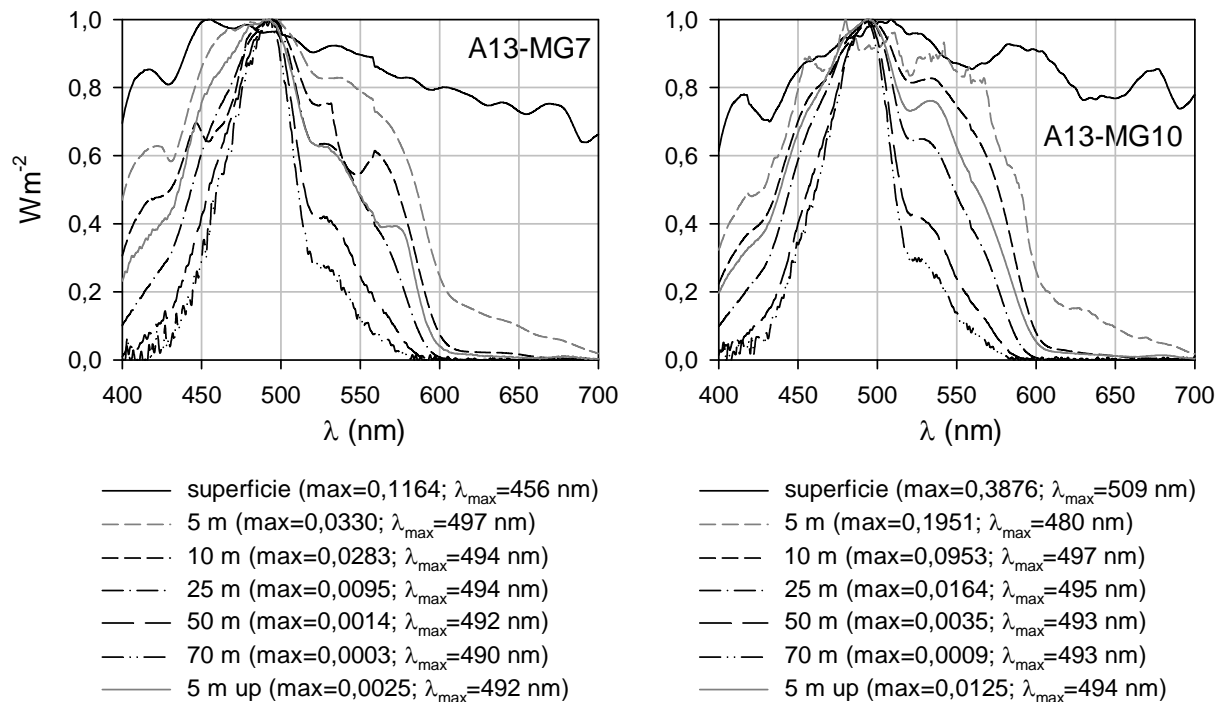


Figura 14- Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ($E_{max}(\lambda)$) riportato nella legenda insieme con la lunghezza dove si colloca (λ_{max}).

3.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

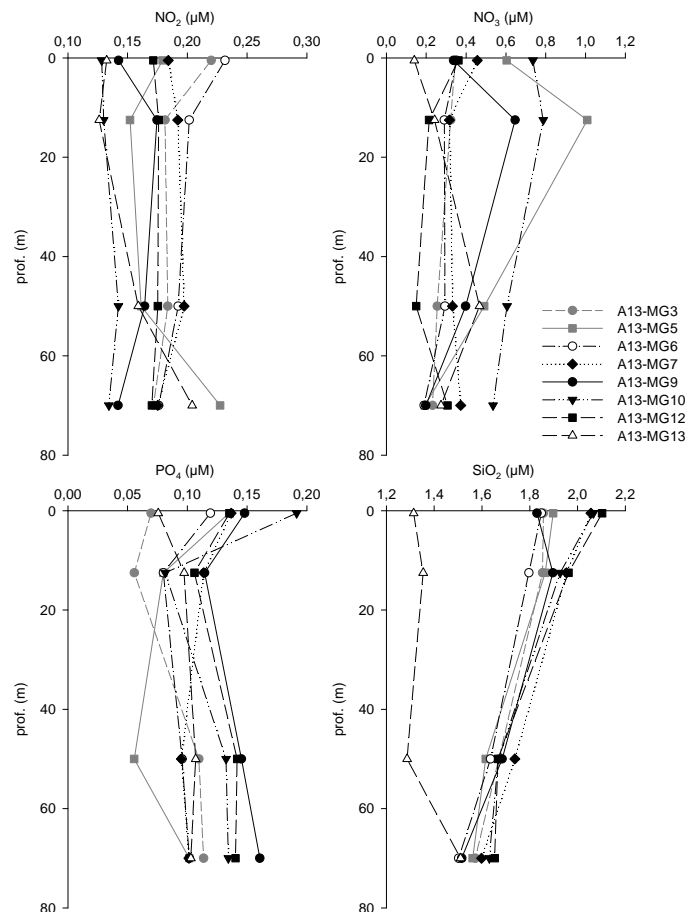
Nutrienti inorganici disciolti

Le concentrazioni di tutti i nutrienti analizzati, nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), silicati (SiO_2), sono riportate in Tabella 14, e sono coerenti con le concentrazioni solitamente rilevate nelle acque del Mar Tirreno nella stagione autunnale, quando il maggior mescolamento della colonna d'acqua, dopo la rottura del termocline estivo, tende ad apportare nutrienti dagli strati profondi negli strati più superficiali. I valori medi (tutte le stazioni e tutte le profondità) sono 1,722 $\mu\text{M SiO}_2$, 0,112 $\mu\text{M PO}_4$, 0,172 $\mu\text{M NO}_2$ e 0,389 $\mu\text{M NO}_3$. Nonostante queste concentrazioni siano più alte rispetto ai mesi estivi e presentino massimi superficiali piuttosto che profondi, come ci si aspetta in questo periodo dell'anno, sono comunque tipiche di una situazione oligo-mesotrofica, quale è quella che caratterizza quest'area del bacino ligure-tirrenico.

Tabella 14 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM).

Stazione	Prof. m	SiO ₂ μM	PO ₄ μM	NO ₂ μM	NO ₃ μM	Stazione					
A13 MG3	0,5	1,857	0,070	0,220	0,346	A13 MG9	0,5	1,830	0,148	0,143	0,337
	12,5	1,854	0,056	0,181	0,323		12,5	1,897	0,115	0,175	0,646
	50	1,671	0,110	0,184	0,255		50	1,684	0,145	0,164	0,398
	70	1,572	0,114	0,172	0,232		70	1,515	0,161	0,142	0,198
A13 MG5	0,5	1,898	0,135	0,179	0,604	A13 MG10	0,5	2,066	0,192	0,128	0,736
	12,5	1,865	0,080	0,152	1,009		12,5	1,927	0,082	0,130	0,788
	50	1,616	0,056	0,161	0,491		50	1,668	0,133	0,142	0,606
	70	1,561	0,102	0,228	0,193		70	1,631	0,134	0,134	0,536
A13 MG6	0,5	1,848	0,119	0,232	0,353	A13 MG12	0,5	2,103	0,135	0,172	0,361
	12,5	1,796	0,080	0,202	0,291		12,5	1,962	0,106	0,176	0,214
	50	1,636	0,096	0,192	0,295		50	1,667	0,142	0,175	0,150
	70	1,503	0,102	0,176	0,189		70	1,653	0,140	0,170	0,307
A13 MG7	0,5	2,056	0,137	0,184	0,457	A13 MG13	0,5	1,314	0,076	0,133	0,140
	12,5	1,954	0,114	0,192	0,317		12,5	1,354	0,097	0,126	0,242
	50	1,737	0,095	0,197	0,332		50	1,287	0,107	0,159	0,468
	70	1,598	0,101	0,175	0,373		70	1,511	0,103	0,204	0,274

Le concentrazioni più alte sono state rilevate in genere nello strato superficiale 0,5-12,5 m, in modo più evidente per i silicati, e in particolare alla stazione A13 MG12 e A13 MG7. Anche fosfati e nitrati tendono a seguire questo andamento (Figura 15), infatti le concentrazioni maggiori sono, in quasi tutte le stazioni, a 0,5 m per quanto riguarda i fosfati e a 12,5 m per i nitrati. Per i nitriti, questo andamento, seppur presente in alcune stazioni (A13 MG3 e A13 MG6), è in generale meno evidente. Non si notano evidenti differenze fra le stazioni, soltanto la stazione A13 MG13 presenta i minimi valori di silicati e generalmente minimi superficiali anche per gli altri nutrienti.


 Figura 15 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO₂ (nitriti), NO₃ (nitrati), PO₄ (fosfati), SiO₂ (silicati).

Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

Le misure ponderali del TSM (Tabella 15) presentano nelle 8 stazioni una concentrazione media di $1,176 \text{ mg L}^{-1}$ con valore minimo di $0,590 \text{ mg L}^{-1}$ a 70 m alla stazione A13-MG9 e valore massimo di $4,926 \text{ mg L}^{-1}$ a 12,5 m sempre alla stazione A13 MG9.

La distribuzione batimetrica di TSM risulta simile in tutte le stazioni (Figura 16), con valori minimi tra 50 m e 70 m e massimi superficiali e subsuperficiali a 12,5 m. Le stazioni A13 MG7 e A13 MG9 presentano massimi molto accentuati a 12,5 m. La distribuzione batimetrica del POM risulta simile a quella del TSM. La % di POM rispetto al TSM è in media del 18,3 e varia da un minimo del 2,6 % (70 m, stazione A13 MG7) ad un massimo del 39,7 a 50 m della stazione A13 MG13 (Figura 16).

Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)

Gli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{\text{CDOM}(325)}$) variano (Tabella 16) da un minimo di $0,2702 \text{ m}^{-1}$ (stazione A13 MG5, 70 m) ad un massimo di $0,4836 \text{ m}^{-1}$ (stazione A13 MG9, 50 m), con un valore medio di $0,345 \text{ m}^{-1}$. La maggior parte delle stazioni presentano profili con massimi superficiali o subsuperficiali a 12,5 m e minimi a 70 m (Figura 17); fanno eccezione le stazioni A13 MG9 ed A13 MG13 in cui i minimi sono rispettivamente a 12,5 m e a 0,5 m mentre i massimi si trovano a 50 m in entrambi i casi.

Prof. m	Stazione	TSM mg L-1	Stazione	TSM mg L-1
0,5	A13 MG3	1,111	A13 MG9	0,882
12,5		1,057		4,926
50		1,031		1,126
70		0,841		0,590
0,5	A13 MG5	1,100	A13 MG10	0,978
12,5		1,244		1,461
50		0,984		0,962
70		0,838		1,468
0,5	A13 MG6	1,157	A13 MG12	0,776
12,5		1,019		0,942
50		1,021		0,802
70		1,747		0,860
0,5	A13 MG7	0,845	A13 MG13	1,003
12,5		3,231		0,635
50		0,809		0,809
70		0,727		0,649

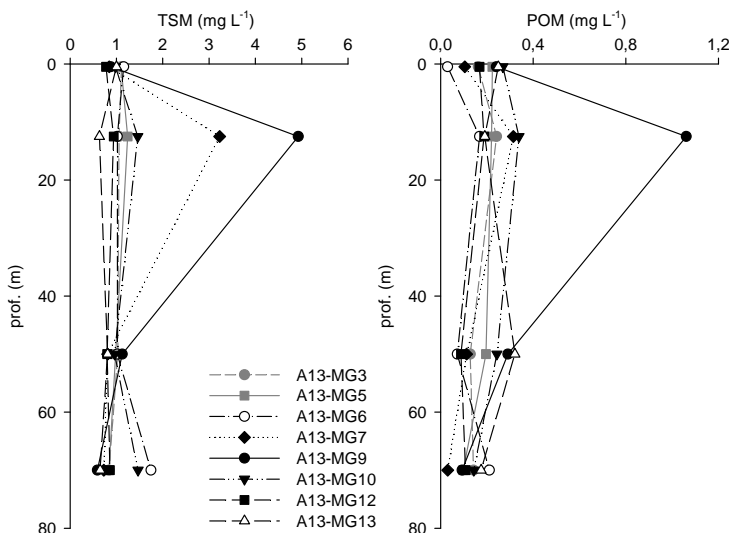


Figura 16 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.

Prof. m.	Stazione	$a_{\text{CDOM}(325)} \text{ m}^{-1}$	Stazione	$a_{\text{CDOM}(325)} \text{ m}^{-1}$
0,5	A13 MG3	0,3673	A13 MG9	0,3879
12,5		0,3837		0,3769
50		0,3081		0,4836
70		0,2961		0,4072
0,5	A13 MG5	0,2711	A13 MG10	0,3677
12,5		0,3960		0,3926
50		0,3015		0,3515
70		0,2702		0,3263
0,5	A13 MG6	0,3964	A13 MG12	0,3295
12,5		0,3776		0,3374
50		0,3363		0,3233
70		0,2839		0,3169
0,5	A13 MG7	0,3646	A13 MG13	0,2936
12,5		0,3343		0,3295
50		0,3012		0,4526
70		0,2825		0,3090

Clorofilla a e diversità pigmentaria

La clorofilla a, presenta concentrazioni che variano tra 0,162 (stazione A13 MG13, 70 m) e 0,492 mg m⁻³ (stazione A13-MG10, 12,5 m), con un valore medio di 0,318 mg m⁻³ (Tabella 17).

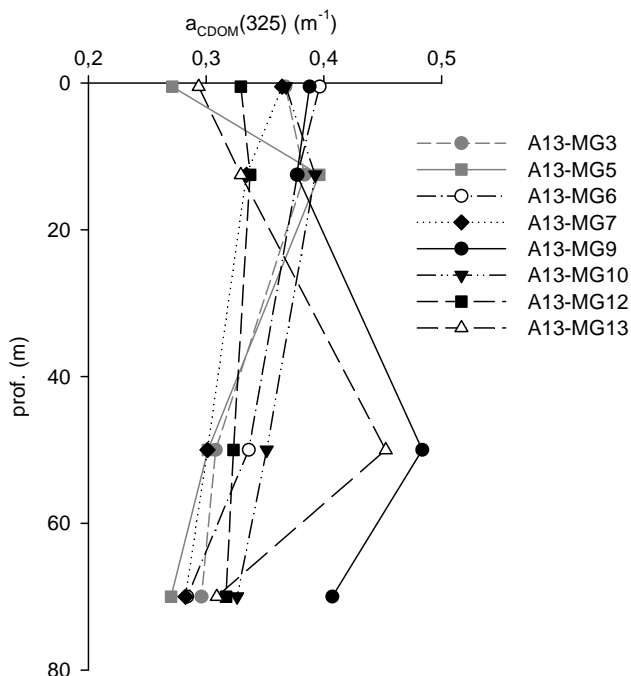


Figura 17- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM(325)}$) nelle diverse stazioni.

Prof. m	Stazione	chl a tot mg m ⁻³	Stazione	chl a tot mg m ⁻³
0,5	A13 MG3	0,3950	A13 MG9	0,3897
12,5		0,3590		0,4775
50		0,2144		0,4245
70		0,1739		0,2426
0,5	A13 MG5	0,4869	A13 MG10	0,4629
12,5		0,3922		0,4917
50		0,2489		0,2049
70		0,1638		0,1870
0,5	A13 MG6	0,3649	A13 MG12	0,4560
12,5		0,3632		0,4427
50		0,2451		0,2734
70		0,1862		0,2004
0,5	A13 MG7	0,4514	A13 MG13	0,3015
12,5		0,4275		0,2553
50		0,2631		0,2921
70		0,1689		0,1616

L'andamento delle concentrazioni lungo la colonna d'acqua presenta caratteristiche simili tra le varie stazioni con massimi prevalentemente superficiali e subsuperficiali (0,487 mg m⁻³ alla stazione A13-MG5 a 0,5 m e 0,492 mg m⁻³ alla stazione A13 MG10 a 12,5) e valori minimi a 70 m (Figura 18).

Nella stazione MG9 oltre al massimo subsuperficiale la concentrazione si mantiene simile anche a 50 m.

La stazione A13 MG13 presenta un massimo superficiale, una diminuzione a 12,5 m ed a 50 m la concentrazione risale a valori prossimi a quelli del massimo superficiale.

La diversità pigmentaria è rappresentata dalle concentrazioni (Tabella 18) dei nove pigmenti diagnostici principali.

Le concentrazioni dei pigmenti variano: Fuco tra 0,119 e 0,016 mg m⁻³; Perid tra 0,008 e 0,001 mg m⁻³; Hex-Fuco tra 0,080 e 0,016 mg m⁻³; But-Fuco tra 0,039 e 0,008 mg m⁻³; Prasino tra 0,014 e 0,0002 mg m⁻³; Allo tra 0,012 e 0,003 mg m⁻³; Zea tra 0,032 e 0,008 mg m⁻³; DVA tra 0,026 e 0,005 mg m⁻³ e infine Chl b tra 0,079 e 0,004 mg m⁻³.

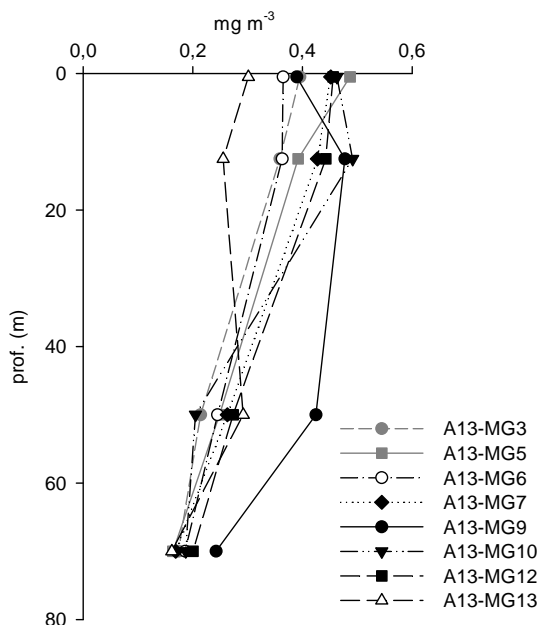


Figura 18 - Profili della concentrazione di clorofilla a tot, alle diverse stazioni.

Tabella 18 - Concentrazioni (mg m⁻³) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici. Fuco=Fucoxantina, Perid= Peridina, Hex-Fuco= Hesanolixifucoxantina, But-Fuco= Butanolixifucoxantina, Prasino= Prasincoxantina, Allo= Alloxantina, Zea= Zeaxantina, DVA=Divinilclorofilla a, Chl b= Clorofilla b+Divinilclorofilla b.

Stazione	Prof.m	Fuco	Perid	Hex-Fuco	But-Fuco	Prasino	Allo	Zea	DVA	Chl b
A13 MG3	0,5	0,119	0,008	0,030	0,022	0,013	0,010	0,010	0,008	0,044
	12,5	0,077	0,003	0,020	0,015	0,008	0,007	0,008	0,010	0,047
	50	0,043	0,002	0,020	0,016	0,002	0,003	0,008	0,005	0,030
	70	0,035	0,001	0,021	0,014	0,001	0,004	0,009	0,006	0,004
A13 MG5	0,5	0,102	0,004	0,031	0,022	0,014	0,011	0,016	0,010	0,076
	12,5	0,085	0,003	0,022	0,018	0,010	0,008	0,016	0,007	0,068
	50	0,052	0,005	0,022	0,016	0,007	0,005	0,009	0,006	0,030
	70	0,035	0,001	0,016	0,013	n.r.	0,004	0,009	0,005	0,022
A13 MG6	0,5	0,075	0,006	0,021	0,013	0,007	0,007	0,011	0,009	0,043
	12,5	0,080	0,004	0,022	0,014	0,006	0,007	0,008	0,010	0,055
	50	0,046	0,003	0,018	0,013	0,002	0,004	0,009	0,007	0,022
	70	0,030	0,002	0,022	0,015	0,001	0,004	0,008	0,010	0,026
A13 MG7	0,5	0,086	0,005	0,024	0,019	0,011	0,009	0,013	0,010	0,079
	12,5	0,085	0,004	0,023	0,018	0,012	0,008	0,011	0,009	0,073
	50	0,043	0,002	0,019	0,014	0,004	0,004	0,011	0,010	0,036
	70	0,026	0,002	0,018	0,014	0,001	0,003	0,010	0,007	0,024
A13 MG9	0,5	0,072	0,005	0,027	0,017	0,008	0,009	0,009	0,011	0,056
	12,5	0,092	0,008	0,035	0,022	0,012	0,012	0,014	0,017	0,073
	50	0,087	0,005	0,046	0,027	0,007	0,010	0,021	0,011	0,057
	70	0,045	0,003	0,031	0,019	0,003	0,004	0,012	0,010	0,032
A13 MG10	0,5	0,074	0,006	0,025	0,017	0,010	0,009	0,016	0,013	0,072
	12,5	0,093	0,005	0,039	0,025	0,012	0,008	0,024	0,014	0,079
	50	0,041	0,002	0,026	0,017	0,003	0,004	0,010	0,007	0,021
	70	0,033	0,002	0,032	0,019	0,001	0,003	0,010	0,009	0,022
A13 MG12	0,5	0,084	0,005	0,020	0,016	0,010	0,010	0,015	0,013	0,076
	12,5	0,078	0,003	0,017	0,013	0,007	0,007	0,014	0,013	0,064
	50	0,043	0,004	0,023	0,012	0,003	0,005	0,010	0,013	0,036
	70	0,032	0,002	0,016	0,008	0,001	0,003	0,009	0,007	0,029
A13 MG13	0,5	0,027	0,003	0,080	0,031	0,001	0,006	0,032	0,020	0,020
	12,5	0,016	0,003	0,053	0,021	0,001	0,004	0,023	0,021	0,021
	50	0,024	0,003	0,071	0,039	0,002	0,003	0,023	0,026	0,024
	70	0,019	0,004	0,033	0,013	0,002	0,003	0,013	0,015	0,031

La concentrazione dei pigmenti fitoplanctonici è variabile sia in termini assoluti che in termini relativi rispetto alla concentrazione della somma dei pigmenti diagnostici (Figura 19). Il pigmento più rappresentativo nella maggior parte delle stazioni (A13 MG3, A13 MG5, A13 MG7, A13 MG9, A13 MG10 e A13 MG12) è la Fucoxantina che è il marker prevalente delle diatomee. In queste stazioni la dominanza di Fuco è maggiore negli strati superficiali alle profondità di 0,5 e 12,5 m, mentre diminuisce con l'aumentare della profondità. Nello stesso gruppo di stazioni anche Chl b (indicatore delle Chlorophyta) è presente con una frazione percentuale sempre significativa (20-30%), Hex-Fuco (marker delle Prymnesiophyceae coccolitofori) in queste stazioni è presente in percentuali superiori al 5% ed inferiori al 20%, con i valori più alti in profondità a 50 e 70 m. Alla stazione A13 MG13 Hex-Fuco è il pigmento prevalente con circa il 40% del totale dei pigmenti diagnostici, che diminuisce alla profondità di 70 m a circa il 25%. In questa stazione aumentano, rispetto alle altre, anche la percentuale di Zea e DVA marker dei cianobatteri, rispettivamente di quelli assimilabili al genere *Syneccoccus* e al genere *Prochlorococcus*.

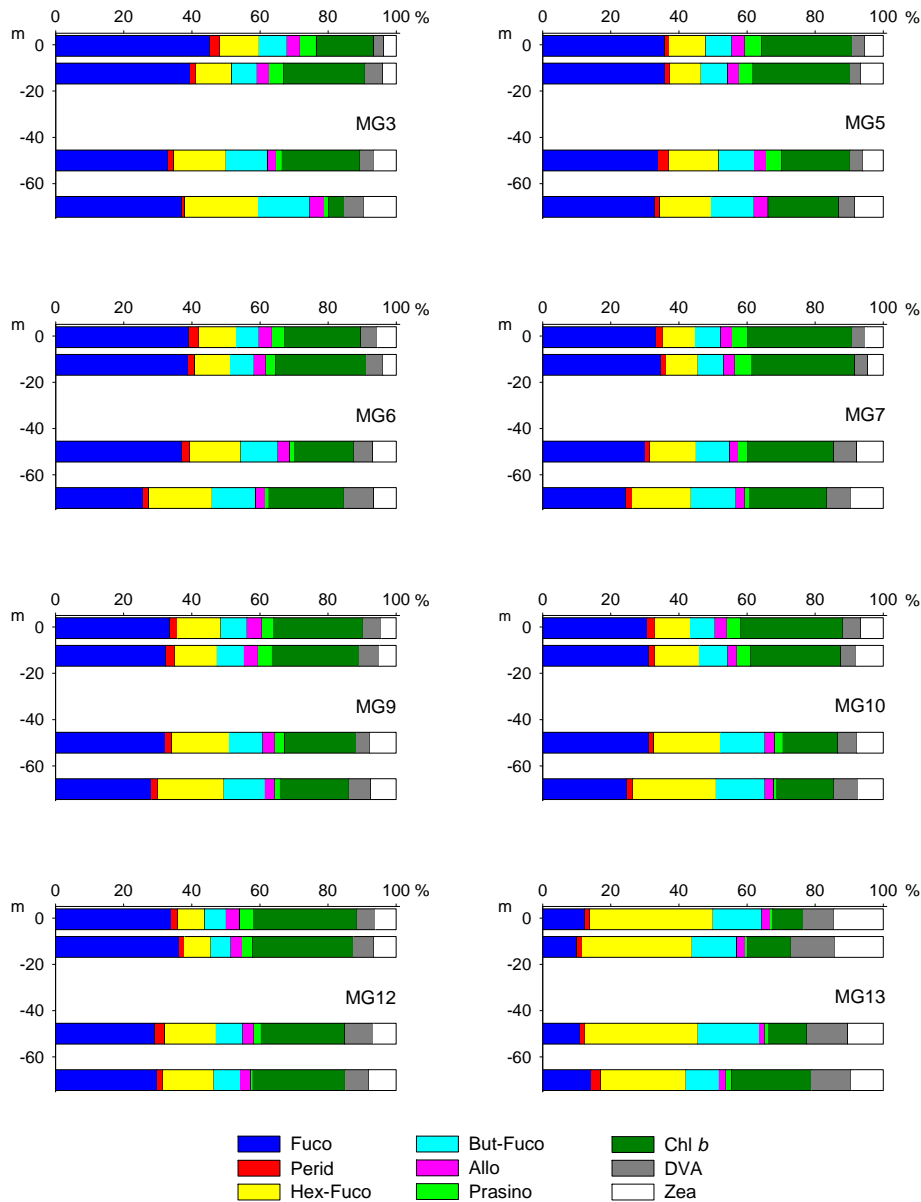


Figura 19 – Istogrammi della composizione percentuale di ognuno dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).

Tensioattivi

Le concentrazioni dei tensioattivi non ionici (Tabella 19) risultano al di sotto del limite di quantificazione della metodica. Al contrario sono presenti i tensioattivi anionici.

Tabella 19 - Concentrazione tensioattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro.

	A13-MG3				A13-MG5				A13-MG6				A13-MG7			
Profondità	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
tensioattivi anionici	< 0,03	0,03	< 0,03	< 0,03	0,032	0,037	0,035	0,084	0,065	0,07	0,06	0,09	0,07	0,06	0,07	0,12
tensioattivi non ionici	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
	A13-MG9				A13-MG10				A13-MG12				A13-MG13			
Profondità	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
tensioattivi anionici	0,09	0,11	0,08	0,09	0,1	0,07	0,09	0,08	0,07	0,13	0,14	0,06	0,04	0,04	0,15	< 0,03
tensioattivi non ionici	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03

Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella Tabella 20. L'unico composto rilevato è il bromoformio.

Tabella 20 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.																
Profondità (m)	A13 MG3				A13 MG5				A13 MG6				A13 MG7			
	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
Acidi aloacetici (µg/l)																
Dalapon	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Dibromoacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Tribromoacetico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Acido Monobromoacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Bromodichloroacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Bromocloroacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Dichloroacetico	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Acido Tricloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Monocloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Acido Clorodibromoacetico	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Aloacetoni nitrili (µg/l)																
Dibromoacetoni nitrile	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dichloroacetoni nitrile	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tricloroacetoni nitrile	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dicloro-2-Propanone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cloropicrina	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Alometani e VOC (µg/l)																
Cloroformio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbonio Tetracloruro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibromo Cloro Metano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bromoformio	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,02	<0,01	<0,01
1,2-Dibromo Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,1-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2,4,6-Triclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Pentaclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Profondità (m)	A13 MG9				A13 MG10				A13 MG12				A13 MG13			
	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
Acidi aloacetici (µg/l)																
Dalapon	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Dibromoacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Tribromoacetico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Acido Monobromoacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Bromodichloroacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Bromocloroacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Dichloroacetico	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Acido Tricloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Monocloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

Tabella 20 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.

Profondità (m)	A13 MG3				A13 MG5				A13 MG6				A13 MG7			
	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
Acido Clorodibromoacetico	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Aloacetoni (µg/l)																
Dibromoacetone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dicloroacetone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tricloroacetone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dicloro-2-Propanone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cloropirina	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Alometani e VOC (µg/l)																
Cloroformio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbonio Tetracloruro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibromo Cloro Metano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bromoformio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2-Dibromo Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,1-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2,4,6-Triclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Pentaclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Idrocarburi totali

Nella Tabella 21 sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli idrocarburi totali. Questi contaminanti sono risultati assenti.

Tabella 21 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in microgrammi/litro. In neretto (0,5 - 12,5 - 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri.

A13 MG3		A13 MG5				A13 MG6				A13 MG7					
0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0
< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A13 MG 9		A13 MG 10				A13 MG 13				A13 MG 12					
0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0
< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica (Tabella 22) emerge l'assenza di contaminazione fecale.

Tabella 22 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml.

	A13 MG3	A13 MG5	A13 MG6	A13 MG7	A13 MG9	A13 MG10	A13 MG13	A13 MG12
Coliformi fecali	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptococchi fecali (enterococchi)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformi totali	-	-	-	-	-	-	-	-

3.1.3 Plancton

3.1.3.1 Fitoplancton

Analisi quantitativa e qualitativa del fitoplancton da bottiglia

Le densità fitoplanctoniche totali presentano un andamento decrescente dalla superficie verso le maggiori profondità (Figura 20), con massimi quindi superficiali e subsuperficiali (fino a $158 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$, stazione A13 MG7 a 12,5 m) e minimi tra 50 e 70 m (minimo $37 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$, stazione A13 MG12 a 70 m). Si hanno in media circa $80 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$, densità quindi relativamente elevate per queste acque, come da attendersi per il ciclo stagionale del fitoplancton che nel periodo autunno-invernale può utilizzare un nuovo apporto nutritivo dovuto al mescolamento tra acque superficiali e profonde conseguente alla rottura del termocline estivo.

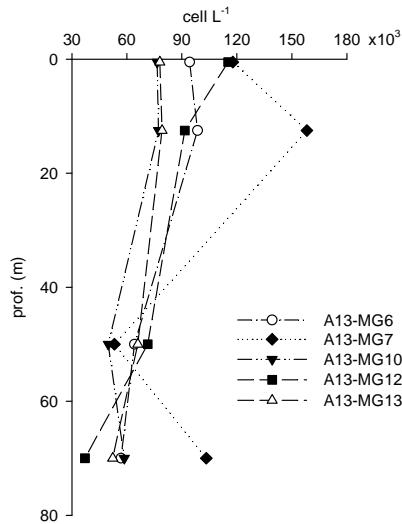


Figura 20 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali ($\text{cell L}^{-1} \cdot 10^3$) nelle diverse stazioni.

Per quanto riguarda la composizione tassonomica delle comunità fitoplanctoniche (Tabella 23), le diatomee rappresentano la classe dominante (fino a circa $67 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$), i dinoflagellati quella con minori densità (in media circa $7 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$), i coccolitofori raggiungono un massimo di circa $21 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ e inoltre si evidenzia sempre una abbondante presenza di nanoflagellati a diverso livello di determinazione, raggruppati nella denominazione "Altro", che nel complesso raggiungono un massimo di circa $65 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$.

In questo raggruppamento sono comprese molte classi (Cryptophyceae, Prasinophyceae, Chrysophyceae, Prymnesiophyceae non coccolitofori) tra le quali appaiono dominanti soprattutto Cryptophyceae e Prasinophyceae.

Questa struttura è comune a tutte le stazioni e lungo le profondità, pur con una certa variazione dell'importanza dei gruppi, come nella stazione A13 MG13 (Figura 21) in cui si hanno le minime densità di diatomee, un aumento dei coccolitofori e variazioni nei rapporti tra le classi del raggruppamento "Altro" (diminuzione delle Cryptophyceae, aumento di Prymnesiophyceae non coccolitofori), come evidenziato anche dalla diversità pigmentaria (Figura 19).

Tabella 23 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati ($\text{cell L}^{-1} \cdot 10^3$).						
Stazione	prof. (m)	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Altro	Totale
A13 MG6	0,5	45,70	7,68	13,55	27,30	94,23
	12,5	48,02	8,85	12,74	28,97	98,58
	50	26,41	7,16	10,97	19,57	64,11
	70	17,87	6,83	11,82	20,23	56,75
A13 MG7	0,5	48,37	9,64	13,83	45,94	117,78
	12,5	66,73	13,17	13,65	64,71	158,27
	50	16,01	6,50	7,57	23,20	53,23
	70	48,03	8,88	9,01	37,40	103,31
A13 MG10	0,5	41,56	3,90	10,32	20,78	76,55
	12,5	36,41	4,63	13,97	22,28	77,28
	50	15,49	6,21	10,88	17,30	49,88
	70	18,74	5,79	16,57	17,42	58,52
A13 MG12	0,5	61,37	7,01	16,07	30,79	115,24
	12,5	49,06	6,56	14,84	21,18	91,64
	50	27,82	7,11	14,79	21,69	71,40
	70	14,43	1,36	6,93	14,37	37,08
A13 MG13	0,5	13,95	9,13	18,51	36,38	77,97
	12,5	13,11	9,78	20,97	35,35	79,21
	50	16,70	7,55	16,89	24,81	65,95
	70	14,47	6,84	16,99	13,94	52,24

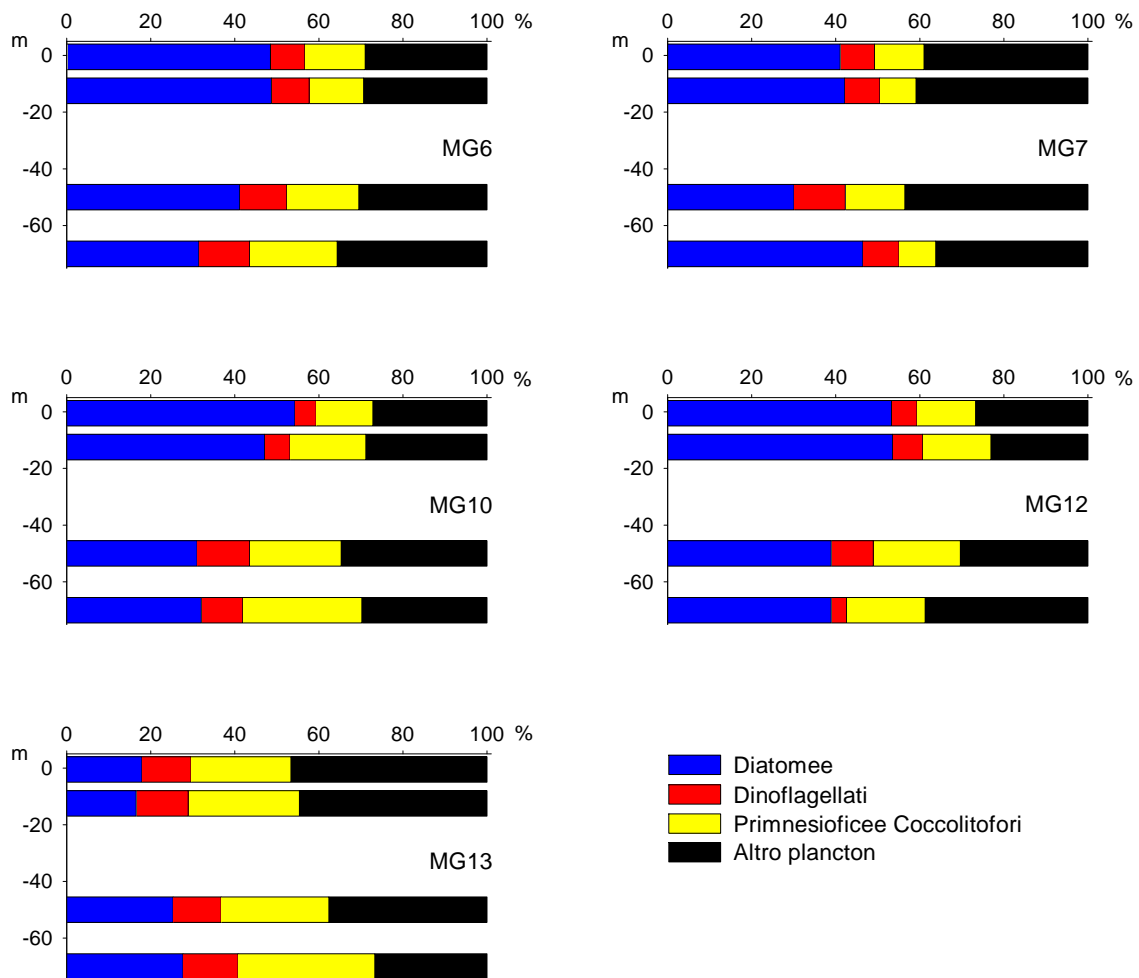


Figura 21 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.

Dalle analisi microscopiche emerge che il popolamento di ogni campione ha una struttura tassonomica piuttosto differenziata, evidenziata dalla ricchezza specifica (Tabella 24): sono state identificate 166 specie, il maggior numero appartenente alle diatomee (80), seguite da dinoflagellati (50) e coccolitofori (24), 23 taxa a livello di genere, anche questi prevalentemente appartenenti alle diatomee e 13 raggruppamenti in categorie superiori (famiglie, ordini, classi). A questa lista tassonomica (Tabella 25) si aggiunge anche la categoria dei "Flagellati $\leq 10 \mu\text{m n.i.}$ " comprendente molti organismi di difficile identificazione in microscopia ottica e appartenenti alle classi dei nanoflagellati sopracitate.

Tabella 24 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati.			
Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	80	12	4
Dinoflagellati	50	5	4
Prymnesiophyceae coccolitofori	24	1	2
Cryptophyceae	1		1
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	6		
Euglenoidea/Chlorophyta			2
Prasinophyceae	1	2	
Prymnesiophyceae non coccolitofori		2	
Altro	4	1	
Totale	166	23	13

*Con il termine "Categorie superiori" si intendono livelli tassonomici sopragenerici

La diversità specifica (H'), calcolata per ogni campione tramite l'indice di Shannon, in media circa 4,54 bit cell⁻¹, e l'equitabilità (Pielou) tra 0,68 e 0,77, indicano la coesistenza di molti taxa con densità simili, variabili prevalentemente intorno all'ordine di grandezza di 10³ cell L⁻¹, con un notevole grado di equitabilità.

Nella maggior parte dei casi la specie dominante risulta *Emiliania huxleyi* (coccolitofori), presente nelle acque toscane particolarmente nella stagione invernale, insieme a *Cylindrotheca closterium* (diatomee), Cryptophyceae spp., *Chaetoceros* spp. (diatomee), a evidenziare come ci si trovi di fronte ad uno stadio della successione stagionale in cui le condizioni ambientali permettono la copresenza di molte entità tassonomiche diverse.

Tabella 25 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.

Diatomee		
<i>Asteromphalus flabellatus</i> Ehrenberg 1844	Diatomee centriche ≤ 20 µm n.i.	<i>Entomoneis</i> cf. <i>gigantea</i> (Grunow) Nizamuddin 1983
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve 1897	Diatomee centriche > 20 µm n.i.	<i>Entomoneis</i> sp.
<i>Bacteriastrium elongatum</i> Cleve 1897	<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow 1885	<i>Fragilariopsis</i> sp.
<i>Bacteriastrium furcatum</i> Shadbolot 1854	<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow 1883	<i>Haslea wawriakae</i> (Hustedt) Simonsen 1974
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder 1864	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle 1996
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendeby 1937	<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck 1882	<i>Navicula</i> sp.
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder 1864	<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	<i>Nitzschia</i> (sez. <i>sigmatae</i>) sp.
<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grunow 1882	<i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wallich 1860	<i>Nitzschia bicapitata</i> Cleve 1901
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt 1895	<i>Lauderia annulata</i> Cleve 1873	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs 1861
<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder 1864	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	<i>Nitzschia</i> spp.
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>costatus</i> Pavillard 1911	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975	<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch 1860
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>eibenii</i> Grunow 1882	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran 1915	<i>Phaeodactylum tricomutum</i> Bohlin 1897
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>minimus</i> (Levander) Marino, Giuffrè, Montresor, Zingone 1991	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg 1839	<i>Pleurosigma acutum</i> Norman ex Ralfs 1861
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder 1864	<i>Neocalyptrella robusta</i> (Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo 1997	<i>Pleurosigma</i> cf. <i>naviculaceum</i> Brébisson 1854
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve 1889	<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh 1832	<i>Pleurosigma</i> cf. <i>nicobaricum</i> Grunow 1880
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve 1889	<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow 1884	<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs 1861
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873	<i>Proboscia alata</i> Brightwell) Sundström 1986	<i>Pleurosigma</i> spp.
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg 1845	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström 1986	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>fraudulenta</i> (Cleve) Hasle 1993
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve 1873	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell 1858	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle 1993
<i>Chaetoceros laciniosus</i> Schütt 1895	<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden 1928
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow 1863	<i>Thalassiosira</i> cf. <i>allenii</i> Takano 1965	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i> (Takano) Takano 1995
<i>Chaetoceros neogracile</i> Van Landingham 1968	<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve 1903	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell 1856	<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow ex Van Heurck) Hasle & Fryxell 1977	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (seriata complex)
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mangin 1910	<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier 1910	<i>Pseudo-nitzschia subfraudulenta</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros rostratus</i> Lauder 1864	<i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder 1864	<i>Amphora</i> spp.	<i>Synedra</i> cf. <i>affinis</i> Kützing 1844
<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round 1990	<i>Synedra</i> cf. <i>crystallina</i> (Agardh) Kützing 1844
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve 1896	<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Marsson 1901	<i>Thalassionema</i> cf. <i>baillare</i> (Heiden) Kolbe 1955
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough 1905	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff 1986
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg 1840	Diatomee pennate ≤ 20 µm n.i.	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902
<i>Coscinodiscus</i> sp.	Diatomee pennate > 20 µm n.i.	<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow 1880
<i>Dactyliosolen blavyanus</i> (Peragallo) Hasle 1975	<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1845	<i>Tropidoneis</i> sp.
<i>Dactyliosolen fragillissimus</i> (Bergon) Hasle 1996		
Dinoflagellati		
<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hirasaka) Hansen & Moestrup 2000	<i>Dinophysis tripos</i> Gourret 1883	<i>Oxytoxum caudatum</i> Schiller 1937
<i>Amphidinium</i> cf. <i>flagellans</i> Schiller	<i>Diplopsalis</i> sp.	<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein 1883
<i>Amphidinium</i> cf. <i>globosum</i> Schröder 1911	<i>Gonyaulax fragilis</i> (Schütt) Kofoid 1911	<i>Oxytoxum sphaeroideum</i> Stein 1883
<i>Amphidinium</i> cf. <i>sphenoides</i> Wulff 1916	<i>Heterocapsa minima</i> Pomroy 1989	<i>Oxytoxum turbo</i> Kofoid 1907
<i>Cochlodinium pulchellum</i> Lebour 1917	<i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	<i>Oxytoxum variabile</i> Schiller 1937
<i>Cochlodinium</i> sp.	<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen 1995	<i>Oxytoxum viride</i> Schiller 1937
<i>Dicrorerisma psilonereiiella</i> Taylor & Cattell 1969	<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge 1989	<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911
<i>Gymnodiniaceae</i> ≤ 20 µm n.i.	<i>Mesoporos perforatus</i> (Gran) Lillick 1937	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich 1970
<i>Gymnodiniaceae</i> > 20 µm n.i.	<i>Minuscula bipes</i> (Paulsen) Lebour 1925	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Neoceratium carnegiei</i> (Graham & Bronikowsky) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Prorocentrum dactylus</i> (Stein) Dodge 1975
<i>Gyrodinium</i> spp.	<i>Neoceratium declinatum</i> (Karsten) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg 1833
<i>Pronoctiluca acuta</i> (Lohmann) Schiller 1933	<i>Neoceratium extensum</i> (Gourret) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Prorocentrum rathymum</i> Loeblich, Sherley & Schmidt 1979
<i>Pronoctiluca spinifera</i> (Lohmann) Schiller 1932	<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller 1918
<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperdinium breve</i> Paulsen 1907
<i>Warnowia</i> sp.	<i>Neoceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperdinium</i> cf. <i>globulus</i> (Stein) Balech 1974
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i> Halim 1960	<i>Neoceratium minutum</i> (Jørgensen) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperdinium oceanicum</i> (VanHöffen) Balech 1974
<i>Amphidoma caudata</i> Halldal 1953	<i>Neoceratium pentagonum</i> (Gourret) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperdinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech 1973
<i>Corythodinium tessellatum</i> (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III 1966	<i>Neoceratium pulchellum</i> (Schröder) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperdinium steinii</i> (Jørgensen) Balech 1974
Dinoflagellati tectati ≤ 20 µm n.i.	<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich III 1965
Dinoflagellati tectati > 20 µm n.i.		

Prymnesiophyceae Coccolitofori		
<i>Acanthoica quattrosolina</i> Lohmann 1903	<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller 1930	<i>Helladosphaera cornifera</i> (Schiller) Kamptner 1937
<i>Algiosphaera robusta</i> (Lohmann) Norris 1984	Coccolitofore sp. 5 µm	<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann 1913
<i>Alisphaera ordinata</i> (Kamptner) Heimdal 1973	Coccolitofori ≤ 10 µm n.i.	<i>Rhabdosphaera clavigera</i> Murray & Blackman 1898
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	<i>Coronosphaera binodata</i> (Kamptner) Gaarder 1977	<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann 1902
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young 2003	<i>Coronosphaera mediterranea</i> (Lohmann) Gaarder 1977	<i>Syracosphaera anthos</i> (Lohman) Janin 1987
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran 1912	<i>Cyrtosphaera aculeata</i> (Kamptner) Kleijne 1992	<i>Syracosphaera cf. molischii</i> Schiller 1925
<i>Calyptosphaera oblonga</i> Lohmann 1902	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler 1967	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann 1902
<i>Calyptosphaera</i> sp.	<i>Gephyrocapsa cf. oceanica</i> Kamptner 1943	<i>Umbilicosphaera sibogae</i> (Weber-van Bosse) Gaarder 1970
<i>Ceratolithus cristatus</i> Kamptner 1950	<i>Helicosphaera carterii</i> (Wallich) Kamptner 1954	<i>Zigosphaera hellenica</i> Kamptner 1937
Cryptophyceae		
Cryptophyceae n.i.	<i>Plagioselmis cf. prolunga</i> Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall 1994	
Dictyochophyceae		
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg 1839	<i>Mesocena polymorpha</i> var. <i>biseptenaria</i> Gemeinhardt	<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse 1946
Chrysophyceae		
<i>Apedinella radians</i> (Lohmann) Campbell 1973	<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohmann 1902	<i>Ollicola vangoorii</i> (Conrad) Vørs 1992
Euglenoidea		
Euglenoidea n.i.		
Chlorophyta		
Chlorophyta n.i.		
Prasinophyceae		
<i>Pseudoscurfieldia marina</i> (Thronsen) Manton 1975	<i>Pyramimonas</i> spp.	<i>Tetraselmis</i> sp.
Prymnesiophyceae non coccolitofori		
<i>Chrysochromulina</i> spp.	<i>Phaeocystis</i> sp.	
Incertae sedis		
<i>Commation cryoporinum</i> Thomsen & Larsen 1993	Flagellati ≤ 10 µm n.i.	<i>Paulinella ovalis</i> (Wulff) Johnson, Hargraves & Sieburth 1988
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann 1899	<i>Leucocryptos marina</i> (Braarud) Butcher 1967	<i>Telonema</i> sp.

Analisi qualitativa del fitoplancton da retino

Per l'identificazione della comunità fitoplanctonica su tutta la colonna d'acqua, sono stati raccolti con retino 5 campioni nelle stazioni A13 MG6, A13 MG7, A13 MG10, A13 MG12 e A13 MG13.

La diversità risulta costituita complessivamente da 96 specie e da 30 altri taxa identificati limitatamente a livello di classe. Considerando il numero di specie determinate per ogni classe nell'insieme di tutte le stazioni, le diatomee ne comprendono 45 e le dinoficee 32, mentre nella componente "altro" si distinguono 14 specie determinate tra i coccolitofori, una sola specie tra le Chrysophyceae, 2 tra le Dictyochophyceae e 2 tra le Ebriophyceae (Tabella 26).

A livello di stazione le differenze di composizione tassonomica variano tra un massimo di 84 taxa rilevati nella stazione MG10 e un minimo di 51 nella stazione A13 MG13, che risulta caratterizzata dal minor numero di taxa sia di dinoficee (12) sia di diatomee (27) (Tabella 26; Tabella 27).

Stazione	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Chrysophyceae	Dictyochophyceae	Ebriophyceae
A13-MG6	40 (27)	22 (16)	7 (7)	1 (1)	2 (2)	1 (1)
A13-MG7	47 (37)	23 (18)	7 (6)	1 (1)	2 (2)	2 (2)
A13-MG10	48 (35)	20 (14)	12 (11)	1 (1)	2 (2)	1 (1)
A13-MG12	42 (32)	21 (15)	10 (7)	1 (1)	2 (2)	1 (1)
A13-MG13	27 (21)	12 (7)	9 (10)	1 (1)	1 (1)	1 (1)

Nel complesso le analisi quantitative e qualitative del fitoplancton evidenziano una situazione in accordo con quanto è noto per il periodo tardo autunnale, con massimi nello strato superficiale e dominanza della classe delle diatomee insieme a quella della specie *Emiliania huxleyi* (coccolitofori) e minima presenza di dinoflagellati.

Tabella 27 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni A13 MG6, A13 MG7, A13 MG10, A13 MG12 e A13 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).

Specie	6	7	10	12	13	Specie	6	7	10	12	13
Diatomee											
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	x	x	x	x	x	<i>Eucampia zodiacus</i> f. <i>cylindricornis</i> Syvertsen					x
<i>Asteromphalus</i> sp.	x	x	x	x		<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H.Peragallo	x	x	x	x	
<i>Bacteriastrum</i> cf. <i>furcatum</i> Shadbolt		x	x	x	x	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	x	x	x	x	x
<i>Bacteriastrum</i> cf. <i>mediterraneum</i> J.Pavillard		x				<i>Haslea wawriakae</i> (Husedt) Simonsen					x
<i>Bacteriastrum</i> spp.	x	x	x	x		<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck	x	x	x	x	x
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	x	x	x	x	x	<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	x	x	x	x	
cf. <i>Diatoma</i> sp.	x					<i>Lauderia annulata</i> Cleve	x	x	x	x	
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	x	x	x	x	x	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>compressus</i> Lauder		x				<i>Letocylindrus mediterraneus</i> (H.Peragallo) Hasle	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>Iorenzianus</i> Grunow	x	x	x		x	<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle			x	x	x
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>teres</i> Cleve		x	x	x		<i>Lithodesmus</i> sp.					x
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	x	x	x	x	x	<i>Neocalyptrella robusta</i> (G.Norman ex Raifs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo				x	x
<i>Chaetoceros dadayi</i> Pavillard	x					<i>Odontella</i> cf. <i>aurita</i> (Lyngbye) C.Agarth					x
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	x		x	x		<i>Odontella</i> cf. <i>sinensis</i> (Greville) Grunow					x
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve		x		x	x	<i>Odontella mobilensis</i> (J.W.Bailey) Grunow	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg		x	x	x	x	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve				x	x
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	x	x	x	x	x	<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> spp.	x	x	x	x	
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	x	x	x	x	x	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros rostratus</i> Lauder					x	<i>Proboscia indica</i> (H.Peragallo) Hernández-Becerril	x	x			
<i>Chaetoceros socialis</i> H.S.Lauder	x		x			<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i> (Takano) Takano					x
<i>Chaetoceros</i> spp. <20µm	x	x	x		x	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>pungens</i> (Grunow ex Cleve) G.R.Hasle	x	x	x	x	
<i>Chaetoceros</i> spp. >20µm	x	x	x		x	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. "delicatissima complex"	x		x	x	x
<i>Coccinodiscus</i> spp.				x	x	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. "seriata complex"			x	x	x
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin	x	x	x	x	x	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström			x	x	x
<i>Dactyliosolen blavyanus</i> (H.Peragallo) Hasle		x	x	x		<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell	x	x			x
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle		x	x			<i>Rhizosolenia</i> spp.					x
<i>Dactyliosolen phuketensis</i> (B.G.Sundström) G.R.Hasle	x		x			<i>Skeletonema</i> spp.					x
<i>Diploneis</i> spp.	x		x	x	x	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff	x	x			
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow	x	x	x	x		<i>Thalassionema</i> spp.	x	x	x	x	
<i>Entomoneis</i> cf. <i>alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	x	x	x	x	x	<i>Thalassiosira</i> spp.	x				x
Dinoflagellati											
<i>Alexandrium</i> spp.			x	x		<i>Oxytoxum</i> cf. <i>sphaeroideum</i> Stein				x	x
<i>Azadinium caudatum</i> (Halldal) Nézan & Chomérat	x	x			x	<i>Oxytoxum longiceps</i> Schiller					x
<i>Ceratocorys gourretii</i> Paulsen	x	x	x	x		<i>Oxytoxum milneri</i> Murray & Whitting					x
<i>Cochlodinium</i> sp.				x		<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein	x	x			x
<i>Corythodinium constrictum</i> (Stein) F.J.R.Taylor		x	x			<i>Oxytoxum viride</i> Schiller	x				
<i>Dinophysis fortii</i> Pavillard	x					<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener	x	x	x	x	x
<i>Diplopsalis</i> group				x		<i>Podolampas palmipes</i> Stein			x	x	
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein	x	x				<i>Podolampas spinifera</i> Okamura			x	x	x
<i>Gymnodinium</i> spp.	x	x	x	x		<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge			x		
<i>Gyrodinium</i> spp.	x	x	x	x		<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	x				x
<i>Histioneis</i> sp.		x	x	x		<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller			x		
<i>Karenia</i> cf. <i>brevis</i> (C.C.Davis) Gert Hansen & Ø.Moestrup	x					<i>Prorocentrum</i> cf. <i>triestinum</i> J.Schiller					x
<i>Neoceratium</i> cf. <i>pentagonum</i> (Gouret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia	x		x	x		<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech	x		x		
<i>Neoceratium extensum</i> (Gouret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia			x			<i>Protoperidinium diabolus</i> (Cleve) Balech					x
<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia	x	x	x	x		<i>Protoperidinium steinii</i> (Jorgensen) Balech			x		
<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia	x	x	x	x	x	<i>Protoperidinium</i> spp.	x	x			x
<i>Neoceratium limulus</i> (Gouret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia					x	<i>Pselodinium vaubanii</i> Sournia			x		
<i>Neoceratium longirostrum</i> (Gouret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia			x			<i>Scrippsiella</i> sp.	x		x		x
<i>Neoceratium macroceros</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia	x	x	x			<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy	x				x
<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia			x		x	<i>Tecati</i> nd<20µm					x
<i>Neoceratium tripos</i> (O.F.Müller) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia	x	x	x	x		<i>Nudi</i> nd<20µm					x
<i>Ornithocercus</i> sp.					x						
Coccolitofori											
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (G.Murray & V.H.Blackman) Loeblich Jr. & Tappan					x	<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann					x
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) J.R.Young	x	x	x	x	x	<i>Ophiaster</i> spp.			x		x
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran	x	x	x	x	x	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann			x		
<i>Calyptrosphaera</i> sp.				x		<i>Rhabdolithes claviger</i> (G.Murray & Blackman) Voeltzkow	x	x	x	x	x
<i>Ceratolithus cristatus</i> Kamptner				x	x	<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann	x	x	x	x	x
<i>Discosphaera tubifer</i> (Murray & Blackman) Ostenfeld				x		<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	x	x	x	x	x
<i>Helicosphaera hyalina</i> Gaarder	x				x	<i>Syracosphaera</i> spp.			x	x	x
<i>Michaelsarsia elegans</i> Gran				x		<i>Umbilicosphaera sibogae</i> (Weber-van Bosse) Gaarder				x	x
<i>Ophiaster</i> cf. <i>formosus</i> Gran				x							
Chrysophyceae						Cryptophyceae					
<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohmann	x	x	x	x	x	Forme nd					x
Dictyochophyceae						Ebriophyceae					
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	x	x	x	x	x	<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann	x	x	x	x	x
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse	x	x	x	x		<i>Hermesinum adriaticum</i> O.Zacharias					x

3.1.3.2 Zooplancton

Oloplancton

L'analisi della componente oloplanctonica, evidenzia che i copepodi rappresentano la frazione numericamente dominante, facendo registrare i maggiori picchi di abbondanza nella porzione della colonna d'acqua compresa tra la superficie e 50 m di profondità (600 individui per m⁻³). In tutte le stazioni di campionamento la porzione superficiale (0 – 5 m), investigata mediante le pescate orizzontali, ha registrato i valori più bassi di abbondanza, compresi tra 346 e 227 individui per m⁻³.

Complessivamente sono stati determinati 88 taxa di copepodi (Tabella 28) rappresentanti 26 famiglie.

Tabella 28 – Oloplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a 50 metri. * presente in almeno un sub campione, ** presente solo nell'osservazione in toto.											
	O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50
Calanoida				Famiglia Heterorhabdidae				Famiglia Lubbockiidae			
Famiglia Acartiidae				<i>Heterorhabdus papilliger</i>	*	*	**	<i>Lubbockia squillimana</i>			*
<i>Acartia clausi</i>	*			Famiglia Lucicutiidae				Famiglia Oithonidae			
<i>Acartia negligens</i>	*	*	*	<i>Lucicutia flavicornis</i>	*	*	*	<i>Oithona decipiens</i>	*	*	*
<i>Acartia</i> sp.	*		*	<i>Lucicutia gemina</i>		**	**	<i>Oithona longispina</i>			*
Famiglia Aetideidae				Famiglia Mecynoceridae				<i>Oithona nana</i>	*	*	*
<i>Aetideus armatus</i>			*	<i>Mecynocera clausi</i>	*	*	*	<i>Oithona plumifera</i>	*	*	*
Famiglia Augaptilidae				Famiglia Metridinidae				<i>Oithona setigera</i>	*	*	*
<i>Euaugaptilus filigerus</i>	*			<i>Pleuromamma abdominalis</i>	*	**	*	<i>Oithona similis</i>	*	*	*
<i>Haloptilus oxycephalus</i>			**	<i>Pleuromamma borealis</i>	*		*	<i>Oithona</i> spp.	*	*	*
<i>Augaptilus</i> sp.			**	<i>Pleuromamma gracilis</i>	*	**	*	Famiglia Oncaeidae			
Famiglia Calanidae				<i>Pleuromamma piseki</i>			*	<i>Oncaea mediterranea</i>	*	*	*
<i>Calanus helgolandicus</i>	*	*	*	<i>Pleuromamma xiphias</i>			*	<i>Oncaea scotodicarloi</i>	*	*	*
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	*		**	Famiglia Paracalanidae				<i>Oncaea venusta</i>	*	*	*
<i>Nannocalanus minor</i>	*	*	*	<i>Calocalanus adriaticus</i>			*	<i>Oncaea</i> spp.	*	*	*
<i>Neocalanus gracilis</i>	*		*	<i>Calocalanus elegans</i>			*	Famiglia Sapphirinidae			
Famiglia Candaciidae				<i>Calocalanus pavo</i>	*	*	*	<i>Copilia quadrata</i>	*		
<i>Candacia armata</i>	*		*	<i>Calocalanus styliremis</i>			*	<i>Sapphirina iris</i>	*	**	*
<i>Candacia giesbrechti</i>	*	*		<i>Paracalanus denudatus</i>	*	*		<i>Sapphirina nigromaculata</i>	*		*
<i>Candacia longimana</i>	*			<i>Paracalanus nanus</i>	*	*	*	<i>Sapphirina ovatolanceolata</i>	*		
<i>Paracandacia simplex</i>	*	*	*	<i>Paracalanus parvus</i>	*	*	*	<i>Sapphirina vorax</i>	*	**	*
Famiglia Centropagidae				<i>Paracalanus</i> spp.	*	*	*	<i>Sapphirina</i> sp.	*	**	*
<i>Centropages typicus</i>	*	*	**	Famiglia Pontellidae				<i>Vetтория parva</i>			**
<i>Centropages violaceus</i>	*	*		<i>Pontella mediterranea</i>	**			Harpacticoida			
Famiglia Clausocalanidae				<i>Pontellina plumata</i>	**			Famiglia Clytemnestridae			
<i>Clausocalanus furcatus</i>	*	*	*	<i>Pontellopsis regalis</i>	*			<i>Clytemnestra rostrata</i>	*	*	
<i>Clausocalanus jobei</i>	*	*	*	<i>Pontellopsis villosa</i>	*			<i>Clytemnestra scutellata</i>			*
<i>Clausocalanus lividus</i>	*	*	*	Famiglia Temoridae				Famiglia Ectinosomatidae			
<i>Clausocalanus paululus</i>	*	*	*	<i>Temora stylifera</i>	*	*	*	<i>Microsetella rosea</i>			*
<i>Clausocalanus pergens</i>	*	*	*	Famiglia Scolecitricidae				<i>Microsetella norvegica</i>	*	*	
<i>Clausocalanus mastigophorus</i>	*	*	*	<i>Scolecitricella dentata</i>			*	Famiglia Miracidae			
<i>Clausocalanus</i> spp.	*	*	*	<i>Scolecitrix bradyi</i>	*		**	<i>Distiocolus minor</i>	*	*	**
Famiglia Eucalanidae				Cyclopoida				<i>Macrosetella gracilis</i>			**
<i>Eucalanus elongatus</i>		*		Famiglia Corycaeidae				Famiglia Euterpinidae			
<i>Paraeucalanus attenuatus</i>		**		<i>Corycaeus brehmi</i>	*	*	*	<i>Euterpina acutifrons</i>	*	*	*
<i>Rhincalanus nasutus</i>	*		*	<i>Corucaeus furcifer</i>	*	*	*				
Famiglia Euchaetidae				<i>Corycaeus giesbrechti</i>	*	*	*				
<i>Euchaeta acuta</i>	*			<i>Corycaeus limbatus</i>	*	*	*				
<i>Euchaeta marina</i>	**	**	*	<i>Corycaeus ovalis</i>	*	*					
<i>Paraeuchaeta hebes</i>	*	**		<i>Corycaeus typicus</i>	*	*	*				
				<i>Corycaeus</i> spp.	*	*	*				
				<i>Farranula rostrata</i>	*	*	*				

I Clausocalanidae risultano la famiglia dominante all'interno della quale le specie *Clausocalanus furcatus*, *C. lividus* e *C. mastigophorus* hanno raggiunto abbondanze di oltre 100 ind./m³.

La distribuzione verticale dei Clausocalanidae ha evidenziato una più alta concentrazione nella porzione profonda della colonna d'acqua (50 – 100 m), fatta eccezione per la stazione A13 MG6, nella quale *Clausocalanus furcatus* e *C. lividus* erano concentrati maggiormente a profondità non superiori a 50 m (100 e 117 individui per m⁻³).

Il genere *Clausocalanus* ha distribuzione subtropicale e circumglobale, abbondante sia in acque neritiche che pelagiche; nel Mediterraneo è presente anche oltre i 1000 m di profondità ma maggiormente concentrato nelle strato 0 – 200, con picchi di abbondanza per le specie sopracitate nel periodo tardo autunnale – invernale.

Tra i *Clausocalanus* sono presenti numerosi individui non identificabili a livello specifico a causa delle loro ridottissime dimensioni.

La famiglia dei Paracalanidae è la seconda per abbondanza, rappresentata principalmente dal *Paracalanus nanus* e *P. parvus*, quest'ultimo con distribuzione eterogenea lungo la colonna d'acqua e valori massimi che raggiungono i 40 ind./ m³. Dati presenti in letteratura confermano l'elevata presenza della specie nel Mediterraneo occidentale, ove il *Paracalanus parvus* viene segnalato fra le specie dominanti nelle comunità oloplanctoniche di acque costiere.

Terza famiglia in ordine di abbondanza, ma prima non appartenente all'ordine dei Calanoida, è la famiglia Oithonidae (Cyclopoida), con distribuzione prevalentemente profonda.

In quattro delle cinque stazioni investigate i valori quantitativi hanno un andamento crescente spostandosi dalla superficie verso la porzione più profonda della colonna d'acqua, con massimi di abbondanza per la specie *Oithona plumifera*. Essa è presente in acque aperte e neritiche durante tutto l'anno, raggiungendo le massime concentrazioni in corrispondenza dei mesi autunnali.

Per quanto concerne la distribuzione verticale dei diversi gruppi viene confermata la presenza delle specie appartenenti alla famiglia Pontellidae esclusivamente nelle pescate superficiali orizzontali. *Pontella mediterranea*, *Pontellina plumata*, *Pontellopsis regalis* e *Pontellopsis villosa* hanno valori di abbondanza decisamente inferiori ad 1 ind./ m³ in ogni sito investigato.

La famiglia Metridinidae al contrario, è più abbondante nella porzione 50 – 100 m di profondità, prevalentemente rappresentata dalle specie *Pleuromamma abdominalis* e *P. gracilis*.

Complessivamente i taxa sono distribuiti uniformemente tra le diverse stazioni di campionamento e controllo, raggiungendo maggiore biodiversità nei primi metri della colonna d'acqua, ove sono stati campionati 70 degli 88 taxa complessivamente identificati.

La scarsa dispersione dei differenti taxa lungo il gradiente verticale della colonna d'acqua è in gran parte ascrivibile alla particolare conformazione del fondale dell'area di studio (100 m di profondità) se pur a distanza considerevole dalla costa. Tale caratteristica permette la completa caratterizzazione della comunità a copepodi di ambiente pelagico dell'intera colonna d'acqua.

Tabella 29 - Biomassa: volumi di sedimentazione dell'oloplancton (in ml). OR = campionamento orizzontale; 50-0 = campionamento verticale da 0 a 50 metri; 100-50: campionamento verticale da 100 a 50 metri.

(ml)	A13 MG6	A13 MG7	A13 MG10	A13 MG12	A13 MG13
OR	44,00	68,00	37,00	46,00	36,00
50-0	7,50	7,50	9,50	4,50	8,00
100-50	11,00	9,00	13,00	5,00	7,50

Meroplancton

La frazione meroplanctonica del campione, costituita dagli organismi che trascorrono parte della loro esistenza nel plancton, è rappresentata dalle fasi larvali dei principali gruppi sistematici di animali bentonici. Tra essi, per la loro rilevanza non solo ecologica, i crostacei decapodi sono il gruppo di maggior interesse. Sono stati determinati complessivamente (Tabella 30) 32 taxa di crostacei decapodi, 27 dei quali raccolti nelle pescate orizzontali, 18 in quelle verticali da 50 m alla superficie e 14 in quelle condotte tra il fondo e la batimetrica di 50 m (50-F).

Tabella 30 – Meroplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a 50 metri. * presente in almeno un sub campione, ** presente solo nell'osservazione in toto. La lista include le specie determinate a fresco.

	O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50
CNIDARIA				CRUSTACEA				<i>Philocheras</i> sp.	*	*	**
Efira ind.	*	*		Cypris larvae ind.		**	*	<i>Pilumnus hirtellum</i>	*	*	**
MOLLUSCA				Decapoda				<i>Pinnotheres pisum</i>		*	
Gastropoda larvae ind.	*	*	*	<i>Alpheus glaber</i>	*	*	*	<i>Pirimela denticulata</i>	**		**
Bivalvia larvae ind.	*	*	*	<i>Anapagurus</i> sp.	**	**		<i>Processa</i> sp.	*	*	**
Cephalopoda				<i>Aristeomorpha foliacea</i>	*	*	*	<i>Sergestes vigilax</i>	*		**
<i>Sepiola</i> sp.	**	**		<i>Athanas nitescens</i>	*			<i>Sergestes</i> sp.	**		
NEMERTEA				<i>Calappa granulata</i>	**			Sergestidae ind.	*		
Pilidium larvae ind.		*	*	<i>Chlorotocus crassicornis</i>		**	**	<i>Sergia robusta</i>	*	**	
SIPUNCULA				<i>Ebalia tuberosa</i>	*	*	**	<i>Sicyonia carinata</i>	*		
Pelagosphaera larvae ind.	**	*	*	<i>Eurynome</i> sp.		**		<i>Brachyura Megalopa</i> ind.	*	*	**
POLYCHAETA				<i>Eusergestes arcticus</i>	**			ECHINODERMATA			
<i>Myriochele oculata</i>		*	*	<i>Galathea</i> sp.	**	**	*	<i>Paracentrotus lividus</i>	*	*	*
Phyllococidae ind.	*	*	*	<i>Goneplax rhomboides</i>	*	*	*	<i>Amphiura</i> sp.	*	*	*
Polynoidae ind.	*	*	*	<i>Lucifer typus</i>	*			<i>Arbacia lixula</i>	*	*	*
Spionidae ind.	*	*	*	<i>Ilia nucleus</i>		**		<i>Ophiotrix fragilis</i>	*	*	*
Syllidae ind.		*	*	<i>Pagurus cuanensis</i>	**			<i>Ophiura albida</i>	*	*	*
Terebellidae ind.		*	*	<i>Parapaeneus longirostris</i>	*			<i>Spatangus purpureus</i>	*	*	*
Polychaeta larvae ind.	*	*	*	<i>Parthenopoides massena</i>	*	**	**	<i>Brissopsis lyrifera</i>	*	*	*
Trocoforae larvae ind.	*	*	*	<i>Penaeopsis serrata</i>	**	*		<i>Bipinnaria</i> larvae ind.	*	**	*
								PHORONIDA			
								<i>Actinotroca</i> larvae ind.	*	*	

Dieci taxa sono presenti in tutte le tre pescate, 7 sono i *singleton*, ovvero taxa rappresentati solo da un individuo osservato esclusivamente nell'analisi del campione in *toto*.

I taxa dominanti nelle pescate orizzontali sono il genere *Processa*, *Philocheras* e la specie *Parthenopoides massena*, mentre nelle stazioni verticali, nelle quali a livello quantitativo si assiste alla drastica riduzione della componente meroplanctonica a crostacei decapodi, prevalgono la specie *Ebalia tuberosa* e il genere *Processa* nelle 0-50 e *Aristeomorpha foliacea* in quelle 50-F.

Come già evidenziato nel campione prelevato nella fase di bianco, le larve dei decapodi tendono a occupare le fasce più superficiali della colonna d'acqua.

La stazione A13 MG10, come nella precedente campagna, è caratterizzata dal maggior numero di taxa (12), ma anche da una riduzione qualitativa nel numero di specie riconducibile al differenza di stagione: estiva quella del Bianco, tardo autunnale quella in esame.

Tra gli altri gruppi sistematici presenti nei campioni si segnalano elevate densità di Echinodermi, in particolare larve Ofiopluteus di Ofiuroidei ed Echinopluteus di Echinoidi Irregolari concentrate soprattutto nelle pescate verticali 0-50 e 50-F.

Le specie dominanti sono le larve degli ofiuroidei *Ophiura albida* e *Ophiotrix fragilis* e dell'Echinoide Irregolare *Spatangus purpureus*.

Infine si segnala la presenza di 4 taxa di Policheti, tra i quali gli Spionidae, rinvenuti a diversi stadi larvali di sviluppo. Essi presentano le maggiori concentrazioni per metro cubo in particolare nelle stazioni verticali profonde e da 50 m alla superficie. Si conferma quindi la tendenza delle larve trocofore, metatrocofore e nectochete ad occupare gli strati più profondi della colonna d'acqua.

Ittioplancton

In Tabella 31 è riportata la lista delle specie identificate.

Il Clupeidae *Sardina pilchardus* (sardina) è la specie dominante.

Il dato è coerente con il periodo riproduttivo che sebbene sia esteso a tutto l'anno, presenta picchi demografici nei mesi tardo autunnali e invernali. La specie è presente in tutti i campioni con la maggior parte degli esemplari allo stadio larvale compreso tra 11 e 16 mm.

Rispetto al campione condotto nel periodo estivo sono scomparse le fasi larvali della specie *Engraulis encrasicolus* (acciuga), presente solo in una delle cinque stazioni monitorate, e *Sardinella aurita* (alaccia) specie dominante del campione estivo.

Tutto il contingente ittioplanctonico, larve e uova, è concentrato nella frazione superficiale della colonna d'acqua.

In generale il campione nel suo le larve, sia per le uova. Ciò è senza dubbio da attribuire al fattore stagionalità. Il periodo tardo autunnale e quello successivo rappresentano per la componente ittica del plancton la latenza per la quasi totalità delle specie fatta eccezione proprio per *Sardina pilchardus*.

Tabella 31 – Ittioplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a 50 metri. * presente in almeno un sub campione, ** presente solo nell'osservazione in toto.			
	O.le	50-0	100-50
CARANGIDAE			
<i>Trachurus trachurus</i>	*		
CLUPEIDAE			
<i>Sardina pilchardus</i>	*	*	*
<i>Engraulis encrasicolus</i>	**	*	**
GADIDAE ind.	**		
MYCTOPHIDAE			
<i>Belthosema glaciale</i>		**	
<i>Myctophum punctatum</i>		**	
LIPARIDAE			
<i>Eutelichthys leptochirus</i>	**		
SCORPAENIDAE ind.		**	
SPARIDAE ind.	*	**	
<i>Pagellus sp.</i>	**		
TRICHIURIDAE			
<i>Lepidopus caudatus</i>	*	**	
ZEIDAE			
<i>Zeus faber</i>	**		
Larvae ind.	*	*	
Uova ind.	**	*	**

3.2 BIOTA

3.2.1 Macrozoobenthos

Lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 7235 individui appartenenti a 205 specie (Tabella 32) comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi, echinodermi, nemertini, nematodi, cnidari.

Tabella 32 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell' autunno 2013 (A13).		
Cnidari	Echinodermi	<i>Glycera rouxii</i> Quatrefages, 1865
<i>Calliactis parasitica</i> (Couch, 1842)	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861
Crostacei	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	<i>Glyphohesione klatti</i> Friedrich, 1950
<i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)	<i>Amphiura filiformis</i> (O. F. Müller, 1776)	<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843
<i>Ampelisca</i> cfr <i>pseudospinimana</i> Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i> (Delle Chiaje, 1825)	<i>Gyptis</i> cf. <i>mediterranea</i> Pleijel, 1993
<i>Ampelisca</i> cfr. <i>diadema</i> (A. Costa, 1853)	<i>Labidoplax digitata</i> (Montagu, 1815)	<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)
<i>Ampelisca</i> sp.	<i>Neocucumis marioni</i> (Marenzeller, 1878)	<i>Heteromastus filiformis</i> Eisig, 1887
<i>Anapagurus petiti</i> Dechancé & Forest 1962	<i>Ophiura albida</i> juv. Forbes, 1839	<i>Heterospio mediterraneus</i> Ehlers, 1874
<i>Anapagurus</i> sp.	Ophiuroidea juv ind.	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)
<i>Anthura gracilis</i> (Montagu, 1808)	<i>Thyone fusus</i> (O. F. Müller, 1788)	<i>Lanice conchylega</i> (Pallas, 1766)
<i>Apseudes latreilli</i> (Milne-Edwards, 1828)	<i>Trachythone elongata</i> (Düben Koren, 1844)	<i>Laonice cirrata</i> L. Sars, 1851
<i>Bodotria pulchella</i> G.O. Sars, 1878	<i>Trachythone tergestina</i> (M. Sars, 1857)	<i>Laonome salmacidis</i> Claparède, 1869
<i>Byblis guernei</i> Chevreux, 1900	Molluschi	<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)
<i>Calocaris macandreae</i> Bell 1853	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	<i>Levinsenia oculata</i> (Hartman, 1957)
<i>Campylaspis glabra</i> Sars, 1879	<i>Abra longicallus</i> (Scacchi, 1834)	<i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868)

Tabella 32 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell' autunno 2013 (A13).

<i>Campylaspis macrophthalma</i> Sars, 1879	<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin and Milne-Edwards, 1834
<i>Carangoliopsis spinulosa</i> Ledoyer, 1970	<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	<i>Maldane glebiflex</i> Grube, 1860
<i>Cirilana borealis</i> Lilljeborg, 1852	<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg, 1891)	<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865
<i>Corophium rotundirostre</i> Stephensen, 1915	<i>Bathyarca pectunculoides</i> (Scacchi, 1834)	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
<i>Deflexilodes griseus</i> (Della Valle, 1893)	<i>Cardiomya costellata</i> (Deshayes, 1835)	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870
<i>Desmosoma</i> sp.	<i>Cuspidaria cuspidata</i> (Olivi, 1792)	<i>Micronephytys sphaerocirrata</i> (Wesenberg-Lund, 1949)
<i>Diastylis cornuta</i> (Boeck, 1864)	<i>Cuspidaria rostrata</i> (Spengler, 1793)	<i>Monticellina dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959)
<i>Eriopisa elongata</i> (Bruzelius, 1859)	<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Myriochele oculata</i> Spencer, 1975
<i>Eudorella nana</i> Sars, 1879	<i>Eulima glabra</i> (Da Costa, 1778)	<i>Nematoneis unicornis</i> (Schmarda, 1861)
<i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890	<i>Falcidiens guttuosus</i> (Kowalevsky, 1901)	<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818
<i>Eurynome aspera</i> (Pennant, 1777)	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Nephtys hystricis</i> Mc Intosh, 1900
<i>Gammaropsis</i> sp.	<i>Hyalia vitrea</i> (Montagu, 1803)	<i>Nereimyra punctata</i> (Müller, 1788)
<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	<i>Melanella polita</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Nothria conchylega</i> (Sars, 1835)
<i>Gnathia oxyuraea</i> (Lilljeborg, 1855)	<i>Modiolula faseolina</i> (Philippi, 1844)	<i>Notomastus aberans</i> Day, 1963
<i>Goneplax rhomboides</i> (Pennant, 1777)	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851
<i>Halice abyssii</i> Boeck, 1871	<i>Montacuta ferruginosa</i> (Montagu, 1808)	<i>Ophelina acuminata</i> Örsted, 1843
<i>Halice walkeri</i> (Ledoyer, 1973)	<i>Myrtea spinifera</i> juv. (Montagu, 1803)	<i>Orbinia cuvieri</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)
<i>Haploops dellavallei</i> Chevreux, 1900	<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930	<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913
<i>Haploops nirae</i> Kaim Malka, 1976	<i>Nucula sulcata</i> Bronn, 1831	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)
<i>Harpinia agna</i> G. Karaman, 1987	<i>Pandora pinna</i> (Montagu, 1803)	<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)
<i>Harpinia antennaria</i> Meinert, 1890	<i>Philine aperta</i> (Linné, 1767)	<i>Pherusa</i> sp.
<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1759)	<i>Pilargis verrucosa</i> Saint-Joseph, 1899
<i>Harpinia dellavallei</i> Chevreux, 1910	<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)	<i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Harpinia pectinata</i> G.O. Sars, 1891	<i>Poromya granulata</i> (Nyst & Westendorp, 1839)	<i>Pista unibranchia</i> Day, J.H. 1963
<i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965	<i>Saccella (ex Nuculana) commutata</i> (Philippi, 1844)	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878	<i>Thyasira biplicata</i> (Philippi, 1836)	<i>Poecilochaetus fauchaldi</i> Pilato & Cantone, 1976
<i>Leptocheirus mariae</i> G. Karaman, 1973	<i>Thyasira ferruginosa</i> (Forbes, 1844)	<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)	<i>Polycirrus medusa</i> Grube, 1850
<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i> Sars, 1871	<i>Thyasira granulosa</i> (Monterosato, 1874)	<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)
<i>Leucothoe oboa</i> G. Karaman, 1971	<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	<i>Prionospio fallax</i> Söderström, 1920
<i>Leucothoe</i> sp.	Policheti	<i>Prionospio</i> sp.
<i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906	<i>Acholoë astericola</i> (Delle Chiaje, 1841)	<i>Sabella pavonina</i> Savigny, 1822
<i>Liocarcinus maculatus</i> (Risso, 1827)	<i>Acmira catharine</i> (Laubier, 1967)	<i>Scolecopsis cantabra</i> (Rjoia, 1918)
<i>Maera grossimana</i> (Montagu, 1808)	<i>Amage adspersa</i> (Grube, 1863)	<i>Scolecopsis</i> sp.
<i>Medicorophium rotundirostre</i> (Stephensen, 1915)	<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	<i>Scoletoma impatiens</i> (Claparède, 1868)
<i>Megamphopus cornutus</i> Norman, 1869	<i>Amphiteis midas</i> (Gosse, 1855)	<i>Scoletoma tetraura</i> (Schmarda, 1861)
<i>Metaphoxus simplex</i> (Bate, 1857)	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i> Mc Intosh, 1879	<i>Scoloplos armiger</i> (Müller, 1776)
<i>Nannastacus longirostris</i> G.O. Sars, 1879	<i>Aphelochaeta marioni</i> (de Saint Joseph, 1894)	<i>Shaerodoridae</i> n.d.
<i>Nebalia</i> sp.	<i>Apomatus similis</i> Philippi, 1844	<i>Spio</i> sp.
<i>Nymphon gracile</i> Leach, 1814	<i>Aricidea fragilis mediterranea</i> Laubier & Ramos, 1974	<i>Spiochaetopterus costarum</i> (Claparède, 1868)
<i>Paraphoxus oculatus</i> (G.O. Sars, 1879)	<i>Brada villosa</i> Stimpson, 1854	<i>Spionidae</i> nd
<i>Perioculodes aequimanus</i> (Kossmann, 1880)	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)
<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	<i>Sternaspis scutata</i> (Renier 1807)
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	<i>Chloeia venusta</i> Quatrefages, 1865	<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	<i>Chone</i> sp.	<i>Tachytrypane jeffreysii</i> McIntosh, 1878
<i>Pilumnus spinifer</i> H. Milne Edwards, 1834	<i>Chrysopetalum debile</i> (Grube, 1855)	<i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835
<i>Processa</i> sp.	<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren, 1867)	<i>Thelepus triserialis</i> (Grube, 1855)
<i>Synchelidium haplocheles</i> (Grube, 1864)	<i>Dorvillea (Schistomeringos) rudolphii</i> (Delle Chiaje, 1828)	Sipunculidi
<i>Synchelidium maculatum</i> Stebbing, 1906	<i>Drilonereis filum</i> (Claparède, 1868)	<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris</i> (Blainville, 1827)
<i>Synchelidium</i> sp.	<i>Eteone</i> sp.	<i>Golfingia elongata</i> (Keferstein, 1863)
<i>Tryphosella longidactyla</i> Ruffo, 1985	<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)	<i>Nephasoma</i> sp.
<i>Tuberapseudes echinatus</i> (G.O. Sars, 1882)	<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> steenstrupii Koren & Danielssen, 1875
<i>Urothoe</i> sp.	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Phascolosoma scolops</i> (Selenka & De Man, 1883)
<i>Westwoodilla rectirostris</i> (Delle Valle, 1892)	<i>Exogone verugera</i> (Claparède, 1868)	<i>Sipunculus nudus</i> Linnaeus, 1766
Nematoda ind.	<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)	
Nemertea ind.	<i>Glycera capitata</i> Örsted, 1843	

La classe dei policheti risulta essere il gruppo dominante che con 6035 individui costituisce oltre l'80% dell'abbondanza totale. I crostacei, secondi unicamente ai policheti, rappresentano solo il 10% dell'abbondanza totale. Seguono, nell'ordine, molluschi e echinodermi, i primi con 5%, i secondi con appena l'1% di contributo all'abbondanza totale (Figura 22).

Più equilibrata risulta la ripartizione delle specie tra i vari gruppi, sebbene anche da questo punto di vista i policheti si confermano il taxon dominante fornendo da soli quasi la metà delle specie rinvenute (43%). Circa un terzo del panorama faunistico è fornito dai crostacei (32%) seguiti dai molluschi che rappresentano il 16% delle specie totali.

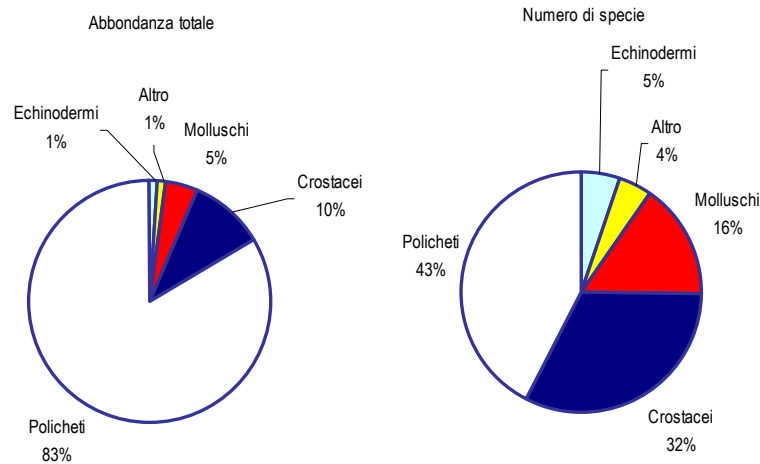


Figura 22 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro=nemertini, nematodi, sipunculidi, cnidari.

Ai policheti appartengono le specie rinvenute col maggior numero di individui, tra le quali *Levinsenia gracilis*, la più abbondante costituisce da sola, oltre un terzo dell'abbondanza totale (Figura 23). Ad essa segue *Nothria conchylega*, una specie misticola che preferisce fondali infangati.

Anche *Monticellina dorsobranchialis*, che apporta un contributo inferiore al 5% all'abbondanza totale.

Ampharete acutifrons, la quarta specie in ordine di abbondanza, è una specie detritivora ascrivibile alla Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC). Queste quattro specie rappresentano da sole già oltre il 50% dell'abbondanza totale. Questo risultato, che conferma quanto emerso dalla fase di "bianco", dimostra che l'area è caratterizzata da un panorama faunistico dominato da poche specie molto abbondanti affiancate da un elevato numero di specie presenti con pochi individui. Infatti 191 specie (ossia 93% del totale) contribuiscono per meno dell'1% all'abbondanza totale.

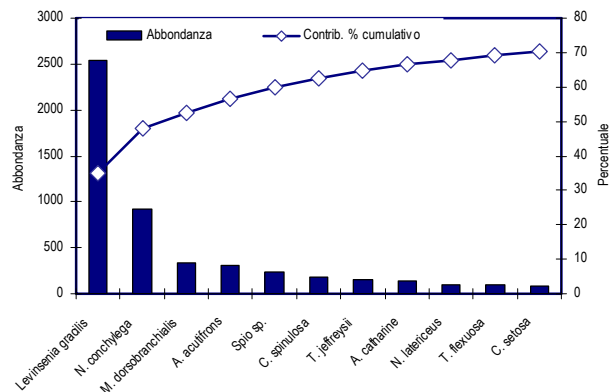


Figura 23 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.

Dall'analisi delle similarità si evince che *L. gracilis* e *N. conchylega* sono le specie che apportano il maggior contributo alla similarità tra repliche. Tale contributo complessivo è piuttosto variabile e compreso tra circa il 45% e l'80%. Il valore massimo è stato osservato nella stazione A13 MG14 (80,7%), quello minimo in A13 MG2 (47,34 %). Le differenze tra le stazioni dipendono, pertanto, dai valori di abbondanza con cui sono presenti queste specie. I valori di abbondanza sono molto variabili tanto che, nei casi estremi come ad esempio A13 MG9 e A13 MG7, differiscono per un fattore prossimo a 10. Dall'analisi dei dati di abbondanza (Figura 24) le stazioni esibiscono tra loro valori di similarità che oscillano intorno al 60%, tranne il caso di A13 MG9 che presenta, con le altre stazioni, similarità comprese tra 20% e 30%. Nel piano di ordinamento ottenuto tramite non-Metric Multidimensional Scaling (n-MDS) basato sui valori di abbondanza trasformati secondo la radice quarta, le stazioni risultano disperse senza formare cluster riconducibili alla loro reale distribuzione spaziale. La stazione A13 MG9, in particolare, risulta separata dalle altre ed occupa la parte alta e sinistra del plot.

Dall'analisi macroscopica dei campioni è emerso che la tipologia di biodeposito presente varia da stazione a stazione. Talvolta, esso è costituito in prevalenza da detrito vegetale di origine terrigena affiancato da una modesta percentuale di biodeposito conchifero. In altri casi, invece, il sedimento è dominato da sabbia grossolana e ghiaia con una percentuale modesta di residuo vegetale. La stazione A 13 MG9, in particolare, è caratterizzata da una elevata percentuale di biodeposito conchifero che in tutte le repliche rappresenta la quasi totalità del campione. Nella replica IV è stata trovata una cospicua quantità di briozoi. Nella stazione A13 MG14, al contrario, i residui conchigliari sono scarsi, mai superiori al 10% del campione, mentre il detrito vegetale risulta diffusamente abbondante ed affiancato da percentuali variabili di sabbia. In altre stazioni, ad esempio A13 MG11, A13 MG8, il sedimento risulta maggiormente eterogeneo per la contemporanea presenza di sabbia, fibre vegetali e biodeposito.

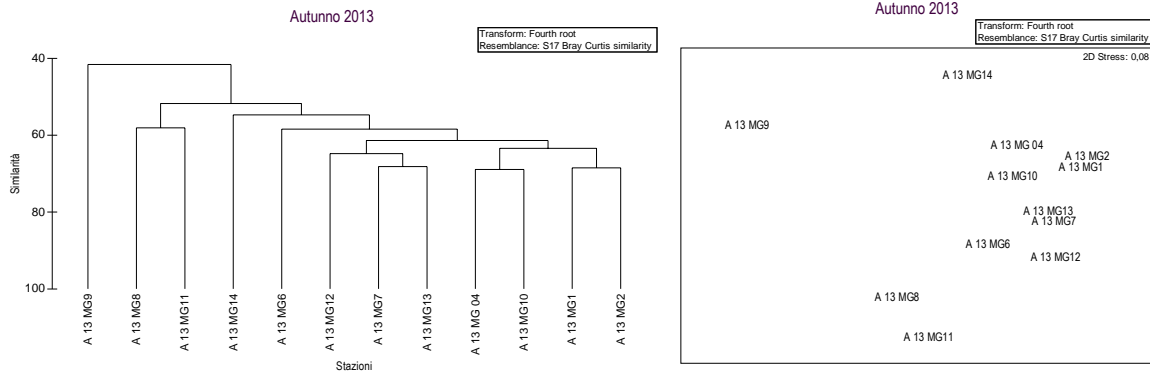


Figura 24 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. Le analisi sono state effettuate dopo aver trasformato i dati secondo la doppia radice quadrata. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

Questa eterogeneità dei sedimenti e del detrito associato spiega la variabilità osservata nel popolamento bentonico.

Per quanto riguarda A13 MG9, stazione a più alta variabilità tra repliche e meno simile alle altre, occorre mettere in evidenza che alcune specie come *Aphelochaeta marioni* e *Levinsenia gracilis* abbondanti e diffusamente presenti nelle altre stazioni, presentano in questo caso abbondanze molto basse. *Tachytrypa jeffreysi*, anch'essa abbondante nel panorama faunistico complessivo, risulta assente in questa stazione. In generale, queste differenze si traducono in un impoverimento sia in termini di abbondanza sia di ricchezza specifica.

Dalla Tabella 33, infatti, si evince che sia S sia N subiscono un brusco calo proprio in corrispondenza di A13 MG9. Parallelamente, in questa stazione si verifica un calo di ricchezza specifica.

Complessivamente, l'area ospita un popolamento con bassi valori di diversità specifica: dato dovuto soprattutto ai bassi valori di equitabilità, parametro che indica il livello di ripartizione degli individui tra le specie. Come già messo in evidenza, il popolamento è dominato da poche specie con

elevati valori di abbondanza, fatto che comporta un abbassamento di J, e quindi un calo di H'.

Tabella 33 - Indici strutturali (\pm DS) relativi al popolamento macrobentonico. Numero di taxa (S), Numero di individui (N), Ricchezza specifica di Margalef (d), Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'), Equitabilità di Pielou (J).

	S	N	d	J'	H' (log _e)
A13 MG1	39,25 \pm 2,87	221,5 \pm 22,49	7,09 \pm 0,61	0,682 \pm 0,045	3,61 \pm 0,29
A13 MG2	34,25 \pm 13,65	131 \pm 64,07	6,78 \pm 2,23	0,818 \pm 0,040	4,08 \pm 0,60
A13 MG4	31,5 \pm 5,00	164,25 \pm 19,19	5,97 \pm 0,84	0,720 \pm 0,098	3,59 \pm 0,66
A13 MG6	31,5 \pm 15,02	125,5 \pm 85,50	6,52 \pm 2,03	0,7930,163	3,69 \pm 0,60
A13 MG7	46,75 \pm 7,93	214 \pm 47,87	8,52 \pm 1,12	0,687 \pm 0,034	3,79 \pm 0,11
A13 MG8	28,75 \pm 7,18	104,75 \pm 42,91	5,98 \pm 1,14	0,798 \pm 0,019	3,85 \pm 0,35
A13 MG9	17,25 \pm 7,14	44,25 \pm 18,36	4,25 \pm 1,39	0,831 \pm 0,047	3,36 \pm 0,65
A13 MG10	34,75 \pm 4,50	151,25 \pm 40,55	6,80 \pm 1,20	0,728 \pm 0,065	3,73 \pm 0,44
A13 MG11	31 \pm 5,29	142,75 \pm 42,20	6,06 \pm 0,73	0,705 \pm 0,052	3,48 \pm 0,23
A13 MG12	43 \pm 4,97	160,25 \pm 25,71	8,28 \pm 0,78	0,822 \pm 0,023	4,46 \pm 0,22
A13 MG13	45,75 \pm 10,05	198,5 \pm 48,28	8,45 \pm 1,52	0,706 \pm 0,061	3,87 \pm 0,31
A13 MG14	21,25 \pm 8,54	150,75 \pm 52,39	4,00 \pm 1,42	0,587 \pm 0,074	2,56 \pm 0,64

3.2.2 Cetacei e tartarughe marine

Nella Figura 25 sono indicate le rotte seguite nell'autunno 2013 per il monitoraggio visivo. Durante l'attività di monitoraggio sono stati effettuati 2 avvistamenti di delfini (Figura 26) appartenenti alla specie Tursiopo (*Tursiops truncatus*).

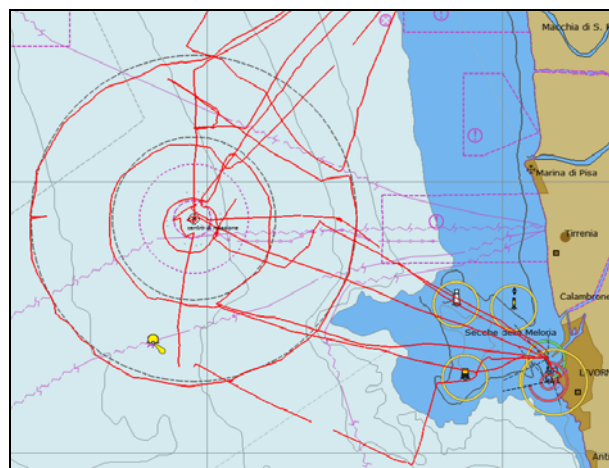


Figura 25 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo condotto nell'autunno 2013.

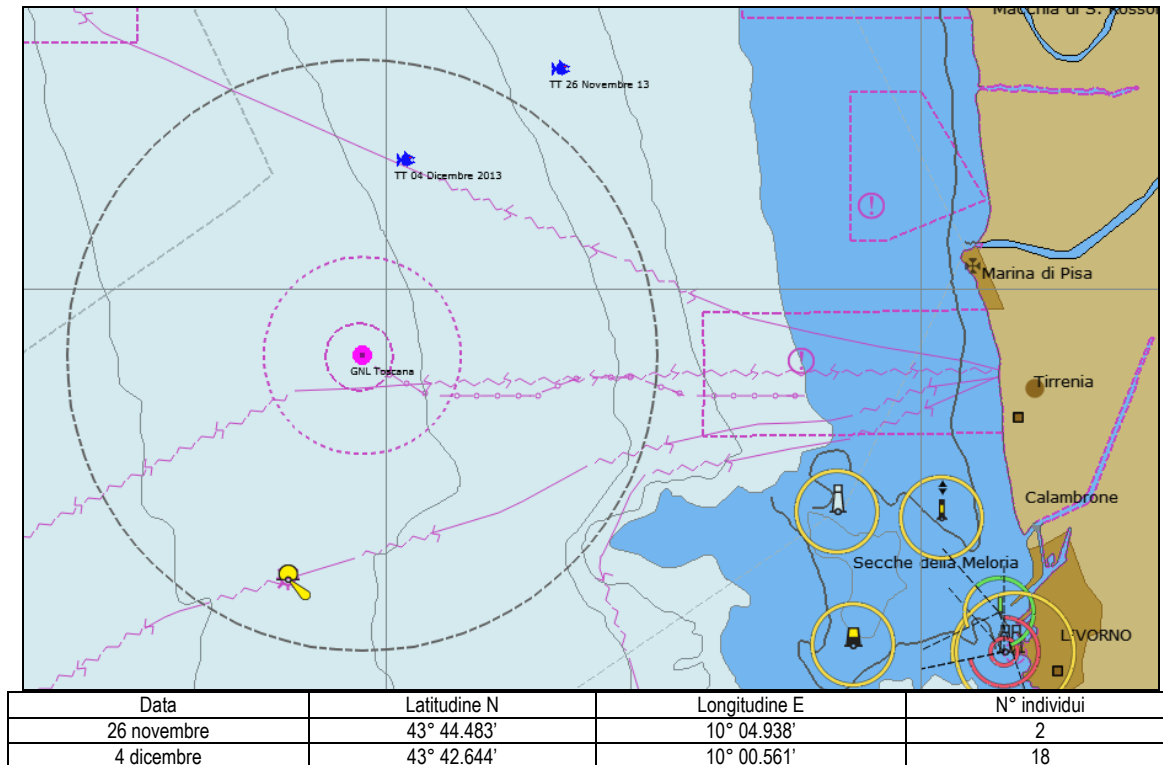


Figura 26 - Posizione degli avvistamenti di Tursiopo.

Il 26 Novembre la posizione dei delfini era a 7,26 nm in direzione NE dalla posizione del Terminale quindi leggermente fuori le 6nm, mentre il 4 Dicembre era a 4,34nm sempre a Nord del Terminale ma all'interno dell'area di copertura del monitoraggio.



Avvistamento tursiopi in data 26/11/13.



Avvistamento tursiopi in data 04/12/13.

3.3 INDAGINI GENERALI

3.3.1 Misura del rumore

Risultati delle misure sperimentali

Confrontando le PSDf (Power Spectral Density function) stimate nelle stazioni a 100m (Figura 27, Figura 28, Figura 29) si osserva una grande variabilità di andamento e di livello alle basse frequenze. Essendo influenzato principalmente dal traffico marittimo, questo risulta dominante tanto che, anche qualora ci fossero delle componenti di rumore emesso dal Terminale in questi range di frequenza, sarebbero comunque già completamente dominate dal rumore ambiente a partire da 100 m di distanza dalla sorgente. Dai dati acquisiti sembra evidente la presenza di rumore emesso da barche che passano in un'area limitrofa, probabilmente a pochi km. Esso è caratterizzato da alcune righe spettrali a frequenze di centinaia di Hz (imputate ai giri dell'elica e dell'asse) che riescono a propagarsi con limitata attenuazione per chilometri.

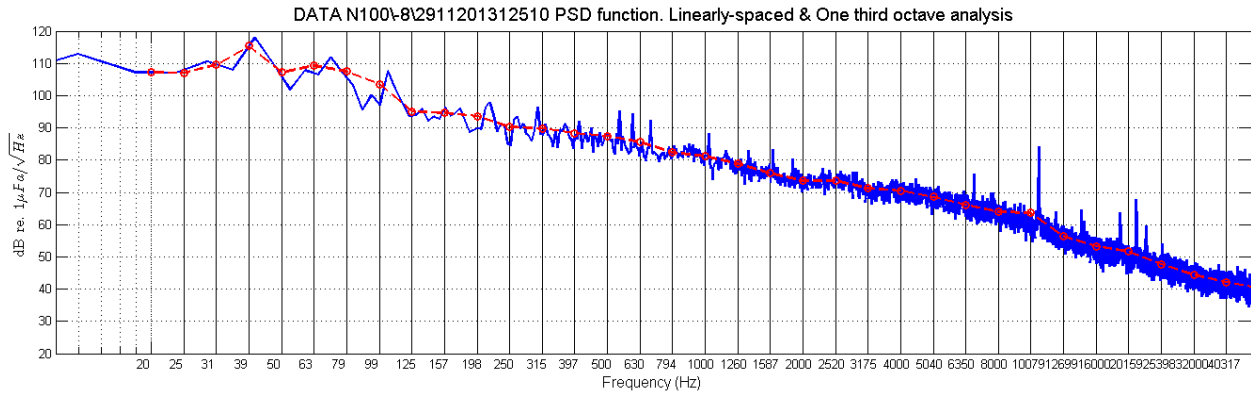


Figura 27 - PSDf del rumore acustico subacqueo misurato nella stazione N100 a 8m di profondità. Rumore di sottofondo di traffico marittimo lontano è presente a bassa frequenza.

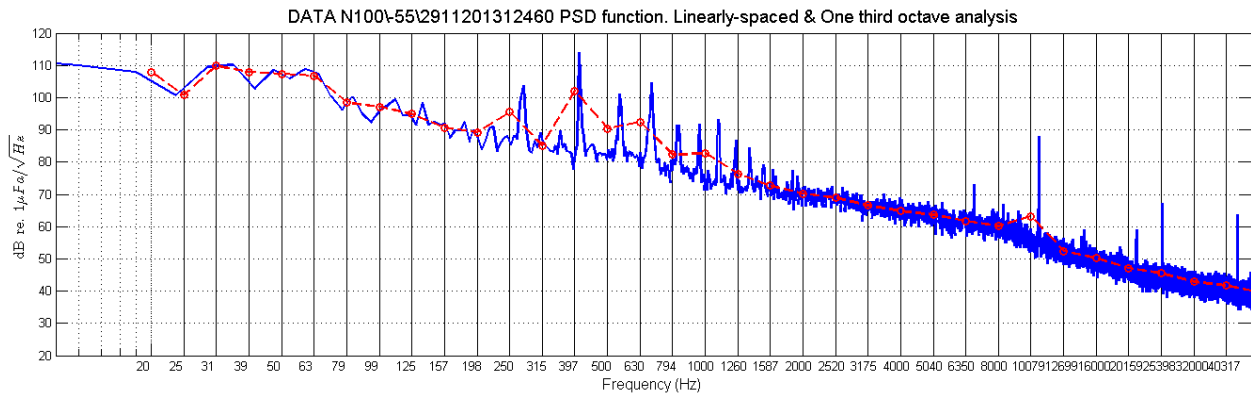


Figura 28 - PSDf del rumore acustico subacqueo misurato nella stazione N100 a 55m di profondità. Una barca di medie dimensioni sembra essere nella zona (evidenti linee spettrali con varie armoniche sono presenti tra 100 e 2000Hz, ma nessun fenomeno di cavitazione che caratterizzerebbe una barca molto vicina).

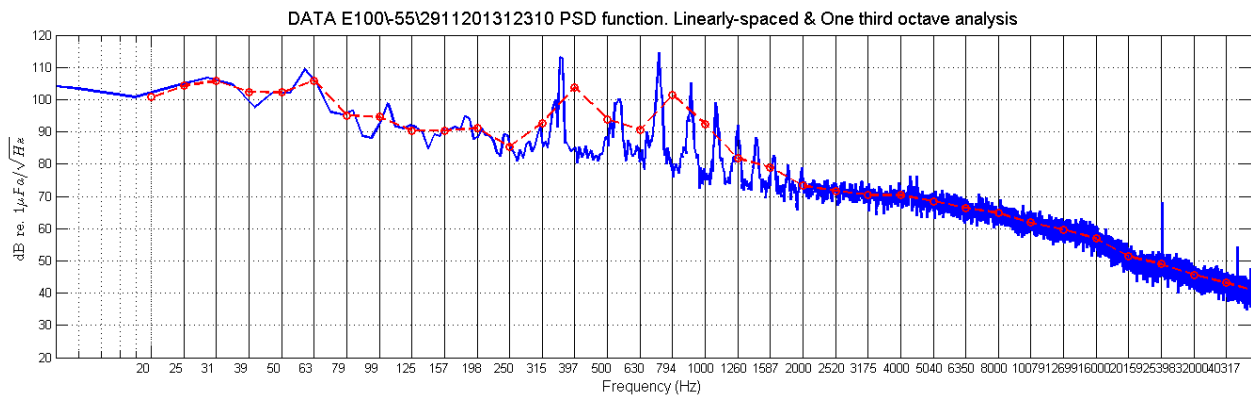


Figura 29 - PSDf del rumore acustico subacqueo misurato nella stazione E100 a 55m di profondità. Una imbarcazione sembra essere nelle vicinanze (evidenti linee spettrali con varie armoniche sono presenti tra 100 e 2000Hz), come sembrerebbe confermato dai dati AIS mappati in Appendice B .

Per cercare di individuare possibili componenti di rumore che provengono dal Terminale FSRU sono stati confrontati gli spettri registrati alla distanza minore, quella dei 100m, per esempio a 55m di profondità (Figura 30). E' stata scartata la stazione E100 perché caratterizzata dal passaggio di una imbarcazione che domina tutto lo spettro per tutto il tempo.

L'unica caratteristica stabile, comune almeno nelle stazioni W100 e S100, ai dati acquisiti a 8m di profondità (Figura 31) risulta un innalzamento di livello centrato sui 12kHz circa.

La verifica che la sorgente sia il terminale si effettua confrontando le misure acquisite a 100m e a 1km in direzione Ovest e Sud (Figura 32; Figura 33) dalle quali si osserva un decadimento di livello (fino al livello di rumore ambiente) proprio in corrispondenza di quella banda di frequenza; tale analisi evidenzia che il Terminale può essere la sorgente di tale rumore.

Al contrario dati caratterizzati da forti linee spettrali tra i 100 Hz e 1 kHz (per es. quelli acquisiti nelle stazioni E e N a 100m di distanza – Figura 34) non presentano alcuna correlazione e pertanto non sono riconducibili al Terminale.

Il confronto dei dati sperimentali indica quindi, allontanandosi dal Terminale, un decadimento del rumore nell'intorno della frequenza di 12kHz di circa 13 dB re 1µPa/√Hz passando dalle stazioni a 100m a quelle a 1000m. Non è apprezzabile invece l'eventuale contributo del Terminale al rumore nelle basse frequenze, indistinguibile dal fondo.

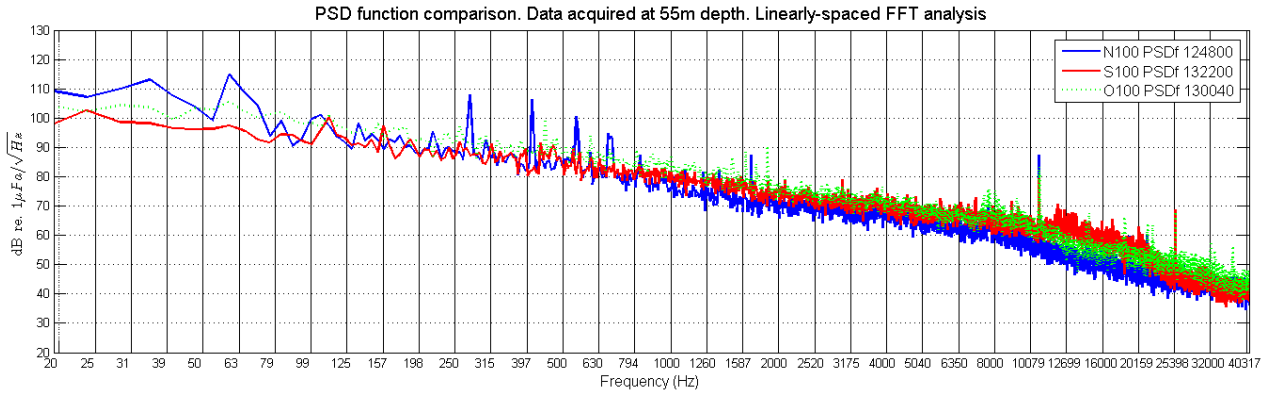


Figura 30 - Confronto delle funzioni psd (calcolate mediante fft) relative a dati raccolti nella stazione n, s e w a distanza 100m dal terminale e a profondità 55m. la maggior parte delle linee spettrali variano da una misura e l'altra. tra gli 8 khz e i 13 khz sembra esistere un certo lieve innalzamento nel livello a banda relativamente larga. il punto n100 sembra caratterizzato dalla presenza di un'imbarcazione in lontananza (linee spettrali intense sotto il khz).

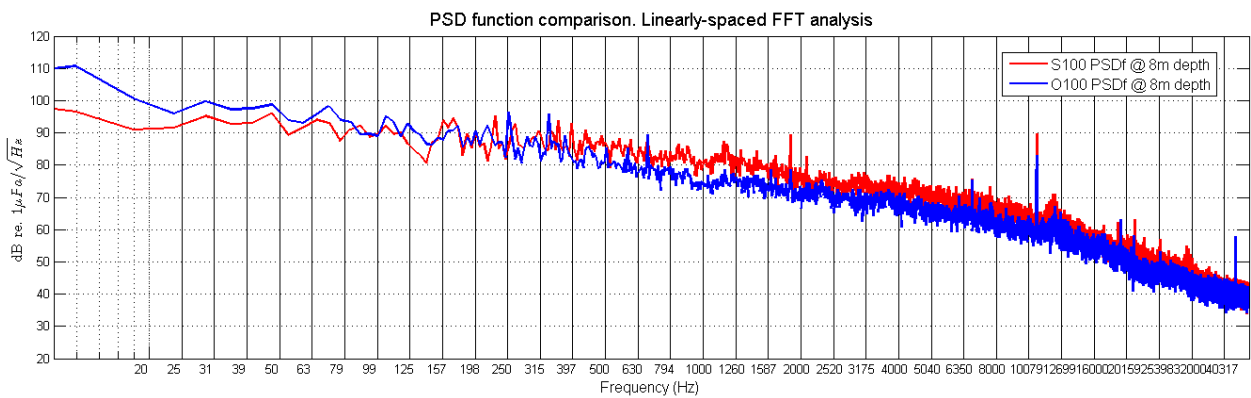


Figura 31 - Confronto delle funzioni psd (calcolate mediante fft) relative a dati raccolti nella stazione s e w a distanza 100m dal terminale e a profondità 8m. benché i livelli siano leggermente diversi, lo stesso innalzamento di energia intorno a 12 khz è comune alle due curve. altre caratteristiche sono simili (per es., picco a 1860 hz), ma poi non riscontrabili in altri dati.

La verifica mediante simulazione

Per verificare se effettivamente il livello di rumore alla frequenza di 12 kHz possa essere generata dal Terminale stesso, è possibile simulare una sorgente mediante il modello Bellhop precedentemente descritto, definendo le caratteristiche del modello stesso con i dati sperimentali disponibili. Si cercherà quindi di definire una sorgente sonora in grado di replicare i risultati ottenuti nei campionamenti, risalendo così, per quanto possibile, ad una caratterizzazione della emissione sonora attribuibile alle attività del Terminale.

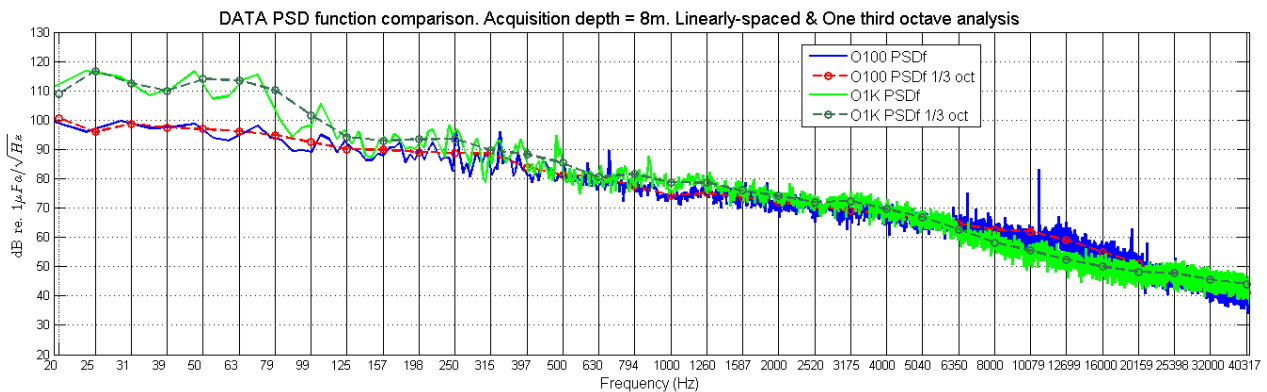


Figura 32 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante sia FFT che analisi in terzi d'ottava) relative a dati raccolti nelle stazioni W100 e W1K e a profondità di 8m. La banda tra 7000 e 20000 Hz è caratterizzata da un calo di livello dal punto più vicino a quello più lontano. La differenza di livello alle basse frequenze è invece interpretato come differente traffico marittimo remoto nel momento delle acquisizioni (che appare più intenso nella stazione di misura più lontana, quindi apparentemente non correlata con le attività del Terminale).

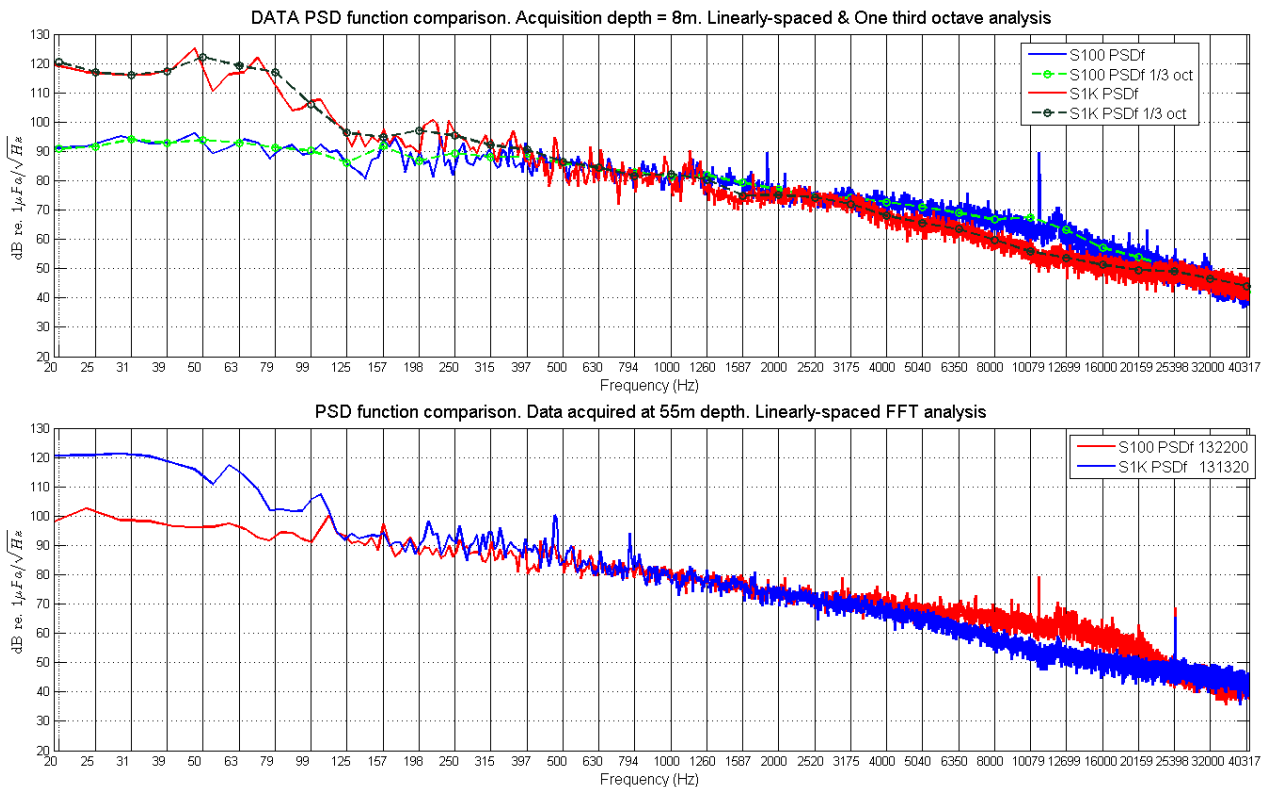


Figura 33 - Confronto delle funzioni PSD relative a dati raccolti nelle stazioni S100 e S1K e a profondità 8m (sopra) e 55m (sotto). La sottobanda centrata intorno a 10 kHz circa è caratterizzata da un calo di livello dalla stazione più vicina a quella più lontana. La differenza di livello alle basse frequenze è invece imputata a differente traffico marittimo remoto nel momento delle acquisizioni (tra l'altro più forte lontano dalla stazione).

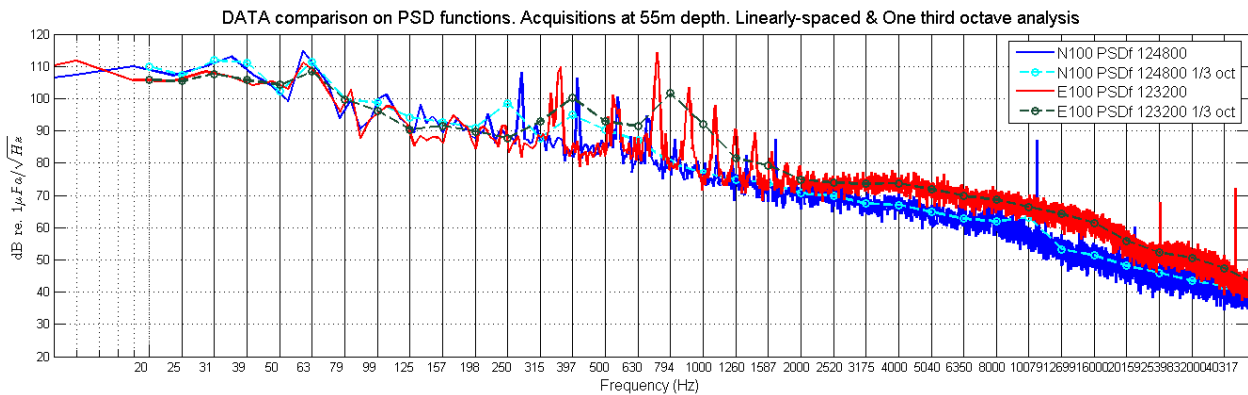


Figura 34 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative a dati raccolti nelle stazioni N100 ed E100 e a profondità 55m. Benché entrambe le curve siano caratterizzate da una serie di linee spettrali forti e loro armoniche, non sembra esserci alcuna correlazione tra loro, e quindi difficilmente possono essere interpretate come emesse dal Terminale, bensì più probabilmente da passaggi di barche nell'area.

Definizione dei parametri oceanografici

Nelle stazioni di campionamento acustico sono stati contemporaneamente raccolti i dati CTD che permettono di costruire un profilo di velocità del suono. Poiché la definizione dei parametri oceanografici per quel che riguarda il profilo di velocità, (così come per i parametri geofisici) è range-independent, è necessario scegliere un solo profilo per ogni piano range-depth che si vorrà considerare.

Nelle registrazioni i segnali che si vogliono investigare si perdono nel rumore di fondo già ad 1km di distanza dal Terminale e conviene considerare i dati provenienti dalla CTD in questo raggio, che sono tutti molto simili quindi essenzialmente equivalenti).

Dal confronto dei vari profili misurati durante questa campagna si ricava che il range di variabilità della velocità è estremamente limitato sia in profondità che da una stazione all'altra, eccetto che per le misure condotte nelle stazioni E10K e W10K. Solo la stazione E10K (la più vicina a costa) è caratterizzata da un'evidente termoclino.

Tutti i profili sono dominati da un gradiente tendenzialmente positivo, cioè un aumento della velocità del suono all'aumentare della profondità. Questo implica che i raggi sonori vengono curvati verso l'alto. I profili delle stazioni a 100 e 1000m sono molto simili, con poca variabilità e profilo di velocità quasi verticale.

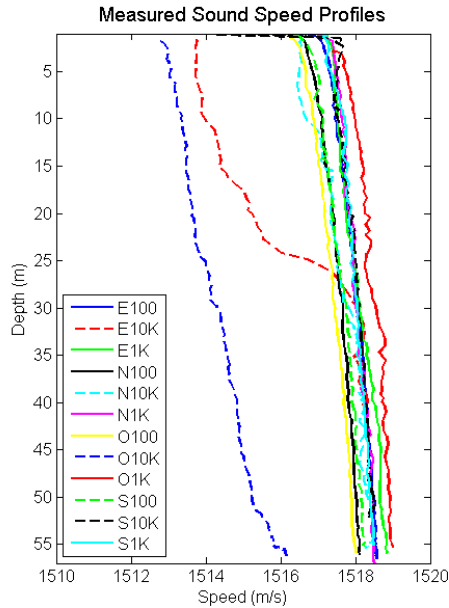


Figura 35 - Confronto dei profili di velocità del suono misurati durante la campagna sperimentale condotta in autunno. Tutti sono dominati da un gradiente tendenzialmente positivo (che implica quindi curvatura dei raggi verso l'alto). Solo la misura in E10K (la stazione più vicina alla costa) presenta un evidente termocline, il profilo nella stazione W10K (quella più lontana dalla costa) si discosta da tutte le altre per valori, ma non per andamento. Tutti gli altri profili sono estremamente simili, con una variabilità pressoché trascurabile. I profili (eccetto quelli relativi a E10K) hanno una variabilità in profondità molto limitata.

Definizione della sorgente acustica sulla base dei dati raccolti

Le caratteristiche della sorgente di rumore, rappresentata nella posizione del Terminale, è totalmente ignota, eccetto per quello che è stato dedotto dal confronto delle analisi spettrali dei dati acustici misurati nelle varie stazioni. Quindi, dal punto di vista della sua direttività sul piano verticale, si sceglie di definirla con irradiazione quasi omnidirezionale ($\pm 80^\circ$).

Per quanto riguarda il campo di frequenze emesse, dall'analisi spettrale dei dati raccolti abbiamo già definito un probabile incremento di livello nella banda centrata su 12 kHz da attribuire ad un'attività del Terminale, che dobbiamo verificare con questo modello. Quindi la frequenza scelta per mostrare i risultati di propagazione è 12 kHz.

Si è scelto di posizionare la sorgente di eventuale rumore irradiato dal Terminale ad una profondità di 5m. Vista l'importanza che questo valore assume per il risultato della simulazione, in un caso sono stati confrontati i risultati ponendo la sorgente sia a 5, sia a 15m.

Chiaramente i punti di ricezione di interesse sono a 8 e 55m di profondità che corrispondono alle 12 stazioni di misura situate sulle quattro direzioni principali, ma è conveniente calcolare e visualizzare sia come si propagano i beam delle onde sonore sia come si distribuisce la Transmission Loss nell'intero piano Range-Depth almeno fino ad una distanza di 10 km per capire meglio i valori numerici ottenuti.

Selezione delle simulazioni più significative

Dall'analisi delle varie simulazioni calcolate, si desume che l'andamento della Transmission Loss nel piano Range-Depth è molto simile al variare del profilo di velocità misurato nelle stazioni. Si dimostra ciò confrontando i risultati che si ottengono utilizzando il profilo di velocità del suono S100 e quello W100.

Il primo esempio significativo selezionato è la simulazione (Figura 36; Figura 37) della propagazione del suono emesso a 12 kHz da una sorgente posta a 5m di profondità e propagante in direzione Sud. Per questo si è preso come profilo di velocità del suono quello rilevato nella stazione S100. Il profilo presenta un gradiente leggermente positivo e andamento quasi verticale rispetto alla profondità. Analogo risultato si ottiene assumendo il profilo misurato in W100 (Figura 38; Figura 39).

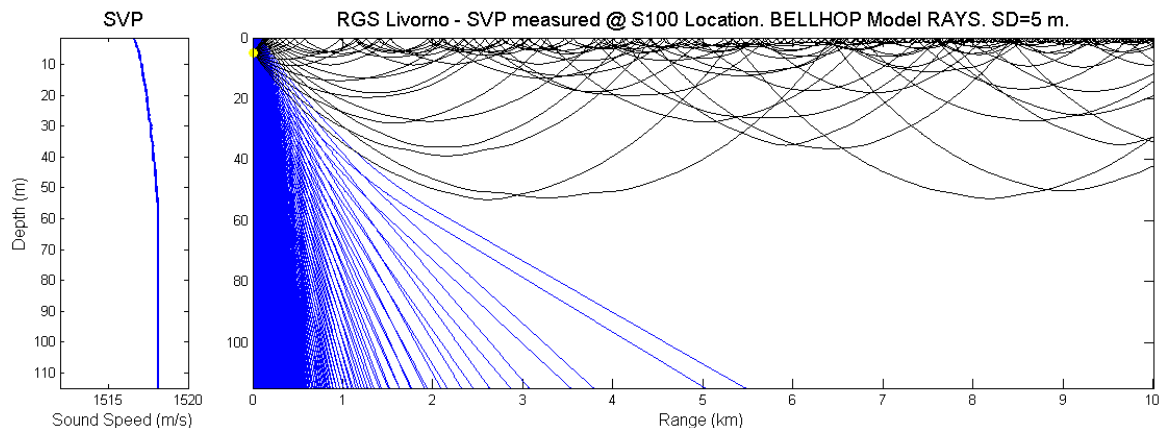


Figura 36 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in S100 (modello Bellhop).

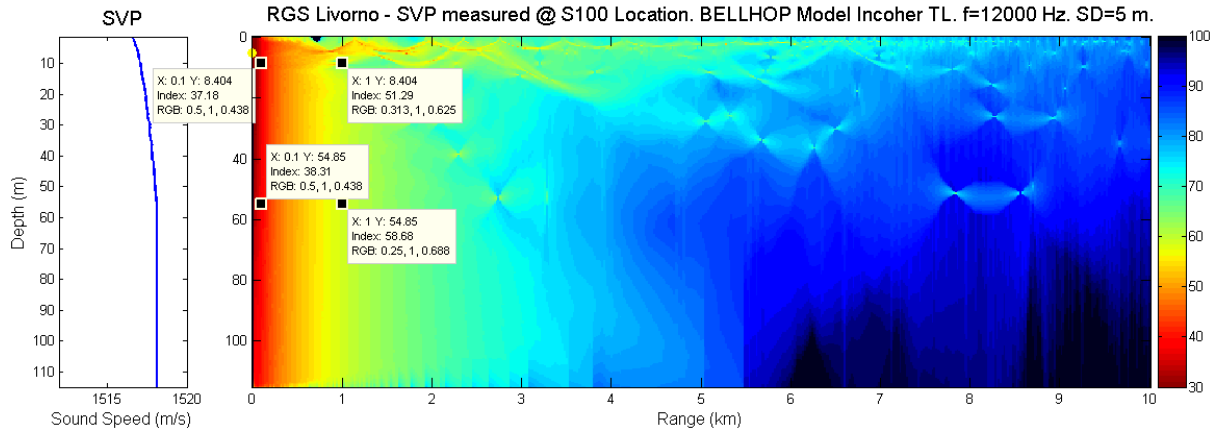


Figura 37 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello (modello Bellhop). I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto le registrazioni misurate.

Grazie al tipo di profilo, in queste condizioni, se si parte dalle stesse definizioni per i parametri geometrico e fisico (per es. CTD misurato in W100), ma si cambia la profondità della sorgente da 5 a 15m il risultato non cambia in modo significativo, se non proprio nel canale orizzontale davanti alla sorgente (Figura 40; Figura 41). Quindi, in queste particolari condizioni, non appare fondamentale la conoscenza esatta della profondità della sorgente per ottenere un risultato significativo da poter confrontare con quanto rilevato nelle stazioni di misura. Andiamo adesso a verificare se questi risultati di simulazione trovano rispondenza con i dati sperimentali. In caso affermativo sarà possibile ricavare qualche considerazione sul Source Level di un segnale emesso dal Terminale a 12kHz.

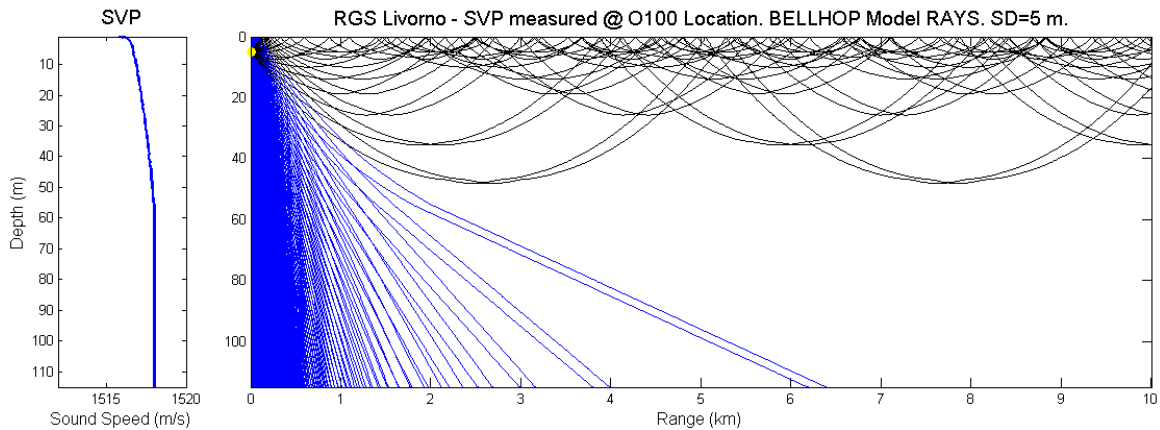


Figura 38 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in W100 (modello Bellhop).

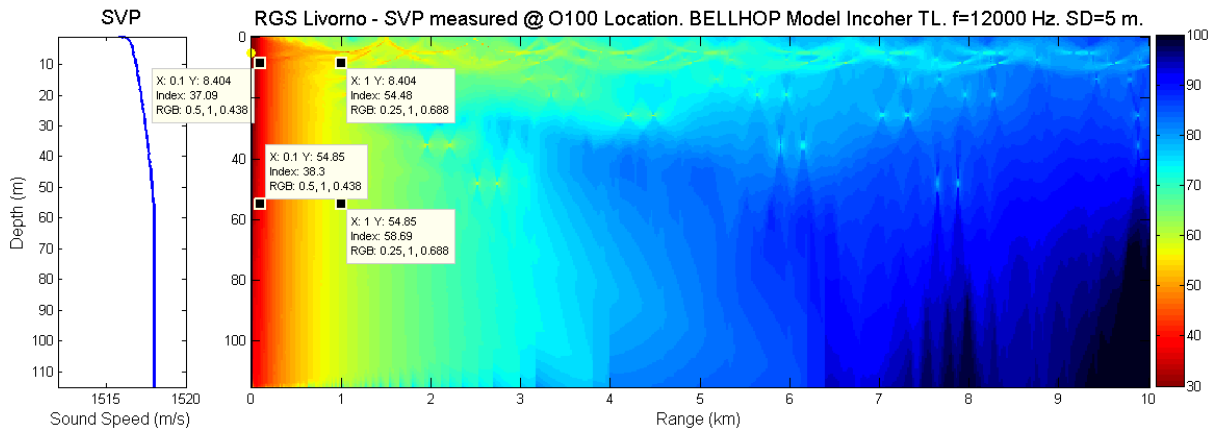


Figura 39 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato in nel modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto con registrazioni misurate.

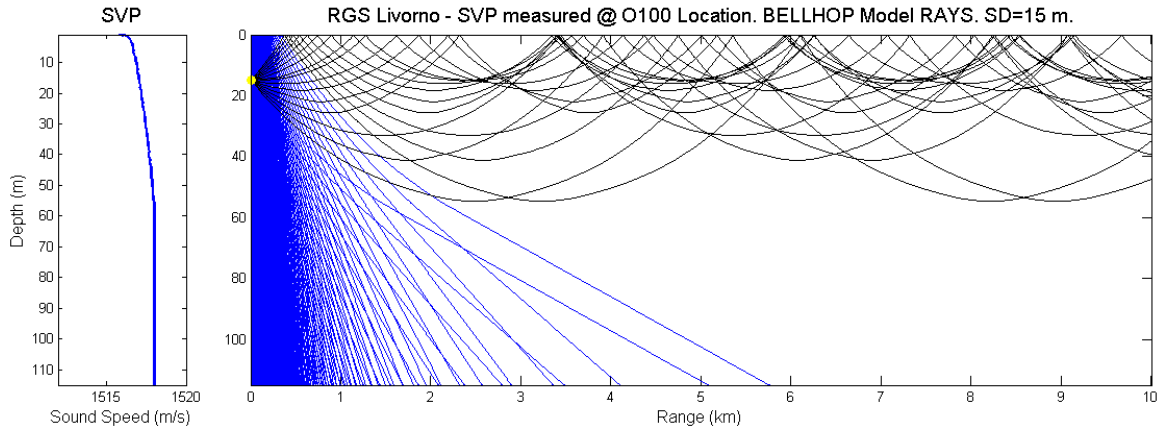


Figura 40 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 15m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in W100 (modello Bellhop).

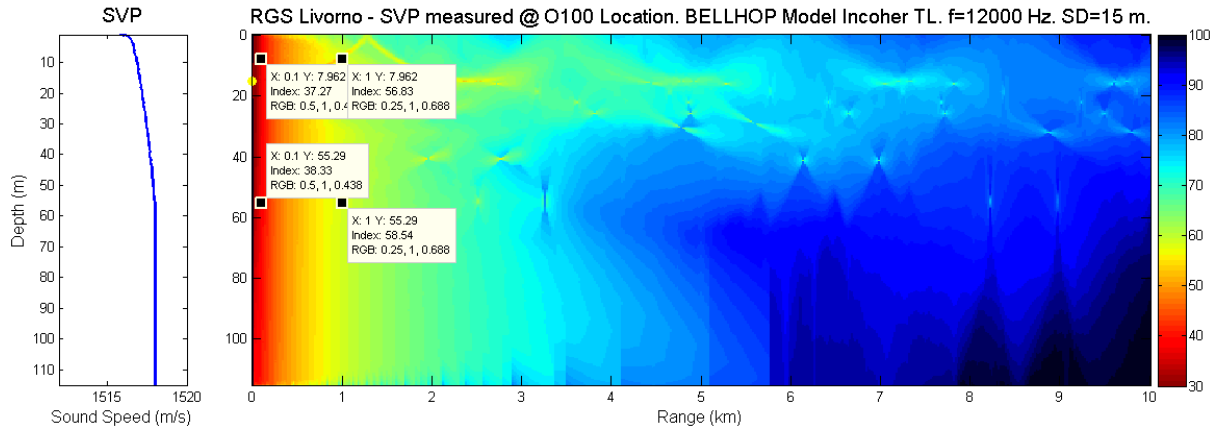


Figura 41 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato nel modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55 m sono nuovamente evidenziati per confronto.

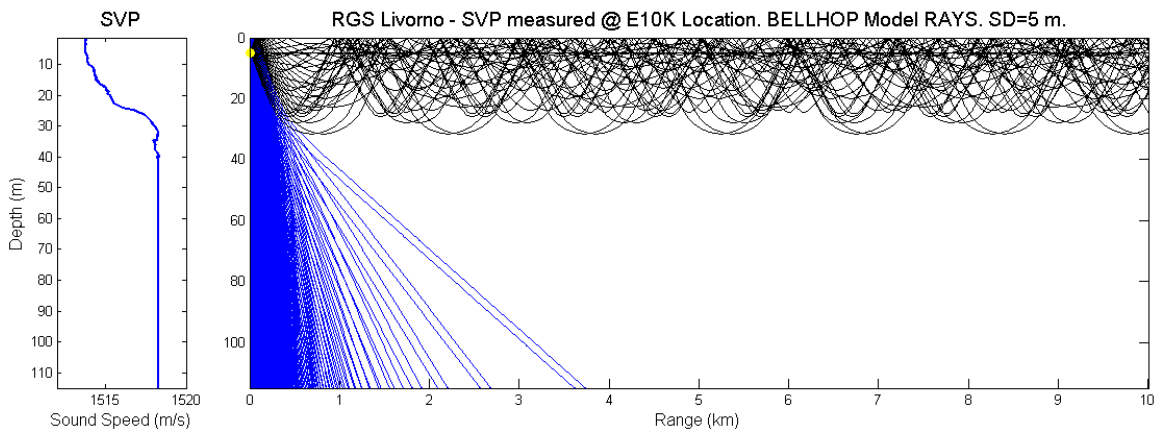


Figura 42 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in E10K, caratterizzato da un significativo termocline intorno ai 30m di profondità (modello Bellhop).

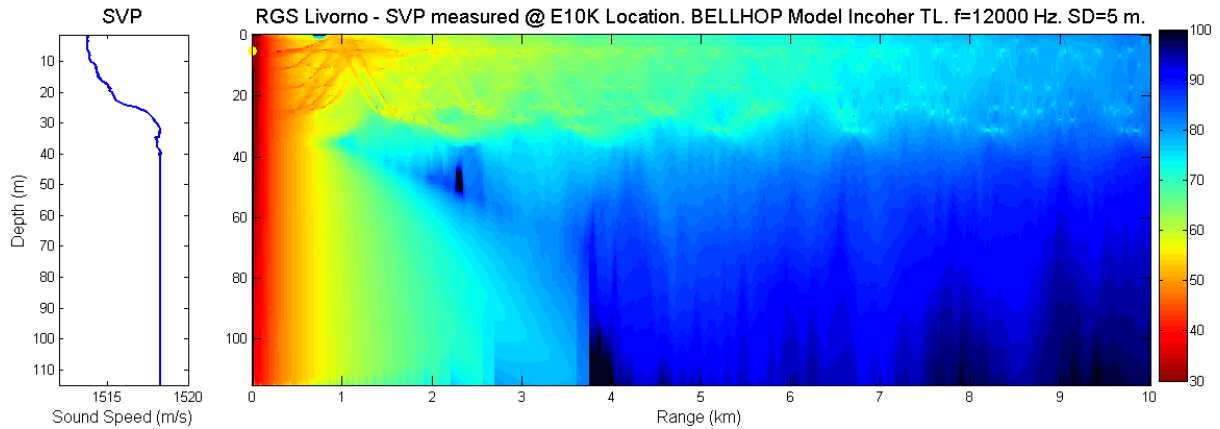


Figura 43 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato nel modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono nuovamente evidenziati per confronto.

Confronto fra simulazione e dati sperimentali

Facendo riferimento alle simulazioni, nel caso di propagazione del suono emesso in una stretta banda intorno a 12 kHz da un'ipotetica sorgente posta a 5m di profondità e propagante in direzione Sud, possiamo osservare che la Transmission Loss calcolata alla profondità di 8m fra 100 e 1000m è di circa 14 dB. Questa differenza di campo è molto vicina a quanto misurato nei dati sperimentali, cioè 13 dB fra le stazioni S100 e S1000, come si può notare dal confronto fra le relative PSDf (figura 10).

Considerando quindi il modello sufficientemente accurato almeno vicino alla superficie, la simulazione fornisce una TL di 37 dB allontanandosi di 100 metri dalla sorgente. Poiché la misura nella stazione N100 a 8 metri riporta un livello 70 dB re 1uPa/√Hz a 12 kHz, possiamo calcolare che il Source Level per quella sorgente a quella frequenza sia intorno a 107dB re 1uPa @ 1m.

Sulla base dei risultati acquisiti è emerso che non ci sono, da parte del Terminale, emissioni acustiche superiori al rumore di fondo in quasi tutto lo spettro in esame, ad esclusione di una emissione in una banda di circa 12 kHz centrata intorno ai 12-14 kHz, che sembra appartenere ad esso. Per i valori soglia si fa riferimento alle linee guida ISPRA, che distinguono la tipologia di rumore e raggruppano le specie di cetacei in funzione della loro sensibilità alle frequenze. Nel caso in esame dobbiamo fare riferimento ai valori soglia definiti per "rumori non impulsivi" e "cetacei a media frequenza", in considerazione sia della frequenza emessa che delle specie presenti nell'area del Terminale. Il valore soglia riportato nella tabella 7 delle Linee Guida per "rumori capaci di originare le prime significative risposte comportamentali" nel caso di "rumori non impulsivi" per "cetacei a media frequenza" è di 110-120 dB re 1 uPa/√Hz. Appare quindi evidente che la probabile emissione di rumore del Terminale precedentemente individuata con un livello di 107 dB re 1uPa @ 1 m è ben al di sotto delle soglie minime. Si sottolinea come tale materia è tuttora oggetto di studio ed in futuro tali soglie potrebbero esse riviste soprattutto per quanto riguarda le risposte comportamentali.

3.3.2 Bioacustica

In Figura 44 sono visualizzati i transetti di indagine e la localizzazione dell'avvistamento. In data 4 dicembre è stato effettuato un avvistamento di diciotto tursiopi tramite registrazione delle vocalizzazioni emesse (Figura 45).

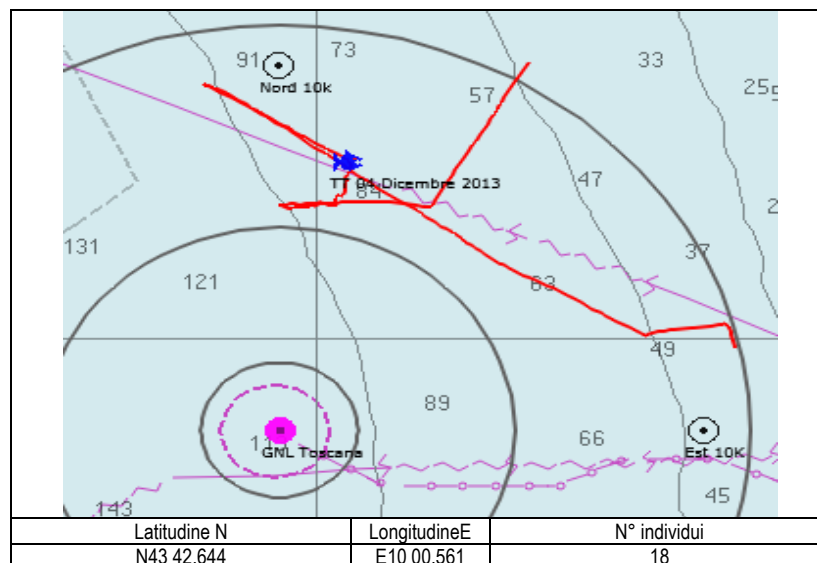
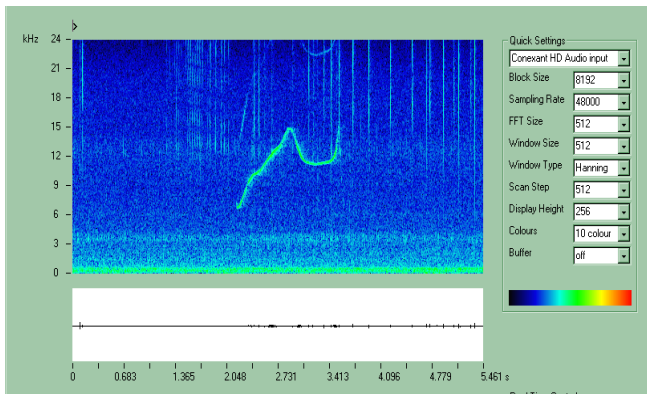
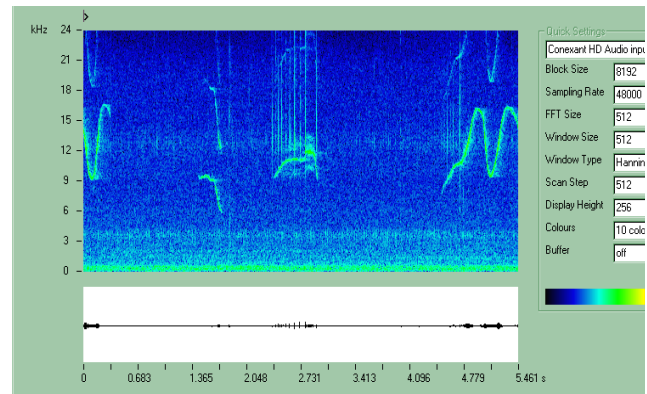


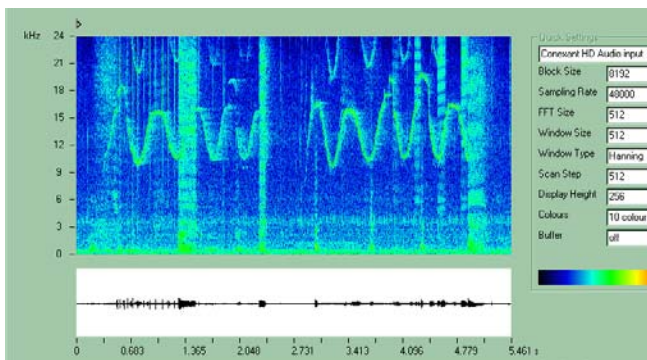
Figura 44 - Transetti ortogonali e localizzazione dell'avvistamento del 4 dicembre 2013.



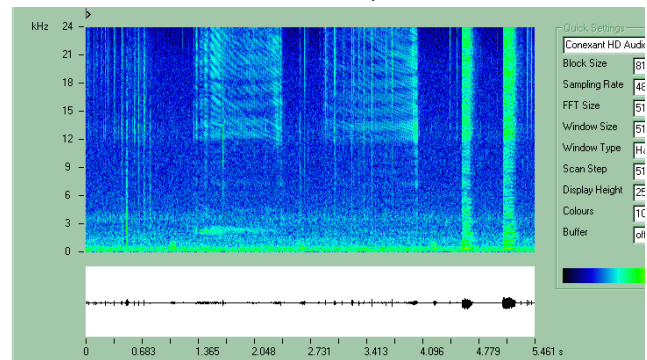
1. Fischio singolo



2. Fischi multipli



3. Fischi e comunicazione



4. Clicks e comunicazione

Figura 45 - Regrazioni delle emissioni acustiche di tursiopi in data 04/12/13

Le registrazioni effettuate sono rappresentate in spettrogrammi e sonogrammi e mostrano fischi di comunicazione nel range 6-16 kHz, mentre il biosonar (clicks) utilizzato dai cetacei per la ricognizione spaziale e la ricerca del cibo ha superato i 30 kHz (spettrogramma n. 3). Nel quarto spettrogramma sono state inoltre registrate vocalizzazioni identificabili come latrati e guaiti, anch'essi oltre il range di 30 kHz e di ampiezza a tutta banda, utilizzati normalmente dai cetacei per la comunicazione tra madri e figli. L'avvistamento effettuato mostra che le registrazioni acustiche, oltre quelle visive, hanno permesso quindi di individuare un gruppo familiare costituito da adulti maschi e femmine oltre che piccoli, presumibilmente figli di individui presenti. Durante l'avvistamento è stata notata la presenza di pesce, il che indica come il gruppo incontrato fosse impegnato in attività di caccia. Due individui hanno interagito con l'imbarcazione effettuando bow riding (surf sulla prua) per circa 3'.

4 RISULTATI SURVEY INVERNO 2014

4.1 COLONNA D'ACQUA

4.1.1 Profili idrologici

La temperatura (Figura 46) varia in un range compreso tra 14,09 e 14,75 °C in linea con le temperature tipiche del periodo e della zona di indagine; è evidente l'assenza del termoclino a tutte le profondità.

La salinità (Figura 47) mostra un andamento pressoché rettilineo tipico del periodo, compreso tra 37,6 e 38,2 ppt, dovuto al dinamismo delle masse d'acqua ed al conseguente rimescolamento e omogeneizzazione delle stesse.

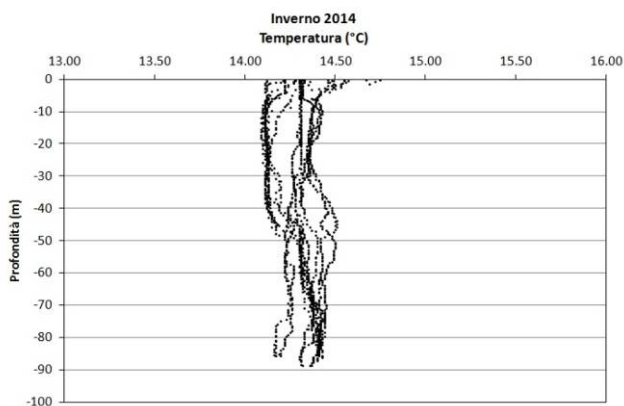


Figura 46 – Profili di temperatura (°C).

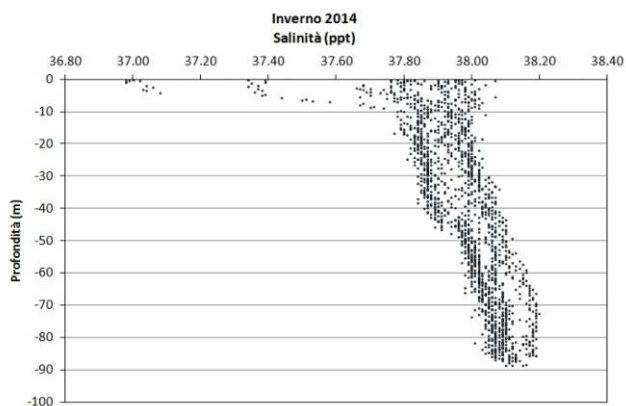


Figura 47 - Profili di salinità (ppt).

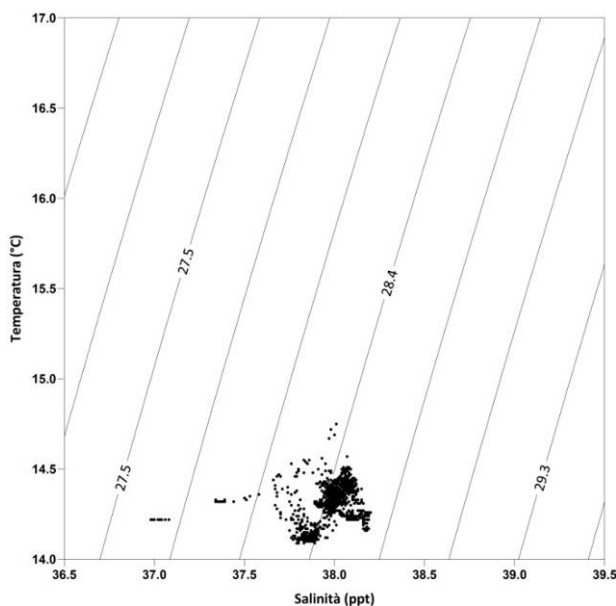


Figura 48 – Diagramma T/S.

Il diagramma T/S (Temperatura/Salinità) (Figura 48) mostra che le variazioni nelle masse d'acqua prossime al Terminale sono molto limitate, tipico delle masse d'acqua omogenee. Questo dato è in accordo con le caratteristiche delle masse d'acqua fortemente influenzate dal periodo di campionamento e dalle condizioni meteo-marine.

La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto, DO%, (Figura 49) presenta valori nel range 70-90%; con la profondità i valori si mantengono costanti.

La fluorescenza (Figura 50) varia tra 0,00 e 0,04 Volts. Nella maggiore parte dei campioni essa varia nell'intervallo 0,01-0,03 Volts. I valori più alti sono stati osservati tra i 20 ed i 50 metri di profondità.

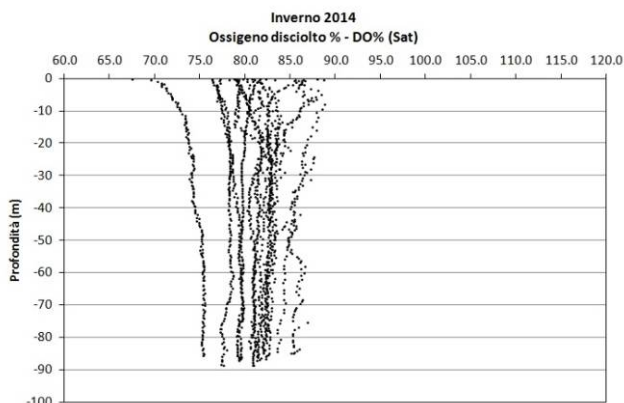


Figura 49 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).

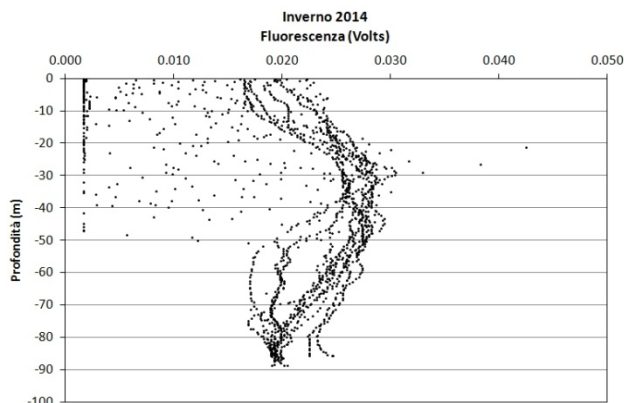


Figura 50 – Profili di fluorescenza.

I valori di pH (Figura 51) sono nella maggior parte dei casi inclusi nell'intervallo tra 7 e 8. In questo grafico sono evidenti 3 gruppi di profili: uno costituito da due stazioni con un valore di pH acido, un secondo comprendente le stazioni con pH tipico dell'acqua di mare (7,7-8,4) ed un terzo che include le stazioni con valori di pH basico (>8,4). I bassi valori di pH non sono relazionabili alle attività del Terminale. Essi, infatti, sono stati registrati nelle stazioni I14 MG6 (subito a Nord del punto di efflusso del rigassificatore) ed I14 MG9 (lontano dal punto di efflusso almeno 1000 m).

Nel secondo e terzo gruppo di stazioni l'andamento del pH è omogeneo lungo tutta la colonna d'acqua. I valori più elevati sono stati registrati nelle stazioni I14 MG7, I14 MG12, ed I14 MG13 situate intorno al punto di efflusso e quindi probabilmente condizionati da eventuali rilasci di Ipoclorito.

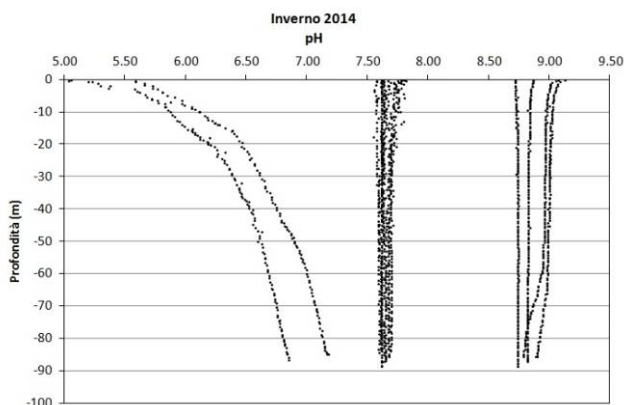


Figura 51 – Profili di pH.

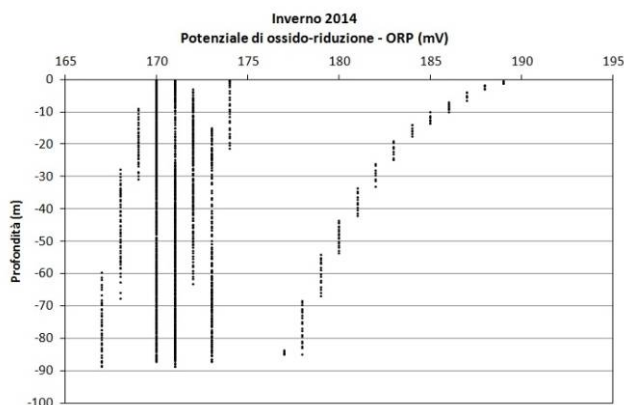


Figura 52 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.

I valori del potenziale redox, ORP, (Figura 52) variano in un range molto limitato, 165 e 190 mV. I valori più bassi sono in accordo con quelli di pH leggermente basici (>8,4).

Per quanto riguarda i valori di torbidità, questi sono molto bassi, prossimi allo 0, con pochi punti di misura con valori che raggiungono 0,8 NTU.

Misure di irradianza e irradianza spettrale

In Figura 53 sono riportati i profili di irradianza PAR (Photosynthetic Available Radiation) sottomarina normalizzati rispetto a quella contemporanea superficiale alle stazioni I14 MG7 e I14 MG10. La profondità della zona eufotica Z_{eu} (profondità alla quale la PAR si riduce all'1% di quella superficiale) varia da circa 32 m alle stazioni I14 MG3 e I14 MG6 a circa 43 m alla I14 MG10.

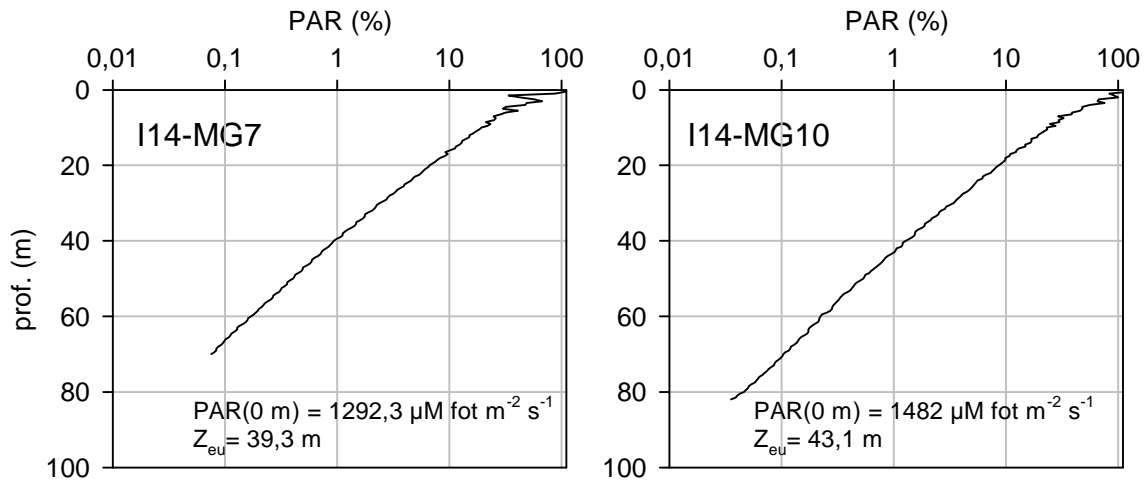


Figura 53 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), delle stazioni I14-MG7 e I14-MG10.

In Figura 54 sono riportati gli spettri della irradianza discendente tra 400 e 700 nm in superficie e alle varie profondità insieme con quelli della irradianza ascendente a 5m entrambe normalizzati per i loro massimi. I massimi di irradianza si attestano intorno alle lunghezze d'onda (λ_{max}) di 493- 494 nm.

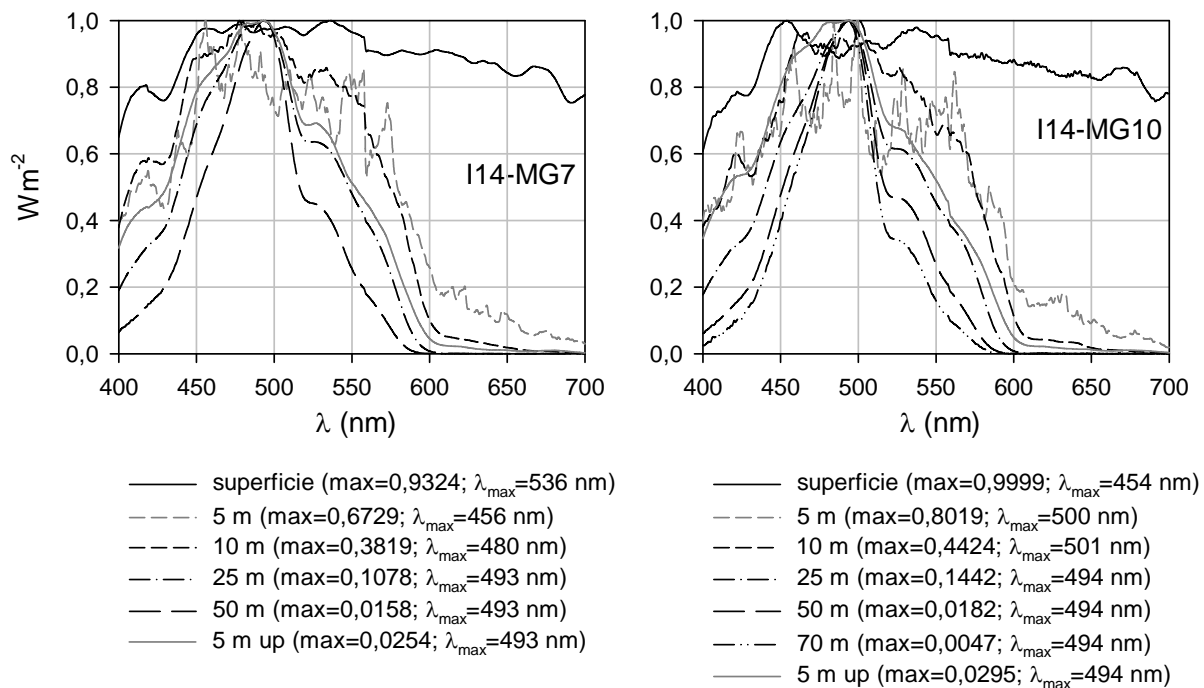


Figura 54- Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ($E_{max}(\lambda)$) riportato nella legenda insieme con la lunghezza dove si colloca (λ_{max}).

4.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Nutrienti inorganici disciolti

In Tabella 34 sono riportate le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), silicati (SiO_2), rilevati nelle 8 stazioni campionate. Sintetizzando la situazione con i valori medi, calcolati per tutte le stazioni e per tutte le profondità, si hanno: $2,192 \mu\text{M SiO}_2$, $0,107 \mu\text{M PO}_4$, $0,220 \mu\text{M NO}_2$ e $0,228 \mu\text{M NO}_3$.

La distribuzione dei nutrienti lungo la colonna d'acqua è rappresentata in Figura 55 e si presenta abbastanza uniforme, soprattutto per quanto riguarda nitriti e fosfati, in relazione alla sostanziale omogeneità termalina della colonna d'acqua. Le concentrazioni degli ortofosfati sono in qualche caso al limite della rilevabilità, come è frequente in queste acque. Qualche stazione, come la I14-MG10 e la I14-MG13 presenta concentrazioni leggermente più alte in superficie e a 12,5 m mentre la stazione I14 MG6 ha la concentrazione maggiore a 50 m nel caso dei nitriti ma le concentrazioni e la distribuzione più o meno uniforme lungo la profondità sono quelle attese per la situazione invernale del Mar Tirreno. Nitrati e silicati presentano una maggiore variabilità in quanto si sono rilevati valori alti, particolarmente per il silicio, a 12,5 m nelle stazioni I14 MG5, I14 MG12, I14 MG13, che producono una maggiore eterogeneità dei profili.

Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

Le concentrazioni di TSM in tutte le stazioni sono riportate in Tabella 35. La media generale è $1,146 \text{ mg L}^{-1}$ con valore minimo di $0,621 \text{ mg L}^{-1}$ a 70 m alla stazione I14 MG12 e massimo di $1,499 \text{ mg L}^{-1}$ a 12,5 m alla stazione I14 MG6.

Lungo la colonna d'acqua (Figura 56), le concentrazioni di TSM mostrano un andamento simile nella maggior parte delle stazioni con valori massimi superficiali e subsuperficiali e minimi tra 50 e 70 m. Solo la stazione I14 MG10 presenta un massimo a 50 m con $1,364 \text{ mg L}^{-1}$.

La distribuzione batimetrica della frazione organica di TSM (POM) è simile a quella di TSM (Figura 56). Le concentrazioni di POM a tutte le profondità nelle stazioni I14 MG3 ed I14-MG6 sono maggiori di quelle nelle altre stazioni. La % di POM rispetto al TSM è in media del 25,3% e varia tra il 5,5% (I14 MG5) ed il 50% (I14-MG6). In generale queste percentuali sono più alte alle stazioni I14 MG6 e I14 MG3 dove oscillano dal 32 al 50 %.

 Tabella 34 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM).

Stazione	Prof. m	$\text{SiO}_2 \mu\text{M}$	$\text{PO}_4 \mu\text{M}$	$\text{NO}_2 \mu\text{M}$	$\text{NO}_3 \mu\text{M}$	Stazione	Prof. m	$\text{SiO}_2 \mu\text{M}$	$\text{PO}_4 \mu\text{M}$	$\text{NO}_2 \mu\text{M}$	$\text{NO}_3 \mu\text{M}$
I14 MG3	0,5	2,579	0,043	0,276	0,385	I14 MG9	0,5	1,845	0,124	0,217	0,112
	12,5	2,438	<0,03	0,262	0,191		12,5	1,774	0,119	0,226	0,117
	50	1,822	0,133	0,190	0,130		50	1,795	0,116	0,230	0,385
	70	1,642	<0,03	0,109	0,139		70	1,635	0,214	0,151	0,334
I14 MG5	0,5	1,815	0,068	0,219	0,243	I14 MG10	0,5	1,805	0,163	0,266	0,092
	12,5	4,104	0,073	0,258	0,697		12,5	2,052	0,151	0,251	0,122
	50	1,981	0,081	0,194	0,151		50	1,728	0,141	0,115	0,178
	70	1,654	<0,03	0,295	0,088		70	1,466	0,142	0,082	0,234
I14 MG6	0,5	1,947	<0,03	0,264	0,125	I14 MG12	0,5	1,764	0,103	0,154	0,135
	12,5	1,941	<0,03	0,258	0,137		12,5	6,863	0,075	0,260	0,709
	50	1,769	0,035	0,349	0,181		50	2,012	0,051	0,216	<0,03
	70	1,823	0,296	0,313	0,407		70	1,746	0,073	0,209	<0,03
I14 MG7	0,5	1,782	<0,03	0,250	0,044	I14 MG13	0,5	2,697	0,031	0,293	0,222
	12,5	2,072	<0,03	0,205	<0,03		12,5	5,954	0,147	0,298	0,531
	50	1,792	0,032	0,196	0,151		50	1,657	<0,03	0,163	0,140
	70	1,826	0,084	0,258	0,278		70	1,507	<0,03	0,122	0,193

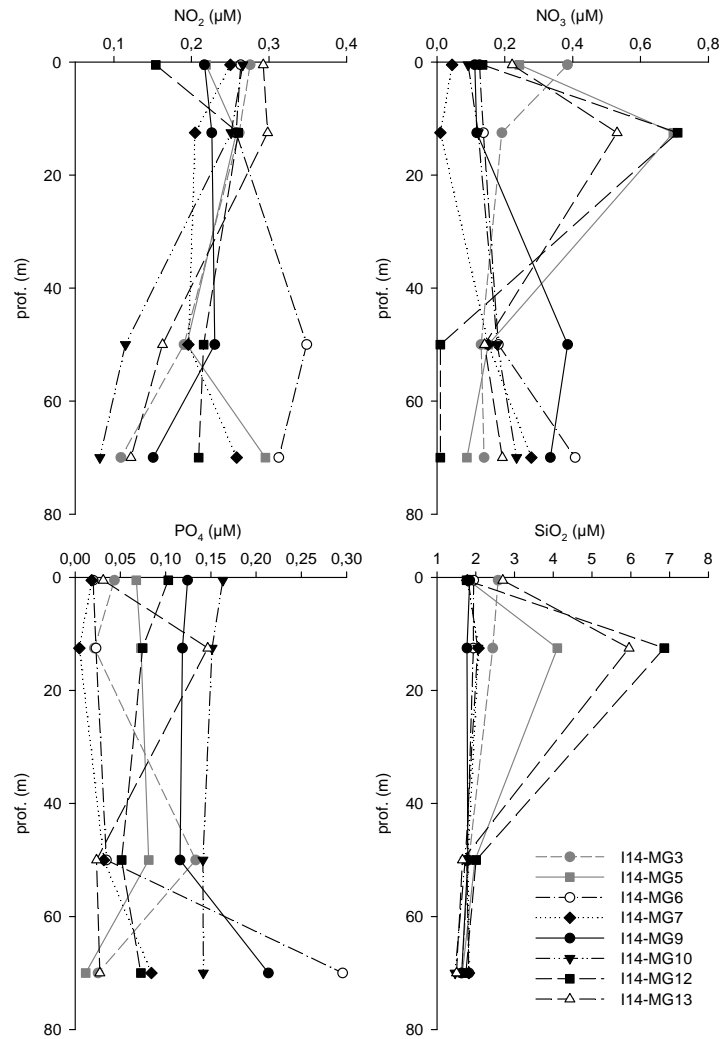

 Figura 55 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO₂ (nitriti), NO₃ (nitrati), PO₄ (fosfati), SiO₂ (silicati).

Tabella 35 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate.				
Prof. m	Stazione	TSM mg L ⁻¹	Stazione	TSM mg L ⁻¹
0,5	I14 MG3	1,4903	I14 MG9	1,3477
12,5		1,1750		1,3947
50		1,1207		0,9660
70		1,0053		0,8877
0,5	I14 MG5	1,3237	I14 MG10	1,2540
12,5		1,3147		1,3530
50		0,9013		1,3640
70		1,0000		0,9710
0,5	I14 MG6	1,4397	I14 MG12	1,3463
12,5		1,4993		0,9563
50		1,0703		0,8590
70		0,8670		0,6210
0,5	I14 MG7	1,1610	I14 MG13	1,3080
12,5		1,3551		1,1830
50		1,0043		0,8537
70		1,1130		1,1577

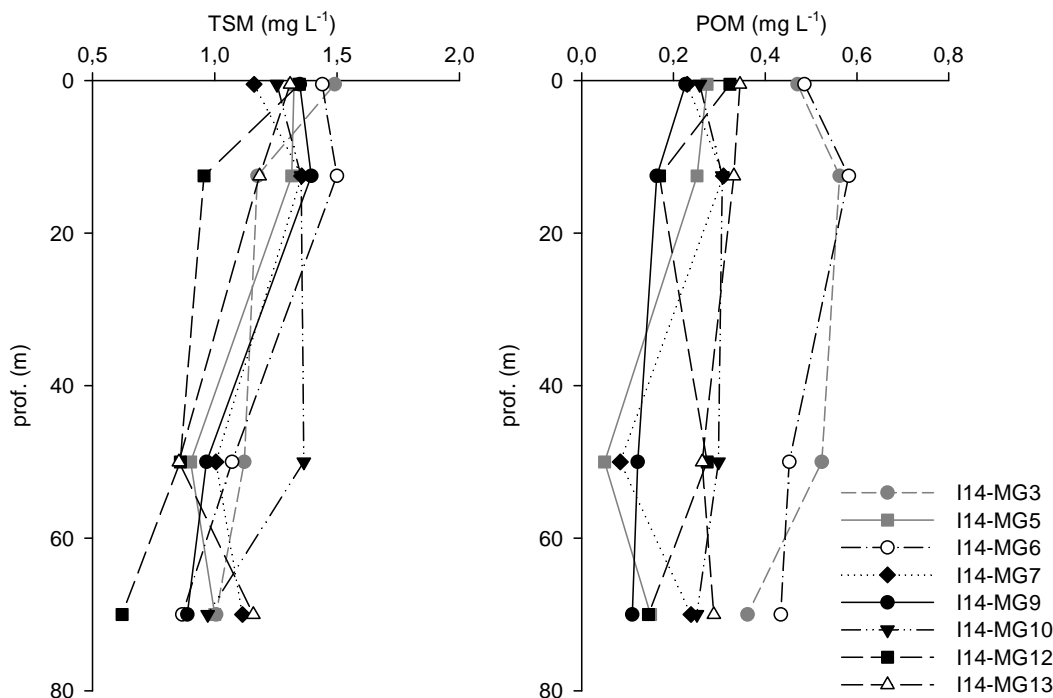


Figura 56 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.

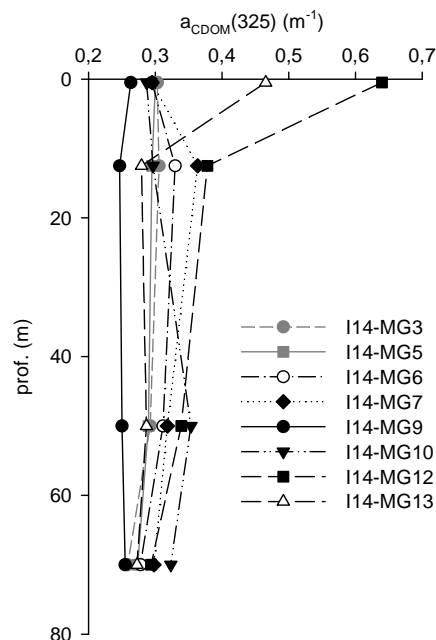
Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)

Gli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) variano da un minimo di 0,247 m^{-1} (stazione I14 MG9, 12,5 m) ad un massimo di 0,640 m^{-1} (stazione I14 MG12, 0,5 m), con un valore medio di 0,314 m^{-1} (Tabella 36).

La maggior parte delle stazioni presenta andamento regolare lungo la colonna d'acqua con massimi superficiali o sub superficiali non molto marcati e minimi a 70 m (Figura 57). I massimi superficiali sono invece particolarmente evidenti alle stazioni I14 MG12 e I14 MG13.

Tabella 36 - Assorbimento della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm.

Prof. m.	Stazione	$a_{CDOM}(325)$ m^{-1}	Stazione	$a_{CDOM}(325)$ m^{-1}
0,5	I14 MG3	0,3032	I14 MG9	0,2635
12,5		0,3058		0,2467
50		0,2927		0,2503
70		0,2588		0,2550
0,5	I14 MG5	0,3002	I14 MG10	0,2872
12,5		0,2952		0,2968
50		0,2898		0,3536
70		0,2738		0,3232
0,5	I14 MG6	0,2952	I14 MG12	0,6396
12,5		0,3299		0,3782
50		0,3118		0,3390
70		0,2779		0,2938
0,5	I14 MG7	0,2954	I14 MG13	0,4656
12,5		0,3636		0,2795
50		0,3182		0,2868
70		0,2980		0,2728


 Figura 57- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) nelle diverse stazioni.

Clorofilla a e diversità pigmentaria

Le concentrazioni della clorofilla a variano da un minimo di 0,149 mg m⁻³ alla stazione I14 MG5, 70 m a un massimo di 1,029 mg m⁻³ alla stazione I14 MG12, 0,5 m, con un valore medio di 0,459 mg m⁻³ (Tabella 37).

L'andamento delle concentrazioni lungo la colonna d'acqua presenta caratteristiche simili tra le varie stazioni con massimi prevalentemente superficiali e subsuperficiali (particolarmente evidenti alle stazioni I14 MG12 ed I14 MG13) e valori minimi a 70 m tranne che per le stazioni I14 MG10 ed I14 MG7 in cui i massimi si raggiungono a 50 m e, in quest'ultima, le concentrazioni minime si registrano a 12,5 m (Figura 58).

Prof. m	Stazione	chl a tot mg m ⁻³	Stazione	chl a tot mg m ⁻³
0,5	I14 MG3	0,6733	I14 MG9	0,4895
12,5		0,6181		0,4971
50		0,4246		0,2266
70		0,2328		0,1905
0,5	I14 MG5	0,4763	I14 MG10	0,3450
12,5		0,5591		0,3728
50		0,4885		0,4483
70		0,1493		0,3283
0,5	I14 MG6	0,5720	I14 MG12	1,0286
12,5		0,5826		0,5159
50		0,5096		0,4636
70		0,3413		0,4068
0,5	I14 MG7	0,4179	I14 MG13	0,8824
12,5		0,3901		0,4970
50		0,4827		0,3502
70		0,4536		0,2691

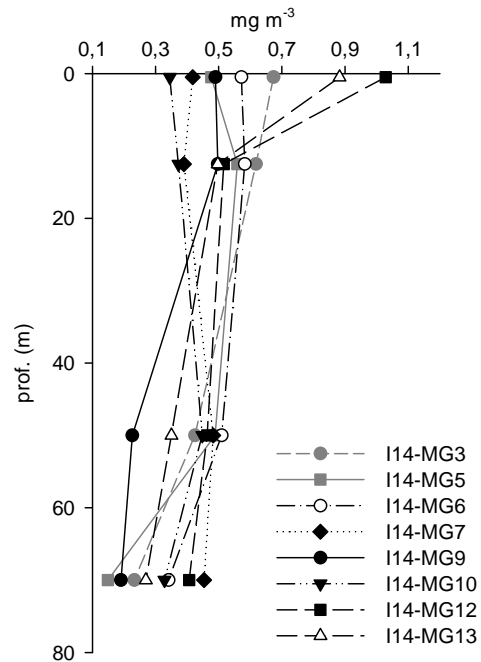


Figura 58 - Profili della concentrazione di clorofilla a tot, alle diverse stazioni.

Le concentrazioni dei nove pigmenti diagnostici principali sono riportate in Tabella 38. La Fuco varia tra 0,016 e 0,116 mg m⁻³; Perid tra 0,002 e 0,010 mg m⁻³; Hex-Fuco tra 0,026 e 0,149 mg m⁻³; But-Fuco tra 0,011 e 0,056 mg m⁻³; Prasino tra 0,001 e 0,061 mg m⁻³; Allo tra 0,004 e 0,085 mg m⁻³; Zea tra 0,012 e 0,056 mg m⁻³; DVA tra 0,002 e 0,423 mg m⁻³ e infine Chl b tra 0,022 e 0,174 mg m⁻³.

Stazione	Prof.m	Fuco	Perid	Hex-Fuco	But-Fuco	Prasino	Allo	Zea	DVA	Chl b
I14 MG3	0,5	0,1158	0,0052	0,1003	0,0418	0,0229	0,0203	0,0234	0,0100	0,0770
	12,5	0,0957	0,0060	0,1042	0,0449	0,0260	0,0219	0,0278	0,0099	0,0919
	50	0,0453	0,0028	0,0899	0,0385	0,0146	0,0098	0,0395	0,0175	0,0619
	70	0,0192	0,0054	0,0520	0,0206	0,0052	0,0058	0,0308	0,0127	0,0354
I14 MG5	0,5	0,0501	0,0051	0,0748	0,0280	0,0090	0,0105	0,0358	0,0143	0,0597
	12,5	0,0635	0,0101	0,1083	0,0385	0,0145	0,0148	0,0385	0,0162	0,0817
	50	0,0625	0,0052	0,1106	0,0466	0,0166	0,0113	0,0324	0,0105	0,0703
	70	0,0289	0,0051	0,0264	0,0107	0,0019	0,0038	0,0142	0,0032	0,0216
I14 MG6	0,5	0,0911	0,0038	0,1054	0,0413	0,0193	0,0148	0,0216	0,0153	0,0825
	12,5	0,0913	0,0063	0,0901	0,0424	0,0229	0,0172	0,0265	0,0201	0,0923
	50	0,0591	0,0047	0,1137	0,0487	0,0190	0,0096	0,0368	0,0195	0,0856

Tabella 38 - Concentrazioni (mg m⁻³) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici. Fuco=Fucoxantina, Perid= Peridina, Hex-Fuco= Hesanoiloxifucoxantina, But-Fuco= Butanoiloxifucoxantina, Prasino= Prasincoxantina, Allo= Alloxantina, Zea= Zea= Zeaxantina, DVA=Divinilclorofilla a, Chl b= Clorofilla b+Divinilclorofilla b.

	70	0,0349	0,0029	0,0749	0,0341	0,0100	0,0071	0,0404	0,0228	0,0484
I14 MG7	0,5	0,0347	0,0051	0,0648	0,0280	0,0165	0,0142	0,0221	0,0125	0,0601
	12,5	0,0354	0,0031	0,0497	0,0237	0,0103	0,0083	0,0239	0,0090	0,0677
	50	0,0389	0,0061	0,1492	0,0476	0,0077	0,0098	0,0565	0,0260	0,0534
	70	0,0363	0,0052	0,0838	0,0301	0,0083	0,0079	0,0349	0,0216	0,0632
I14 MG9	0,5	0,0650	0,0048	0,0780	0,0308	0,0107	0,0119	0,0307	0,0124	0,0617
	12,5	0,0703	0,0055	0,0841	0,0321	0,0129	0,0136	0,0299	0,0144	0,0639
	50	0,0507	0,0039	0,0303	0,0168	0,0024	0,0068	0,0130	0,0023	0,0270
	70	0,0371	0,0049	0,0287	0,0131	0,0019	0,0052	0,0119	0,0071	0,0216
I14 MG10	0,5	0,0399	0,0025	0,0475	0,0245	0,0072	0,0075	0,0197	0,0096	0,0542
	12,5	0,0366	0,0033	0,0444	0,0240	0,0084	0,0077	0,0175	0,0120	0,0578
	50	0,0321	0,0046	0,1070	0,0360	0,0048	0,0074	0,0480	0,0295	0,0526
	70	0,0160	0,0054	0,0722	0,0260	0,0014	0,0046	0,0438	0,0301	0,0299
I14 MG12	0,5	0,1140	0,0083	0,1158	0,0560	0,0612	0,0854	0,0204	0,0154	0,1739
	12,5	0,0497	0,0015	0,1037	0,0442	0,0213	0,0103	0,0308	0,0148	0,0823
	50	0,0539	0,0042	0,1100	0,0449	0,0131	0,0076	0,0314	0,0194	0,0839
	70	0,0464	0,0037	0,1092	0,0439	0,0114	0,0072	0,0369	0,0184	0,0572
I14 MG13	0,5	0,1082	0,0062	0,1150	0,0474	0,0403	0,0521	0,0237	0,0094	0,1359
	12,5	0,0432	0,0024	0,1024	0,0366	0,0167	0,0079	0,0296	0,0175	0,0671
	50	0,0526	0,0043	0,0590	0,0292	0,0138	0,0065	0,0230	0,0130	0,0651
	70	0,0419	0,0045	0,0456	0,0213	0,0052	0,0041	0,0213	0,0134	0,0360

Oltre i valori in termini assoluti della concentrazione dei pigmenti fitoplanctonici (che risultano proporzionali alla biomassa dei gruppi tassonomici dei quali costituiscono i markers) sono significative anche le loro variazioni in termini relativi e cioè rispetto alla somma totale dei pigmenti diagnostici che quindi sono proporzionali alla composizione tassonomica (Figura 59). In generale la composizione pigmentaria risulta sempre abbastanza diversificata, con i singoli pigmenti che non superano mai il 38% del totale. Il pigmento più rappresentativo nella maggior parte delle stazioni è la Hex-Fuco che è il marker delle Prymnesiophyceae coccolitofori. La percentuale media di Hex-Fuco è di circa il 26%, con i valori più alti alle profondità di 50 e 70 m, i valori minimi sono del 18 % alla stazione I14 MG12 in superficie, mentre quelli più alti sono del 38% a 50 m della stazione I14 MG7. Il pigmento che segue per rappresentatività è la Chl *b* (indicatore delle Chlorophyta) che è presente con una frazione percentuale in media di circa il 20%, questa frazione è leggermente maggiore negli strati superficiali rispetto ai profondi, e presenta valori minimi del 16% a 70 m nella stazione I14 MG9 mentre i più elevati (29%) si registrano a 12,5 m alla stazione I14 MG7. La Fuco (marker delle Diatomee) presenta valori medi di circa il 18%, con i valori massimi negli strati superficiali (max 28% stazione I14 MG3 0,5 m) e minimi profondi (min 7% stazione I14 MG10 70 m). La But-Fuco (marker di Dictyochophyceae, Chrysophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori) risulta presente con una frazione percentuale significativa ed abbastanza costante in tutti i campioni con valori medi di circa 11%. Infine anche la frazione picoplanctonica totale relativa ai cianobatteri e costituita dalla somma di Zea (marker delle forme assimilabili al genere *Synechococcus*) e (DVA (marker del genere *Prochlorococcus*) risulta rappresentata con una frazione rilevante, che in media è circa il 15%.

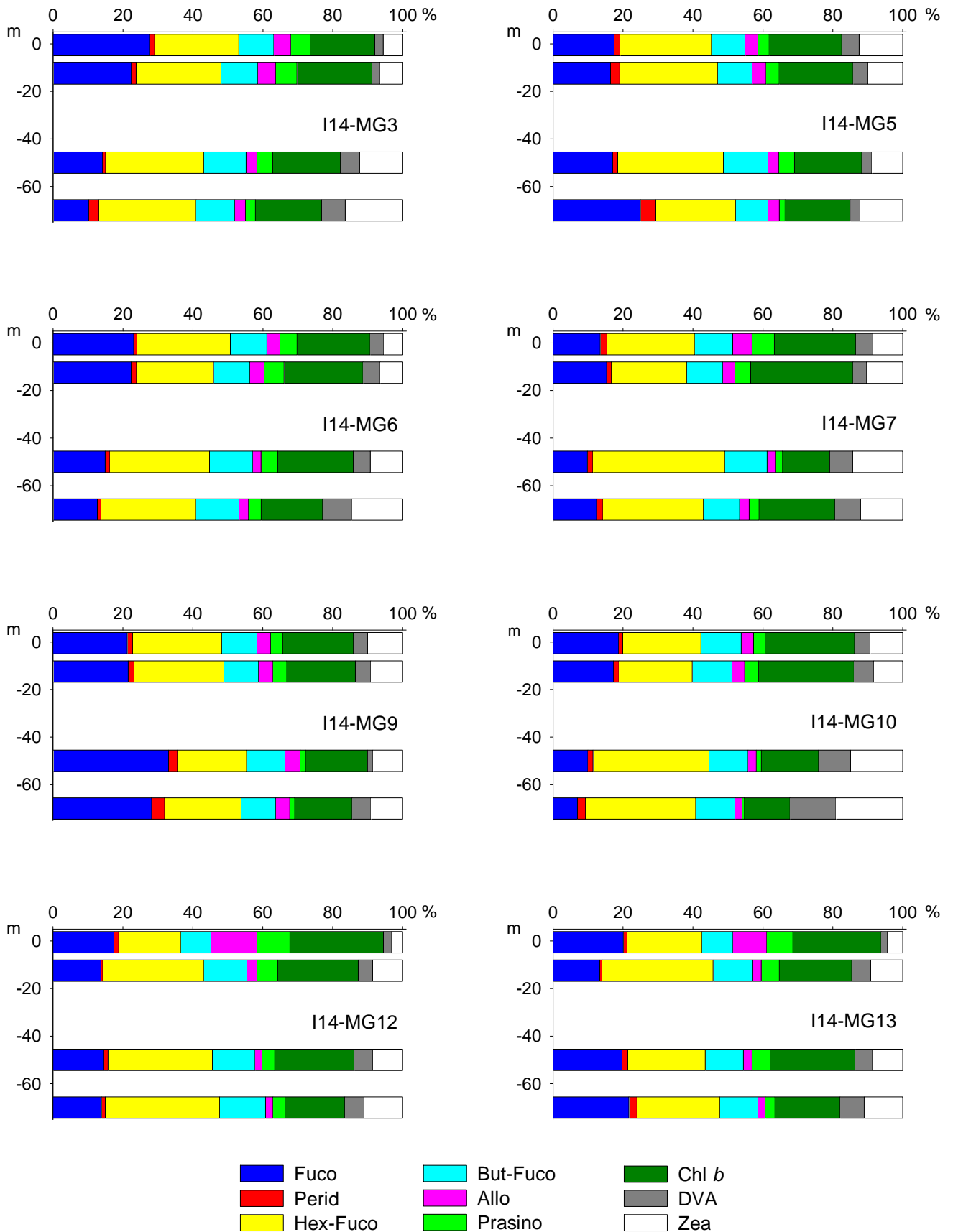


Figura 59 – Istogrammi della composizione percentuale di ognuno dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chl*b*+DVA+Zea).

Tensioattivi

Le concentrazioni dei tensioattivi non ionici (Tabella 39) risultano al di sotto del limite di quantificazione della metodica. Al contrario sono presenti i tensioattivi anionici.

Tabella 39 - Concentrazione tensioattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro.

Profondità	I14 MG3				I14 MG5				I14 MG6				I14 MG7			
	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
tensioattivi anionici	0,33	0,29	0,3	0,37	0,35	0,18	0,09	0,22	0,21	0,19	0,15	0,18	0,25	0,11	< 0,03	< 0,03
tensioattivi non ionici	0,11	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,05	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Profondità	I14 MG9				I14 MG10				I14 MG12				I14 MG13			
	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
tensioattivi anionici	0,22	0,26	0,23	0,15	0,21	0,32	0,24	0,19	0,24	0,24	0,26	0,24	0,29	0,14	0,21	0,44
tensioattivi non ionici	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03

Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella Tabella 40. L'unico composto rilevato è il bromoformio.

Tabella 40 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.

Profondità (m)	I14 MG3				I14 MG5				I14 MG6				I14 MG7			
	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
Acidi aloacetici (µg/l)																
Dalapon	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Dibromoacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Tribromoacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Monobromoacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Bromodichloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Bromocloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Dichloroacetico	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Acido Tricloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Monocloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Clorodibromoacetico	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Aloacetoni nitrili (µg/l)																
Dibromoacetoni nitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dichloroacetoni nitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tricloroacetoni nitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloropicrina	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Alometani e VOC (µg/l)																
Cloroformio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbonio Tetracloruro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibromo Cloro Metano	0,01	0,03	0,06	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,07	0,03	0,03	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Bromoformio	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,08	0,02	0,04	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,2-Dibromo Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,1-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2,4,6-Triclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Tabella 40 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.

Pentaclorofenolo	<0,2				<0,2				<0,2				<0,2			
	I14 MG9				I14 MG10				I14 MG12				I14 MG13			
Profondità (m)	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
Acidi aloacetici (µg/l)																
Dalapon	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Dibromoacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Tribromoacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Monobromoacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Bromodichloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Bromocloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Dichloroacetico	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Acido Tricloroacetico	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acido Monocloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Clorodibromoacetico	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Aloacetonitrili (µg/l)																
Dibromoacetonitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dicloroacetonitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tricloroacetonitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloropicrina	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Alometani e VOC (µg/l)																
Cloroformio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbonio Tetracloruro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dicloro Bromo Metano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetracloro Etilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibromo Cloro Metano	0,04	0,11	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,10	0,03	0,03	0,03
Bromoformio	0,04	0,16	0,05	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,02	0,02	0,03
1,2-Dibromo Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,1-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,2-Tricloro Etano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2,4,6-Triclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Pentaclorofenolo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Idrocarburi totali

Nella Tabella 41 sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli idrocarburi totali. Questi contaminanti sono risultati assenti.

Tabella 41 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in microgrammi/litro. In neretto (0,5 - 12,5 - 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri.

I14 MG3				I14 MG5				I14 MG6				I14 MG 7			
0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0
< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
I14 MG 9				I14 MG 10				I14 MG 13				I14 MG 12			
0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0
< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica (Tabella 42) emerge l'assenza di contaminazione fecale.

	I14 MG3	I14 MG5	I14 MG6	I14 MG 7	I14 MG 9	I14 MG 10	I14 MG 13	I14 MG 12
Coliformi fecali	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptococchi fecali (enterococchi)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformi totali	-	-	-	-	-	-	-	-

4.1.3 Plancton
4.1.3.1 Fitoplancton
Analisi quantitativa e qualitativa del fitoplancton da bottiglia

Le densità cellulari variano tra $68,5 \cdot 10^3$ e $224 \cdot 10^3$ cell L⁻¹ (Tabella 43), con una media di $125 \cdot 10^3$ cell L⁻¹. Le densità diminuiscono dai massimi superficiali o subsuperficiali verso i minimi a 70 m, presentando comunque una struttura relativamente omogenea lungo la colonna d'acqua (Figura 60). I valori delle abbondanze fitoplanctoniche non presentano anomalie.

Dall'analisi tassonomica delle comunità (Figura 61) si evidenzia che le maggiori abbondanze sono dovute al gruppo "altro plancton" comprendente nanoflagellati di diverse classi o phyla (Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Euglenoidea, Chlorophyta, Prasinophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori) o di incerta identificazione. Quindi le comunità fitoplanctoniche appaiono molto diversificate e dominate dalla componente dei nanoflagellati.

Le singole classi tassonomiche dominanti sono invece diatomee e Prymnesiophyceae coccolitofori, come generalmente atteso per la stagione esaminata, con variazioni tra circa il 20% ed il 40% ed il 25% ed il 37%, rispettivamente. Questa struttura generale delle comunità fitoplanctoniche è comune a tutte le stazioni campionate e si osserva una maggior presenza di nanoflagellati e diatomee soprattutto in superficie mentre in profondità aumenta il contributo dei coccolitofori.

Per quanto riguarda la ricchezza specifica si nota un'elevata diversità delle comunità, infatti sono stati individuate 118 specie (Tabella 44) appartenenti alle principali classi a cui si aggiungono i taxa non identificati a livello di specie e la categoria dei "Flagellati $\leq 10 \mu\text{m}$ n.i.", per un totale di 153 entità tassonomiche rilevate.

Stazione	prof. (m)	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Altro	Totale
I14 MG6	0,5	63,442	6,840	28,301	79,739	178,322
	12,5	57,109	4,065	24,930	53,383	139,487
	50	29,266	7,926	34,550	49,522	121,264
	70	22,288	7,858	31,976	33,669	95,791
I14 MG7	0,5	16,860	3,584	23,364	67,306	111,114
	12,5	27,007	7,065	28,591	58,767	121,430
	50	14,536	7,301	32,458	58,345	112,641
	70	18,555	5,031	26,918	67,752	118,256
I14 MG10	0,5	35,354	5,400	29,441	59,524	129,719
	12,5	31,193	4,289	27,424	55,042	117,948
	50	15,700	6,028	27,822	47,497	97,047
	70	7,056	6,039	26,318	31,467	70,881
I14 MG12	0,5	16,869	3,861	21,136	149,920	191,786
	12,5	20,600	2,209	31,713	70,054	124,576
	50	23,070	6,888	39,641	56,602	126,201
	70	20,470	6,109	32,882	58,422	117,883
I14 MG13	0,5	24,612	3,487	27,831	58,815	114,746
	12,5	23,962	2,921	22,502	174,835	224,219
	50	26,423	7,109	36,617	47,146	117,294
	70	19,797	4,639	23,651	20,515	68,602

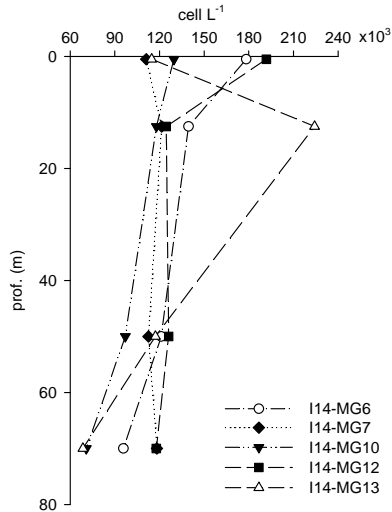


Figura 60 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali (cell L⁻¹ 10³) nelle diverse stazioni.

Tabella 44 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni analizzati.

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	35	11	4
Dinoflagellati	45	3	4
Pymnesiophyceae coccolitofori	22	1	1
Cryptophyceae	1		1
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	7		1
Euglenoidea/Chlorophyta			2
Prasinophyceae	1	2	1
Pymnesiophyceae non coccolitofori	1	2	
Altro	6	1	
Totale	118	20	14

*Con il termine "Categorie superiori" si intendono livelli tassonomici sopragenerici

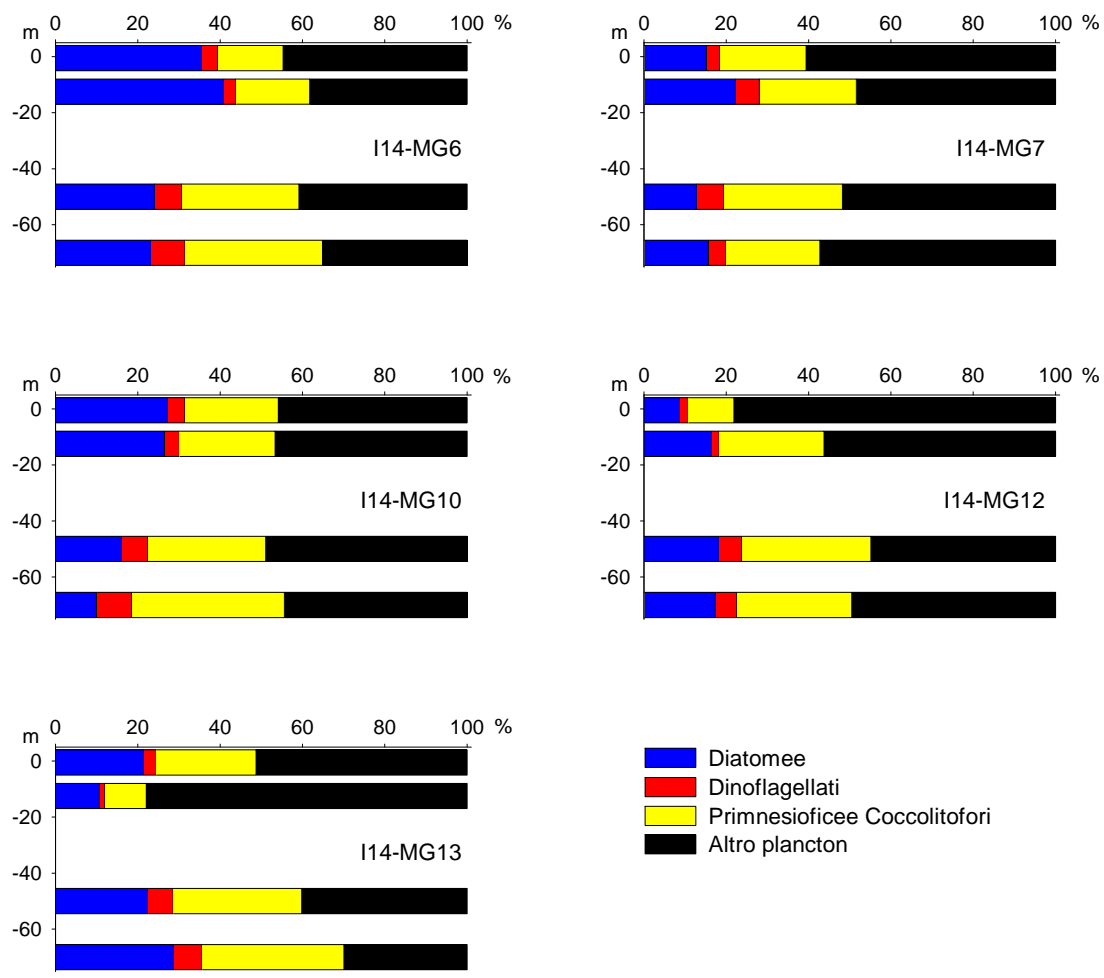


Figura 61 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.

La diversità specifica (H'), calcolata per ogni campione tramite l'indice di Shannon, varia tra 3,07 e 3,76 bit cell⁻¹, e l'equitabilità (Pielou) tra 0,57 e 0,68. Dall'analisi della composizione e dai valori di diversità, si rilevano quindi comunità fitoplanctoniche ricche e differenziate in cui alcune specie presentano abbondanze notevolmente superiori alla generalità delle altre e determinano quindi una diminuzione dell'equitabilità che in effetti è sempre inferiore a 0,7. In particolare le specie dominanti sostanzialmente in tutti i popolamenti sono le diatomee *Cylindrotheca closterium* e una forma del genere *Plagiotropis* non identificata a livello di specie, *Emiliania huxleyi* per i

coccolitofori. Tra i nanoflagellati raggruppati come "altro", dominano alcune forme ricorrenti appartenenti a Prasinophyceae (*Pyramimonas* spp.), Cryptophyceae (*Plagioselmis* cf. *prolonga*), Prymnesiophyceae non coccolitofori (*Phaeocystis* sp.)
In Tabella 45 è riportato l'elenco di tutti i taxa individuati dalle analisi microscopiche.

Tabella 45 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.		
DIATOMEE		
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round 1990	<i>Entomoneis</i> sp.	<i>Pleurosigma delicatulum</i> Smith 1852
<i>Asteromphalus heptactis</i> (Brébisson) Ralfs 1861	<i>Fragilariopsis</i> sp.	<i>Pleurosigma intermedium</i> Smith 1853
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve 1889	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	<i>Pleurosigma naviculaceum</i> Brébisson 1854
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873	<i>Lennoxia faveolata</i> Thomsen & Buck 1993	<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs 1861
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg 1845	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden 1928
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow 1863	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meunier 1913	<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) Agardh 1831	<i>Pseudo-nitzschia subfraudulenta</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough 1905	<i>Navicula distans</i> (Smith) Ralfs 1861	<i>Rhizosolenia</i> sp.
<i>Coscinodiscus janischii</i> Schmidt 1878	<i>Navicula</i> sp.	<i>Skeletonema pseudocostatum</i> Medlin 1991
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Nitzschia</i> (sez. <i>sigmatae</i>) sp.	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	<i>Nitzschia bicapitata</i> Cleve 1901	<i>Synedra</i> sp.
Diatomee centriche $\leq 20 \mu\text{m}$	<i>Nitzschia bilobata</i> Smith 1853	<i>Thalassionema</i> cf. <i>bacillata</i> (Heiden) Kolbe 1955
Diatomee centriche $> 20 \mu\text{m}$	<i>Nitzschia commutata</i> Grunow 1880	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff 1986
Diatomee pennate $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhors 1862	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902
Diatomee pennate $> 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Thalassiosira angulata</i> (Gregory) Hasle 1978
<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1845	<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow 1884	<i>Thalassiosira</i> spp.
<i>Diploneis interrupta</i> (Kützing) Cleve 1894	<i>Plagiotropis</i> sp.	
DINOFLAGELLATI		
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i> Halim 1960	<i>Histioneis variabilis</i> Schiller 1933	<i>Oxytoxum sceptrum</i> (Stein) Schroder 1906
<i>Amphidinium</i> spp.	<i>Karenia brevis</i> (Davis) Hansen & Moestrup 2000	<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein 1883
<i>Amphidoma caudata</i> Halldal 1953	<i>Mesoporus perforatus</i> (Gran) Lillick 1937	<i>Oxytoxum variabile</i> Schiller 1937
<i>Cochlodinium pulchellum</i> Lebour 1917	<i>Minuscula bipes</i> (Paulsen) Lebour 1925	<i>Oxytoxum viride</i> Schiller 1937
Dinoflagellati tecati $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Neoceratium compressum</i> (Gran) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia 2010	<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911
Dinoflagellati tecati $> 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Neoceratium declinatum</i> (Karsten) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domergue 1889
<i>Dinophysis ovum</i> (Schütt) Abé	<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich 1970
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jörgensen 1899	<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975
<i>Gonyaulax fragilis</i> (Schütt) Kofoid 1911	<i>Neoceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	<i>Prorocentrum dentatum</i> Stein 1883
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid 1911	<i>Neoceratium massiliense</i> (Gourret) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia 2010	<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller 1918
<i>Gymnodiniaceae</i> $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Neoceratium pulchellum</i> (Schröder) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>globulus</i> (Stein) Balech 1974
<i>Gymnodiniaceae</i> $> 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech 1974
<i>Gyrodinium aciculatum</i> Hansen & Larsen 1992	<i>Oxytoxum coronatum</i> Schiller 1937	<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech 1974
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Oxytoxum curvatum</i> (Kofoid) Kofoid 1911	<i>Pyrocystis elegans</i> Pavillard 1931
<i>Gyrodinium</i> spp.	<i>Oxytoxum diploconus</i> Stein	<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy 1921
<i>Heterocapsa minima</i> Pomroy 1989	<i>Oxytoxum mediterraneum</i> Schiller	<i>Warnowia</i> sp.
<i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	<i>Oxytoxum mitra</i> Stein 1883	
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen 1995	<i>Oxytoxum punctulatum</i> Rampi	
PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI		
<i>Acanthoica quattrosina</i> Lohmann 1903	Coccolitofori $\leq 10 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann 1913
<i>Algirosphaera robusta</i> (Lohmann) Norris 1984	<i>Corisphaera gracilis</i> Kamptner 1937	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann 1902
<i>Alisphaera ordinata</i> (Kamptner) Heimdal 1973	<i>Coronosphaera binodata</i> (Kamptner) Gaarder 1977	<i>Rhabdosphaera clavigera</i> Murray & Blackman 1898
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	<i>Cyrtosphaera aculeata</i> (Kamptner) Kleijne 1992	<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann 1902
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young 2003	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler 1967	<i>Syracosphaera</i> cf. <i>molischii</i> Schiller 1925
<i>Calyptosphaera</i> sp.	<i>Helicosphaera carterii</i> (Wallich) Kamptner 1954	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann 1902
<i>Ceratolithus cristatus</i> Kamptner 1950	<i>Helicosphaera hyalina</i> Gaarder 1970	<i>Umbilicosphaera sibogae</i> (Weber-van Bosse) Gaarder 1970
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller 1930	<i>Helladosphaera cornifera</i> (Schiller) Kamptner 1937	<i>Zigosphaera hellenica</i> Kamptner 1937
CRYPTOPHYCEAE		
Cryptophyceae n.i.	<i>Plagioselmis</i> cf. <i>prolonga</i> Butcher ex Novarino, Lucas & Morrill 1994	
CHRYSTOPHYCEAE/DICTYOCOPHYCEAE		
<i>Apedinella radians</i> (Lohmann) Campbell 1973	<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohmann 1902	<i>Pseudopedinella pyriformis</i> Carter 1937
<i>Chrystophyceae</i> n.i.	<i>Meringosphaera tenerina</i> Schiller 1925	<i>Pseudopedinella thomsenii</i> Sekiguchi, Kawachi, Nakayama & Inouye 2003
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg 1839	<i>Ollicola vangoorii</i> (Conrad) Vørs 1992	
EUGLENOIDEA		
<i>Euglenoidea</i> n.i.		
CHLOROPHYTA		
<i>Chlorophyta</i> n.i.		
PRASINOPHYCEAE		
<i>Prasinophyceae</i> n.i.	<i>Pyramimonas</i> sp.	<i>Tetraselmis</i> sp.
<i>Pseudoscourfieldia marina</i> (Thronsdon) Manton 1975		
PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI		
<i>Chrysochromulina</i> spp.	<i>Imantonia rotunda</i> (Reynolds) 1974	<i>Phaeocystis</i> sp.
ALTRO		
Flagellati indeterminati $< 10 \mu\text{m}$	<i>Hermesinum adriaticum</i> Zacharias 1906	<i>Telonema</i> sp.
<i>Commation cryoporinum</i> Thomsen & Larsen 1993	<i>Leucocryptos marina</i> (Braarud) Butcher 1967	<i>Vannella simplex</i> Bovee 1965
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann 1899	<i>Paulinella ovalis</i> (Wulff) Johnson, Hargraves & Sieburth 1988	

Analisi qualitativa del fitoplancton da retino

Per l'identificazione della comunità microfitorplanctonica lungo tutta la colonna d'acqua, sono stati raccolti con retino 5 campioni nelle stazioni I14 MG6, I14 MG7, I14 MG10, I14 MG12 e I14 MG13.

Sono stati individuati 167 taxa, di cui 142 identificati a livello di specie, 21 taxa a livello di genere e 4 categorie soprageneriche (Tabella 46). Considerando il numero di taxa per ogni classe nell'insieme di tutte le stazioni, 43 appartengono alle diatomee, 72 alle dinofitofite, 20 ai coccolitofori, mentre per la componente "altro plancton" sono state identificate 4 specie appartenenti alle Chrysophyceae/Dictyochophyceae e solo 1 specie appartenente alla classe Euglenoidea, 1 per le Prasinophyceae ed infine 1 per le Eubryophyceae. Non si evidenziano differenze nella numerosità dei taxa individuati in ogni stazioni, che vanno da 81 a 92. L'osservazione qualitativa del microfitorplancton ha permesso quindi di rilevare la presenza di numerose specie rare, che sono meno frequentemente osservati nei campioni raccolti con le bottiglie (Tabella 47).

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	43	12	1
Dinoflagellati	72	7	3
Prymnesiophyceae coccolitofori	20	1	
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	4		
Euglenoidea/Chlorophyta	1		
Prasinophyceae	1		
Prymnesiophyceae non coccolitofori		1	
Altro	1		
Totale	142	21	4

*Con il termine "Categorie superiori" si intendono livelli tassonomici sopragenerici

Tabella 47 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni I14-MG6, I14-MG7, I14-MG10, I14-MG12 e I14-MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).

Specie	6	7	10	12	13	Specie	6	7	10	12	13
DIATOMEAE											
<i>Amphora</i> spp.	x			x		<i>Lauderia annulata</i> Cleve 1873	x	x	x	x	x
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round 1990	x	x	x	x	x	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975		x			x
<i>Attheya decora</i> T. West 1860	x			x	x	<i>Licmophora gracilis</i> (Ehrenberg) Grunow 1867	x				
<i>Bacteriastrium elongatum</i> Cleve 1897		x				<i>Navicula directa</i> (W. Smith) Ralfs 1861	x			x	
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder 1864				x		<i>Naviculaceae</i> spp.	x			x	x
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey 1937	x	x				<i>Nitzschia</i> (sez. <i>sigmatae</i>) sp.	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder 1864	x			x		<i>Nitzschia sicula</i> (Castracane) Hustedt					x
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873	x	x	x	x	x	<i>Nitzschia</i> spp.	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve 1873						<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh 1832		x			
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell 1856	x	x				<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow 1884	x	x	x	x	x
<i>Cocconeis molesta</i> Kützing						<i>Plagiotropis</i> sp.	x	x	x	x	x
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg 1838	x					<i>Pleurosigma</i> spp.	x	x	x	x	x
<i>Coscinodiscus cf. marginatus</i> Ehrenberg 1844					x	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström 1986	x	x	x	x	x
<i>Coscinodiscus cf. perforatus</i> Ehrenberg 1844				x		<i>Pseudo-nitzschia cf. pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle 1993		x		x	
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough 1905		x	x			<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle 1993	x		x		
<i>Coscinodiscus janischii</i> A. Schmidt 1878					x	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström 1986	x				
<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg 1841			x			<i>Rhizosolenia cf. clevei</i> Ostentfeld 1902					x
<i>Coscinodiscus</i> spp.	x	x	x	x	x	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell 1858	x	x			
<i>Cyclotella</i> sp.	x	x	x	x	x	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell 1858		x		x	x
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	x	x	x	x	x	<i>Rhizosolenia</i> sp.			x		
<i>Dactylosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle 1996					x	<i>Rhizosolenia styliformis</i> T. Brightwell 1858	x				x
<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1845	x	x	x	x	x	<i>Suirella fastuosa</i> var. <i>cuneata</i> O. Witt 1873	x	x	x	x	x
<i>Diploneis</i> spp.					x	<i>Thalassionema cf. bacillare</i> (Heiden) Kolbe 1955		x		x	
<i>Entomoneis</i> sp.		x				<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff 1986	x	x	x	x	x
<i>Grammatophora</i> spp.		x	x	x		<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902	x	x	x	x	x
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	x	x				<i>Thalassiosira angulata</i> (Gregory) Hasle 1978		x			
<i>Haslea wawriake</i> (Hustedt) Simonsen 1974			x			<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier 1910	x		x	x	x
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck 1882	x	x				<i>Thalassiosira</i> spp.	x	x	x	x	x
DINOFAGELLATI											
<i>Actiniscus pentasterias</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1844		x		x		<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010		x	x		
<i>Amphidoma caudata</i> Halldal 1953	x	x	x	x	x	<i>Neoceratium tripos</i> (O.F. Müller) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-García 2010		x	x	x	x
<i>Ceratocorys horrida</i> Stein 1883	x					<i>Ornithocercus magnificus</i> Stein 1883		x			
<i>Cochlodinium</i> sp.			x			<i>Oxytoxum constrictum</i> (Stein) Bütschli 1885				x	
<i>Cochlodinium pulchellum</i> Lebour 1917		x	x	x	x	<i>Oxytoxum globosum</i> Schiller				x	
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann 1859	x			x		<i>Oxytoxum laticeps</i> Schiller, 1937				x	
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent 1881			x		x	<i>Oxytoxum longiceps</i> Schiller	x				
<i>Dinophysis cf. fortii</i> Pavillard 1923		x				<i>Oxytoxum mediterraneum</i> Schiller		x	x		
<i>Dinophysis ovum</i> (Schütt) Abé	x		x	x	x	<i>Oxytoxum punctulatum</i> Rampi	x				x
<i>Diplopsalis</i> sp.	x	x	x	x	x	<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein 1883	x	x	x	x	x
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jörgensen 1899	x	x	x	x	x	<i>Oxytoxum spinosum</i> Rampi				x	x

Tabella 47 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni I14-MG6, I14-MG7, I14-MG10, I14-MG12 e I14-MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).

Specie	6	7	10	12	13	Specie	6	7	10	12	13
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein 1883					x	<i>Oxytoxum variabile</i> Schiller 1937		x	x	x	x
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid 1911	x	x	x		x	<i>Oxytoxum viride</i> Schiller 1937		x	x		x
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing 1866	x		x			<i>Parahistioneis mediterranea</i> Schiller 1928			x	x	
Gymnodiniaceae > 20 µm n.i.	x	x	x	x	x	<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911		x	x	x	x
<i>Gyrodinium</i> spp.					x	<i>Podolampas bipes</i> Stein 1883	x		x		
<i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981		x	x	x		<i>Podolampas plamipes</i> Stein 1883		x			
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen 1995		x	x	x	x	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich 1970					x
<i>Heterocapsa</i> spp.				x		<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975		x	x	x	
<i>Heterodinium</i> sp.					x	<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt 1895			x	x	
<i>Histioneis depressa</i> Schiller 1928		x				<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg 1833	x	x			x
<i>Histioneis detonii</i> Rampi 1947				x		<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller 1918	x	x	x	x	x
<i>Histioneis robusta</i> Rampi 1969				x		<i>Protoceratium cf. areolatum</i> Kofoid 1907					x
<i>Histioneis</i> sp.	x					<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède & Lachmann) Butschli, 1885	x	x		x	x
<i>Karenia cf. brevis</i> (C.C.Davis) G.Hansen & Ø.Moestrup 2000	x	x				<i>Protoperidinium breve</i> Paulsen 1907				x	x
<i>Mesoporos adriaticus</i> (Schiller) Lillick			x	x	x	<i>Protoperidinium cf. globulus</i> (Stein) Balech 1974		x			
<i>Mesoporos perforatus</i> (Gran) Lillick 1937	x	x	x	x	x	<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech 1974				x	x
<i>Neoceratium arietinum</i> (Cleve) F.Gómez, D.Moreira & P.López-García 2010					x	<i>Protoperidinium depressum</i> Bailey 1854	x				
<i>Neoceratium candelabrum</i> (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira & P.López-García 2010	x		x		x	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech, 1974	x	x	x	x	x
<i>Neoceratium carnegiei</i> (Graham & Bronikowsky) Gómez, Moreira & López-García 2010		x				<i>Protoperidinium ovatum</i> Pouchet 1883		x			
<i>Neoceratium compressum</i> (Gran) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x	<i>Protoperidinium ovum</i> (Schiller) Balech 1974				x	x
<i>Neoceratium declinatum</i> (Karsten) Gómez, Moreira & López-García 2010	x					<i>Protoperidinium pentagonum</i> (Gran) Balech, 1974		x			
<i>Neoceratium extensum strictum</i> (Gourret) Gómez, Moreira & López-García 2010	x	x				<i>Protoperidinium</i> sp.					x
<i>Neoceratium falcatum</i> (Kofoid) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia, 2010	x		x			<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech 1974	x	x	x	x	x
<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	x	x	x	x	x	<i>Protoperidinium subinermis</i> (Paulsen) Loeblich III 1969					x
<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	x	x	x	x	x	<i>Protoperidinium tuba</i> (Schiller) Balech 1974	x	x			
<i>Neoceratium horridum</i> (Gran) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia, 2010				x		<i>Pyrocystis lunula</i> (J.Schütt) J.Schütt 1896			x		x
<i>Neoceratium karsteinii</i> (Pavillard) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich III 1965	x	x	x		x
<i>Neoceratium massiliense</i> (Gourret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010				x		<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy 1921				x	
<i>Neoceratium pentagonum</i> (Gourret) Gómez, Moreira & López-García 2010		x	x	x	x	Dinoflagellati tecati ≤ 20 µm n.i.	x	x	x	x	x
<i>Neoceratium pulchellum</i> (Schröder) Gómez, Moreira & López-García 2010	x					Dinoflagellati tecati > 20 µm n.i.	x	x	x	x	x
COCCOLITOFORI											
<i>Acanthoica quattrosolina</i> Lohmann 1903	x			x	x	<i>Helladosphaera cornifera</i> (Schiller) Kämtner 1937		x		x	x
<i>Algirosphaera robusta</i> (Lohmann) Norris 1984		x	x	x		<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann 1913		x			
<i>Alisphaera ordinata</i> (Kämtner) Heimdal 1973					x	<i>Pontosphaera discopora</i> Lohmann 1902		x			
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	x	x	x	x	x	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann 1902		x	x		
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young 2003	x	x	x	x	x	<i>Rhabdosphaera clavigera</i> Murray & Blackman 1898	x	x	x	x	x
<i>Calyptosphaera cf. quadridentata</i> Schiller		x	x			<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann 1902	x	x	x	x	
<i>Calyptosphaera</i> sp.					x	<i>Syracosphaera cf. molischii</i> Schiller 1925					x
<i>Coronosphaera binodata</i> (Kämtner) Gaarder 1977	x	x	x	x	x	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann 1902	x	x	x	x	x
<i>Discosphaera tubifer</i> (Murray & Blackman) Ostenfeld, 1900						<i>Umbilicosphaera sibogae</i> (Weber-van Bosse) Gaarder 1970	x	x	x	x	x
<i>Florisphaera profunda</i> Okada & Honjo 1973					x	<i>Zigosphaera hellenica</i> Kämtner 1937	x	x			x
<i>Helicosphaera carterii</i> (Wallich) Kämtner 1954	x	x	x	x	x						
DICTYOCOPHYCEAE											
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg 1839		x		x	x						
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg 1839					x						
<i>Octactis octonaria</i> var. <i>pulchra</i> (Ehrenberg) Hovasse 1946		x			x						
CHRYSOPHYCEAE											
<i>Dinobryon coalescens</i> Schiller 1925					x						
EUGLENOIDEAE											
<i>Eutreptiella gymnastica</i> Thronsen 1969					x						
PRASINOPHYCEAE											
<i>Pterosperma polygonum</i> Ostenfeld 1902					x						
PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI											
<i>Phaeocystis</i> sp. colonia		x		x	x						
INCERTAE SEDIS											
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann 1899		x	x	x	x						

4.1.3.2 Zooplancton

Oloplancton

Le stazioni di campionamento comprese tra la superficie e la batimetrica di 50 m hanno registrato valori medi di abbondanza maggiori, con 1679,58 individui per m⁻³. Le pescate orizzontali registrano 1235,01 individui per m⁻³, mentre le pescate profonde, condotte tra la batimetrica di 50 m e il fondo (circa 100 m di profondità) evidenziano valori di abbondanza pari a 565,57 esemplari per m⁻³. Questo dato conferma quanto già emerso durante la campagna autunnale svoltasi tra novembre e dicembre 2013. La differenza sostanziale tra le due campagne va ricercata nell'aumento significativo della componente a copepodi che, rispetto al passato, nell'attuale survey è più che raddoppiata. I taxa di copepodi complessivamente identificati sono 101 in rappresentanza di 26 famiglie (Tabella 48). Tra esse i Paracalanidae con 9 taxa risultano i più rappresentati.

I Clausocalanidae sono la famiglia dominante del campione invernale. Nelle peschate orizzontali e quelle condotte tra 0 e 50 m rappresenta rispettivamente il 77,1 e il 71,2% del totale campionato, mentre nelle peschate profonde oltre un esemplare su due (53,3%) appartiene ai clausocalanidi. Tra essi due specie *Clausocalanus lividus* e *C. mastigophorus* sono le più rappresentate; in particolare *C. lividus* è la specie dominante di tutto il campione invernale, con valori medi di 106,4 individui per m⁻³(0,9%) nelle peschate orizzontali, 155,4 esemplari per m⁻³ (0,8%) in quelle 0-50 e 62,2 individui per m⁻³ (3,6%) nei campioni profondi. Il risultato è concorde con quanto riportato dai dati presenti in letteratura che confermano *C. lividus* specie molto abbondante e dominante nel Mar Mediterraneo durante il periodo tardo autunnale e invernale. La famiglia dei Paracalanidae è la seconda in termini di abbondanza; rappresenta infatti sul campione totale il 5,5% di tutti gli esemplari raccolti nelle peschate orizzontali, il 12,2% del pescato totale nella fascia 0-50 e il 4,4% di quello proveniente dalle stazioni profonde. E' possibile quindi affermare che nel campione invernale il 76,4% del totale degli individui identificati appartiene a una delle due famiglie. Anche questo dato è sostenuto dalla letteratura scientifica che indica elevate concentrazioni delle due famiglie nel Mediterraneo occidentale. Alcune specie come ad esempio *C. lividus* e *Paracalanus parvus* sono le specie dominanti delle comunità oloplanctoniche di acque costiere.

Tabella 48 – Oloplancton: OR: campionamento orizzontale; 50-0: campionamento verticale da 0 a 50 metri; 100-50: campionamento verticale da 100 a 50 metri.											
Taxa	OR	50-0	100-50		OR	50-0	100-50		OR	50-0	100-50
Famiglia Acartiidae				Famiglia Euchaetidae				<i>Corycaeus ovalis</i>	*	*	*
<i>Acartia clausi</i>		*		<i>Euchaeta marina</i>	*	*	*	<i>Corycaeus typicus</i>	*		*
<i>Acartia danae</i>	*			<i>Paraeuchaeta hebes</i>	*	*		<i>Corycaeus spp.</i>	*	*	*
<i>Acartia longiremis</i>	*			Famiglia Lucicutiidae				<i>Farranula rostrata</i>	*	*	*
<i>Acartia negligens</i>	*	*		<i>Lucicutia flavicornis</i>	*	*	*	Famiglia Lubbockiidae			
<i>Acartia sp.</i>	*	*	*	Famiglia Mecynoceridae				<i>Lubbockia aculeata</i>	*		
<i>Acartia margalefi</i>	*			<i>Mecynocera clausi</i>	*	*	*	Famiglia Oithonidae			
<i>Acartia spp.</i>	*	*		Famiglia Metridinidae				<i>Oithona brevicornis</i>	*	*	*
Famiglia Aetideidae				<i>Pleuromamma abdominalis</i>	*	*	*	<i>Oithona decipiens</i>	*	*	*
<i>Aetideopsis armata</i>			*	<i>Pleuromamma borealis</i>			*	<i>Oithona longispina</i>	*		
<i>Euchirella rostrata</i>	*	*	*	<i>Pleuromamma gracilis</i>	*	*	*	<i>Oithona nana</i>	*	*	*
Famiglia Augaptilidae				<i>Pleuromamma piseki</i>	*			<i>Oithona plumifera</i>	*	*	*
<i>Euaugaptilus filigerus</i>	*			Famiglia Paracalanidae				<i>Oithona setigera</i>		*	*
<i>Haloptilus longicornis</i>			*	<i>Calocalanus contractus</i>	*	*	*	<i>Oithona similis</i>	*	*	*
<i>Haloptilus oxycephalus</i>			*	<i>Calocalanus pavo</i>	*	*	*	<i>Oithona tenuis</i>	*	*	
Famiglia Calanidae				<i>Calocalanus plumulosus</i>	*			<i>Oithona spp.</i>	*	*	*
<i>Calanus helgolandicus</i>	*	*	*	<i>Calocalanus styliremis</i>	*	*	*	Famiglia Oncaecidae			
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	*	*	*	<i>Calocalanus spp.</i>	*	*	*	<i>Oncaea mediterranea</i>	*	*	*
<i>Nannocalanus minor</i>	*	*	*	<i>Paracalanus denudatus</i>	*			<i>Oncaea scottodicarloi</i>	*	*	*
<i>Neocalanus gracilis</i>	*	*	*	<i>Paracalanus nanus</i>	*	*	*	<i>Oncaea venusta</i>	*	*	*
Famiglia Candaciidae				<i>Paracalanus parvus</i>	*	*	*	<i>Oncaea spp.</i>	*	*	*
<i>Candacia aethiopica</i>	*	*	*	<i>Paracalanus spp.</i>	*	*	*	Famiglia Sapphirinidae			
<i>Candacia armata</i>	*	*		Famiglia Phaennidae				<i>Copilia quadrata</i>	*	*	
<i>Candacia bispinosa</i>		*		<i>Phaenna spinifera</i>			*	<i>Copilia mediterranea</i>	*		
<i>Candacia giesbrechti</i>	*	*	*	Famiglia Pontellidae				<i>Sapphirina iris</i>	*	*	
<i>Paracandacia simplex</i>	*		*	<i>Anomalocera patersoni</i>	*			<i>Sapphirina ovatolanceolata</i>	*		
<i>Candacia spp. juv.</i>	*	*	*	<i>Pontella lobiancoi</i>	*			<i>Sapphirina sp.</i>			
Famiglia Centropagidae				<i>Pontellina plumata</i>	*			Famiglia Clytemnestridae			
<i>Centropages kroyeri</i>		*		<i>Labidocera brunescens</i>	*			<i>Clytemnestra rostrata</i>	*	*	*
<i>Centropages typicus</i>	*	*	*	<i>Labidocera wollastoni</i>	*			<i>Clytemnestra scutellata</i>		*	*
<i>Centropages violaceus</i>	*	*		<i>Pontellopsis regalis</i>	*			Famiglia Ectinosomatidae			
<i>Isias clavipes</i>	*			<i>Pontellopsis villosa</i>	*			<i>Microsetella norvegica</i>	*	*	
Famiglia Clausocalanidae				Famiglia Scolecitrichidae				<i>Microsetella rosea</i>	*	*	
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>			*	<i>Scolecitrichella dentata</i>			*	Famiglia Miracidae			
<i>Clausocalanus furcatus</i>	*	*	*	<i>Scolecithrix danae</i>			*	<i>Distiocolus minor</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus jobei</i>	*	*	*	<i>Scaphocalanus invalidus</i>	*	*	*	<i>Macrosetella gracilis</i>			
<i>Clausocalanus lividus</i>	*	*	*	<i>Scopalatum gibberum</i>			*	Famiglia Euterpinidae			
<i>Clausocalanus mastigophorus</i>	*	*	*	Famiglia Temoridae				<i>Euterpina acutifrons</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus paululus</i>	*	*	*	<i>Temora stylifera</i>	*	*	*				
<i>Clausocalanus pergens</i>	*	*	*	Famiglia Corycaecidae				<i>Corycaeus brehmi</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus spp.</i>	*	*	*	<i>Corycaeus flaccus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus flaccus</i>	*	*	*
Famiglia Eucalanidae				<i>Corycaeus furcifer</i>	*	*	*	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	*	*	
<i>Eucalanus elongatus</i>		*	*	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	*	*		<i>Corycaeus limbatus</i>	*	*	*
<i>Paraeucalanus attenuatus</i>			*								
<i>Rhincalanus nasutus</i>	*		*								

Anche nel survey invernale la terza famiglia in ordine di abbondanza, ma la prima a non appartenere all'ordine dei Calanoida, è la famiglia Oithonidae (Cyclopoida), con distribuzione prevalentemente profonda.

Coerentemente con quanto espresso nella campagna autunnale del 2013 il genere *Oithona* predilige le stazioni intermedio-profonde, mostrando il massimo numero di individui per m⁻³ (153,88) nelle stazioni I14 MG13 (0-50) e I14 MG12 (100-50) con 151,17 esemplari per m⁻³. Complessivamente il 93,6% degli oithonidi pescati è distribuito tra la stazione profonda e quella intermedia.

Rispetto alla stagione di campionamento precedente nella quale *O. plumifera* era dominante, la specie maggiormente rappresentata nel survey invernale è *O. nana*.

La distribuzione complessiva dei taxa nelle tre fasce batimetriche investigate manifesta un andamento complessivamente simile a quello del survey precedente. La maggiore biodiversità si concentra nelle stazioni superficiali, raccogliendo 82 dei 101 taxa identificati almeno al livello di genere. Sostanzialmente simile invece il dato dei retinaggi intermedi e profondi, rispettivamente con 69 taxa nella stazione 0-50 e 68 nella 100-50.

Come già segnalato, la scarsa dispersione e la mancanza di nette differenze sulla distribuzione dei differenti taxa lungo il gradiente verticale della colonna d'acqua, è in gran parte ascrivibile alla particolare conformazione del fondale dell'area di monitoraggio (100 m di profondità) se pur a distanza considerevole dalla costa.

Essa infatti ha profondità contenute se confrontate con altre aree geografiche a parità di distanza dalla costa italiana. La piattaforma continentale si estende fino allo specchio acqueo che ospita lo scafo della nave; questa conformazione ha il vantaggio che i survey condotti possono, di fatto, monitorare l'intera colonna d'acqua, consentendo la caratterizzazione completa della comunità oloplanctonica a copepodi.

Da segnalare infine la presenza di dieci esemplari del copepode harpacticoido Miracidae *Distioculus minor*, che rappresenta una nuova segnalazione per le acque del Tirreno settentrionale e del Mar Ligure.

I dati di biomassa relativi alla componente oloplanctonica sono riportati in Tabella 49.

(ml)	I14 MG6	I14 MG7	I14 MG10	I14 MG12	I14 MG13
OR	165	120	205	125	170
50-0	8	10,5	5,5	10,5	7,5
100-50	2	3	1,5	2,5	2

Meroplancton

Lo studio del campione ha condotto alla determinazione di 28 taxa di crostacei decapodi, 13 raccolti nelle peschate orizzontali, 10 nelle verticali intermedie tra 0 e 50 m e 3 nelle verticali profonde condotte tra la batimetrica di 100 e 50 m di profondità. 11 taxa sono *singleton*, ovvero identificati esclusivamente nell'osservazione in toto (Tabella 50).

Dal punto di vista ecologico è confermata quindi la predilezione delle larve dei decapodi per la fascia più superficiale della colonna d'acqua. Il 22% della componente meroplanctonica delle stazioni orizzontali è infatti costituita dai decapodi, percentuale che si riduce fino al 6,25% nelle stazioni profonde.

I risultati, confrontati con il survey autunnale, dimostrano come nel periodo invernale le larve dei crostacei decapodi subiscano una riduzione. Vi sono infatti 3 taxa di differenza rispetto al survey autunnale il quale già registrava la prima flessione nella struttura del popolamento rispetto al campione estivo dell'agosto 2012 che annoverava 38 taxa in totale.

La componente principale del popolamento è rappresentata dalla famiglia Sergestidae, dendrobranchiati che, come riportano i dati di letteratura, manifestano picchi di abbondanza nel periodo invernale.

Taxa	OR	0-50	50-100	OR	0-50	50-100
CNIDARIA						
Efra ind.	*	*	*			
<i>Nausithoe punctata</i>	*		*			
CTENOPHORA						
Cidippidae larvae ind.	*		*			
MOLLUSCA						
Gastropoda larvae ind.	*	*	*			
Bivalvia larvae ind.	*	*	*			
POLYCHAETA						
Polynoidae ind.	*					
Phyllocidae ind.			*			
Spionidae ind.	*	*	*			
Syllidae ind.			*			
Terebellidae ind.	*		*			
Polychaeta larvae ind.			*			
MALACOSTRACA						
<i>Lucifer typus**</i>						
Pandalidae ind.**						
<i>Palinurus elephas</i>				*		
<i>Parapaeneus longirostris</i>					*	
<i>Parthenopoides massena</i>				*	*	*
<i>Philocheles</i> sp.**						
<i>Pilumnus hirtellus**</i>						
<i>Porcellana platycheles**</i>						
<i>Processa edulis edulis</i>				*	*	
<i>Scyllarus</i> sp.				*		
<i>Sergia robusta</i>				*	*	
<i>Sicyonia carinata</i>						*
<i>Sirpus zariquieyi**</i>						
<i>Solenocera membranacea</i>					*	
Brachyura Megalopa ind.				*		
ECHINODERMATA						

Tabella 50 - Meroplancton - OR = Campionamento orizzontale; 0-50 = campionamento verticale da 0 a 50 m; 100-50 = campionamento verticale da 100 a 50 m; ** osservato solo nel campione in toto.							
Decapoda				<i>Brissopsis lyrifera</i>	*	*	*
<i>Alpheus glaber</i>	*	*	*	<i>Echinocardium</i> sp.	*	*	
<i>Anapagurus breviaculeatus</i> **				<i>Ophiura albida</i>	*	*	*
<i>Anapagurus chirocantus</i> **				<i>Ophiocten abyssiculum</i>	*		
<i>Anapagurus</i> sp.	*			<i>Ophiotrix fragilis</i>	*	*	*
<i>Aristeomorpha foliacea</i> **				<i>Paracentrotus lividus</i>	*	*	
<i>Calianassa</i> sp.		*		<i>Spatangus purpureus</i>	*		
<i>Ebalia tuberosa</i>	*			Bipinnaria larvae ind.	*	*	
<i>Eusergestes arcticus</i>	*	*		NEMERTEA			
<i>Galathea</i> sp.	*	*		<i>Pilidium</i> larvae ind.		*	*
<i>Gennadas elegans</i>		*		FORONIDEA			
<i>Goneplax rhomboides</i>	*			Actinotroca larvae ind.	*		*
<i>Herbstia condyliata</i>	*			SIPUNCULA			
Hyppolitidae ind.**				Pelagosphaera larvae ind.			*
<i>Laitreillia elegans</i> **							

In particolare nel campione sono presenti *Eusergestes arcticus* e *Sergia robusta*, il primo più abbondante della seconda. Tra gli altri gruppi sistematici presenti nei campioni si segnalano elevate densità di Echinodermi. In particolare in tutte le stazioni della fascia intermedia comprese tra 0 e 50 m le larve raggiungono percentuali di dominanza pari al 53,8%. Complessivamente nel campione di meroplancton del survey invernale gli echinodermi costituiscono il 44,1% del totale pescato. Nel dettaglio le specie dominanti sono rappresentate dalle larve echinopluteus degli echinodermi irregolari *Spatangus purpureus* e *Brissopsis lyrifera* che registrano picchi di dominanza quantitativa più elevati nella stazione I14 MG12 tra 0 e 50 m. Sebbene con valori inferiori rispetto alla fascia intermedia si segnala la presenza di larve ophiopluteus di ophiuroidei nella fascia superficiale, sempre in corrispondenza della stazione I14 MG12. In particolare a raccogliere il maggior numero di esemplari sono le specie *Ophiura albida* e *Ophiotrix fragilis*. Questi dati sono concordi con quanto segnalato nel survey autunnale del 2013 nel quale si registravano gli stessi taxa ma con dominanza quantitativa superiore soprattutto nella fascia superficiale. Ad avere subito la drastica riduzione nel passaggio stagionale autunno-inverno è l'echinoide regolare *Paracentrotus lividus* che compare solo in tre delle cinque stazioni monitorate. Totalmente assente nelle stazioni profonde, rispetto alla campagna precedente raccoglie valori di dominanza quantitativa inferiori di un ordine di grandezza.

Ittioplancton

Il Clupeidae *Sardina pilchardus* (sardina) è la specie dominante anche nel campione invernale.

Tabella 51 - Ittioplancton - OR = Campionamento orizzontale; 0-50 = campionamento verticale da 0 a 50 m; 100-50 = campionamento verticale da 100 a 50 m; ** osservato solo nel campione in toto.							
	OR	0-50	50-100		OR	0-50	50-100
CLUPEIDAE				SCORPAENIDAE ind.**			
<i>Sardina pilchardus</i>	*	*	*	SOLEIDAE			
<i>Sprattus sprattus</i>	*	*		<i>Solea solea</i> **			
BELONIDAE				SPARIDAE ind.	*		
<i>Belone belone</i>	*			STERNOPTYCHIDAE			
CARANGIDAE				<i>Maurollicus muelleri</i> **			
<i>Trachurus trachurus</i>	*			TRICHIURIDAE			
GADIDAE				<i>Lepidopus caudatus</i>		*	
<i>Trisopterus minutus</i>	*			TRIGLIDAE			
GADIDAE ind.	*			<i>Lepidotrigla cavillona</i> **			
MYCTOPHIDAE				Larvae ind.	*	*	
<i>Benthoosema glaciale</i> **				Uova ind.	*	*	*
<i>Myctophum punctatum</i> **							
MUGILIDAE							
<i>Mugil cephalus</i>	*						

Sebbene i risultati mostrino una riduzione complessiva del numero di individui pescati rispetto all'autunno 2013, il dato rimane coerente con il periodo riproduttivo che, nonostante sia esteso a tutto l'anno, presenta picchi demografici nei mesi tardo autunnali e invernali. La sardina è l'unica specie presente in tutte le stazioni nelle quali sono state pescate larve di pesce e raccoglie oltre la metà (53,6%) degli individui di tutte le stazioni superficiali.

Il contingente ittioplanctonico - larve e uova - è fortemente ridotto e concentrato nella frazione superficiale della colonna d'acqua.

Durante questo periodo sono poche le specie in riproduzione e fatta eccezione proprio per *Sardina pilchardus* le altre attraversano una fase di latenza che porta alla scomparsa quasi totale di uova e di larve giovanili (Tabella 51).

4.1.4 Saggi eco tossicologici

Nella Tabella 52 sono riportati i parametri registrati nei campioni d'acqua sottoposti a test.

Tabella 52 - Parametri registrati nei campioni d'acqua sottoposti a test (inverno 2014).

Stazione	prof. (m)	Salinità (‰)	pH	Ossigeno disciolto (mg/l)	Stazione	prof. (m)	Salinità (‰)	pH	Ossigeno disciolto (mg/l)
Controllo		36	8,26	7,52					
I14 MG3	0,5	38	8,27	7,61	I14 MG9	0,5	38	8,28	7,75
	12,5	38	8,25	7,58		12,5	38	8,27	7,63
	50	38	8,29	7,71		50	38	8,28	7,54
I14 MG5	0,5	38	8,28	7,50	I14 MG10	0,5	38	8,27	7,81
	12,5	38	8,26	7,81		12,5	38	8,28	7,64
	50	38	8,27	7,61		50	38	8,25	7,81
I14 MG6	0,5	38	8,27	7,58	I14 MG12	0,5	38	8,29	7,72
	12,5	38	8,28	7,52		12,5	38	8,28	7,83
	50	38	8,26	7,56		50	38	8,27	7,79
I14 MG7	0,5	38	8,25	7,63	I14 MG13	0,5	38	8,27	7,65
	12,5	38	8,29	7,67		12,5	38	8,29	7,74
	50	38	8,26	7,56		50	38	8,29	7,78

Vibrio fischeri

Nella Tabella 53 sono riportati i risultati relativi al test di inibizione della bioluminescenza batterica di *V. fischeri*.

Tabella 53 - Risultati del test con il *V. fischeri* condotti su campioni di acqua (incubazione 5', 15', 30') prelevati a diverse profondità (esprese in metri). Tutti i campioni sono risultati non tossici. EC_{20/50}, max. effetto 5', effetto 15', max. effetto 30' espressi in %.

Campione	Prof.	EC _{20/50}	max. effetto 5'	max. effetto 15'	max. effetto 30'	Tossicità	Campione	Prof.	EC _{20/50}	max. effetto 5'	max. effetto 15'	max. effetto 30'	Tossicità			
I14 MG3	0,5	>90	4,51	3,83	5,65	assente	I14 MG9	0,5	>90	4,00	4,66	6,59	assente			
	12,5	>90	7,87	8,28	9,13			12,5	>90	6,07	6,62	5,47				
	50	>90	2,93	4,01	6,54			50	>90	-2,83	-4,82	1,28				
I14 MG5	0,5	>90	0,14	3,94	4,89		I14 MG 10	0,5	>90	-2,71	-1,78	1,19		assente		
	12,5	>90	3,33	5,64	7,65			12,5	>90	2,69	3,00	3,65				
	50	>90	4,73	7,99	8,14			50	>90	0,64	2,04	2,61				
I14 MG6	0,5	>90	-0,33	3,66	5,81		I14 MG 12	0,5	>90	0,13	1,57	2,04			assente	
	12,5	>90	1,89	7,02	7,98			12,5	>90	2,33	4,72	5,35				
	50	>90	5,64	6,09	7,15			50	>90	4,54	8,42	10,61				
I14 MG7	0,5	>90	7,66	8,46	9,64		I14 MG 13	0,5	>90	4,6	9,66	10,42				assente
	12,5	>90	5,9	6,4	6,78			12,5	>90	5,33	11,79	12,69				
	50	>90	9,87	12,18	13,29			50	>90	7,18	14,29	13,76				

Il test è stato effettuato con il lotto batterico n. 13F4067 (scadenza 06/15) sui campioni di colonna di acqua. I risultati sono espressi come EC_{20/50} a 15 minuti e come la percentuale massima di effetto dopo l'incubazione per 5', 15' e 30' nel campione non diluito. I test sono stati condotti utilizzando almeno 8 diluizioni seriali (1:2) ai fini della ricerca di una EC_{20/50}. I valori di EC₅₀ di 0,79 mg/l (5 minuti di incubazione) e di 0,36 mg/l (15 minuti di incubazione) con il tossico di riferimento (Cu++) rientrano nel range di riferimento relativo al test Microtox (0,42 – 1,16 mg/l e 0,03 – 0,75 mg/l rispettivamente per il test a 5' e 15' minuti) (Onorati et al., 2007).

I risultati del test hanno dimostrato l'assenza di tossicità anche nei campioni non diluiti in quanto le percentuali massime di effetto si sono sempre mantenute al di sotto del 20 %, rendendo non calcolabili i valori di EC₂₀ e di EC₅₀.

Phaeodactylum tricornutum

Nella Tabella 54 sono riportati risultati del test d'inibizione della crescita algale (72 h) con il *P. tricornutum*. Sono espressi come le EC_{20/50} e come la media ± DS del numero di cellule (n. di repliche/campione=3). Il test con il tossico di riferimento (potassio dicromato) ha mostrato valore di EC₅₀ pari 10,23 mg/l (L.C. 95%: 7,34-18,22), valore che rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio (8,26-21,44 mg/l). Le linee guida non individuano un intervallo di riferimento. Il test è stato ritenuto valido in quanto la crescita algale nei controlli negativi ha superato il fattore 16, come indicato nelle linee guida. La crescita algale ha raggiunto valori sovrapponibili in tutte le diluizioni dei campioni analizzati. I valori delle EC_{20/50} > 90% hanno dimostrato l'assenza di tossicità dei campioni di acqua testati.

Tabella 54 - Risultati del test con <i>Phaeodactylum tricornutum</i> condotti su campioni di acqua (incubazione 72 h) prelevati a diverse profondità (esprese in metri). EC _{20/50} espressa in %.									
Campione	Prof.	EC _{20/50}	Media N. cell.±DS x 10 ⁶ /ml'	Tossicità	Campione	Prof.	EC _{20/50} %	Media N. cell.±DS x 10 ⁶ /ml	Tossicità
I14 MG3	0,5	>90	1,90±0,06	assente	I14 MG9	0,5	>90	1,14±0,27	assente
	12,5	>90	1,71±0,24			12,5	>90	1,26±0,14	
	50	>90	1,76±0,18			50	>90	1,56±0,19	
I14 MG5	0,5	>90	1,89±0,04		I14 MG 10	0,5	>90	1,27±0,06	
	12,5	>90	1,82±0,16			12,5	>90	1,28±0,15	
	50	>90	1,82±0,19			50	>90	1,43±0,06	
I14 MG6	0,5	>90	1,87±0,13		I14 MG 12	0,5	>90	1,59±0,12	
	12,5	>90	1,59±0,41			12,5	>90	1,39±0,13	
	50	>90	1,73±0,12			50	>90	1,44±0,04	
I14 MG7	0,5	>90	1,44±0,79		I14 MG 13	0,5	>90	1,68±0,10	
	12,5	>90	1,81±0,11			12,5	>90	1,42±0,05	
	50	>90	1,95±0,06			50	>90	1,35±0,05	

Dicentrarchus labrax

Nella Tabella 55 sono riportati i risultati relativi al saggio di tossicità acuta condotto sui campioni di colonna d'acqua utilizzando giovanili di *D. labrax* (3.6±02 cm). Pur non essendo disponibile una scala di tossicità per questa tipologia di saggio biologico, tutti i campioni hanno mostrato una % di mortalità inferiore al 10%, limite indicato come mortalità accettabile nel controllo. Si può quindi ragionevolmente dedurre che tutti i campioni hanno mostrato assenza di tossicità. Il saggio con tossico di riferimento ha mostrato valori di LC₅₀ pari a 1.92 mg/L (L.C. 95%: 0.96 mg/L-2.36 mg/L), valore che rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio (1,56-2,44 mg/l).

Tabella 55 - Risultati del test con giovanili di <i>Dicentrarchus labrax</i> esposte a campioni di colonna d'acqua (96 h). Screening test su campioni tal quale (senza diluizioni). Il controllo è costituito da acqua di stabulazione. Volume 5000 ml, aerazione, % saturazione ossigeno disciolto >90%, pH range 8.3-8.6, salinità ‰ range 38-41, temperatura 19±1°C.															
Campione	Prof. (m)	N. pesci esposti				% mortalità (media)	Tossicità acuta	Campione	Prof. (m)	N. pesci esposti				% mortalità (media)	Tossicità acuta
		repl. 1	repl. 2	repl. 3	repl. 1					repl. 2	repl. 3				
Controllo	-	10	10	10	3.3	assente									
I14 MG3	0.5	10	10	10	0.0	assente	I14 MG09	0.5	10	10	10	0.0	assente		
	12.5	10	10	10	3.3			12.5	10	10	10	0.0			
	50	10	10	10	0.0			50	10	10	10	3.3			
I14 MG5	0.5	10	10	11	9.1		I14 MG10	0.5	10	10	10	0.0			
	12.5	10	10	10	3.3			12.5	10	10	10	0.0			
	50	10	10	10	6.7			50	10	10	10	0.0			
I14 MG6	0.5	10	10	10	0.0		I14 MG12	0.5	10	10	10	0.0			
	12.5	10	10	10	0.0			12.5	10	10	10	0.0			
	50	10	10	10	3.3			50	10	10	10	0.0			
I14 MG7	0.5	10	10	10	0.0		I14 MG 13	0.5	10	10	10	0.0			
	12.5	10	10	10	0.0			12.5	10	11	10	6.4			
	50	10	10	10	0.0			50	10	10	10	0.0			

Paracentrotus lividus

QA-QC – Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha fornito una EC₅₀ di 24,80 µg l⁻¹ di Cu (LC=22,30 e UC=27,58), che rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio. La percentuale media di embrioni allo stadio di pluteo (86 ± 2,08%) è risultata conforme, in quanto superiore al limite del 75% e inferiore al limite del 95%.

Le percentuali degli embrioni che hanno raggiunto lo stadio di pluteo nel test di embriotossicità (72ore) con *P.lividus* e successiva stima della tossicità cronica (EC20/50) dei campioni della colonna d'acqua sono riportati nella tabella (Tabella 56).

Tabella 56 - Risultati del test di embriotossicità (72 ore) con <i>P.lividus</i> e successiva stima della tossicità cronica.							
	Concentrazione (%) del campione	% media di plutei (± dev.st %)	% media di embrioni non sviluppati	Correzione ABBOTT (embrioni non sviluppati)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
Controllo		86 ± 2,08	14	0	> 90	>100	Assente
I14 MG 03/0.5	100	76 ± 0,58	24	12	> 90	>100	Assente
	50	80 ± 1,53	20	7			
	25	85 ± 1,53	15	2			
I14 MG 03/12,5	100	75 ± 1,15	25	13	> 90	>100	Assente
	50	81 ± 1,15	19	7			
	25	84 ± 0,58	16	2			
I14 MG 03/50	100	70 ± 0,58	30	19	> 90	>100	Assente
	50	79 ± 0,58	21	8			
	25	83 ± 0,58	17	4			
I14 MG 05/0.5	100	74 ± 1,53	26	14	> 90	>100	Assente
	50	80 ± 1,15	20	7			
	25	84 ± 1,15	16	2			
I14 MG 05/12,5	100	77 ± 1,53	23	23	> 90	>100	Assente
	50	81 ± 1,15	19	19			
	25	86 ± 0,58	14	14			
I14 MG 05/50	100	78 ± 0,58	22	10	> 90	>100	Assente
	50	81 ± 1,15	19	7			
	25	85 ± 0,58	15	2			
I14 MG 06/0.5	100	79 ± 1,00	21	8	> 90	>100	Assente
	50	82 ± 1,53	18	5			
	25	85 ± 0,58	15	1			
I14 MG 06/12,5	100	79 ± 1,15	21	8	> 90	>100	Assente
	50	82 ± 1,53	18	5			
	25	85 ± 1,15	15	2			
I14 MG 06/50	100	72 ± 1,53	28	16	> 90	>100	Assente
	50	80 ± 1,73	20	7			
	25	83 ± 1,53	17	3			
I14 MG 07/0.5	100	65 ± 1,73	35	25	82,8	>100	Bassa
	50	77 ± 1,53	23	10			
	25	82 ± 2,00	18	5			
I14 MG 07/12,5	100	76 ± 0,58	24	12	> 90	>100	Assente
	50	80 ± 1,53	20	7			
	25	83 ± 1,00	17	4			
I14 MG 07/50	100	74 ± 2,00	26	14	> 90	>100	Assente
	50	80 ± 1,15	20	7			
	25	84 ± 1,15	16	2			
I14 MG 09/0.5	100	58 ± 1,53	42	32	60	>100	Bassa
	50	70 ± 2,08	30	19			
	25	83 ± 0,58	17	3			
I14 MG 09/12,5	100	74 ± 2,08	26	14	> 90	>100	Assente
	50	80 ± 1,00	20	7			
	25	84 ± 1,53	16	2			
I14 MG 09/50	100	78 ± 1,15	22	9	> 90	>100	Assente
	50	81 ± 1,15	19	7			
	25	85 ± 1,15	15	1			
I14 MG10/0.5	100	78 ± 1,53	22	9	> 90	>100	Assente
	50	81 ± 1,53	19	6			
	25	86 ± 0,58	14	1			
I14 MG10/12,5	100	68 ± 1,53	32	21	> 90	>100	Assente
	50	79 ± 1,53	21	9			
	25	85 ± 1,53	15	2			
I14 MG 10/50	100	79 ± 0,58	21	8	> 90	>100	Assente
	50	81 ± 1,15	19	6			
	25	86 ± 0,58	14	1			

Tabella 56 - Risultati del test di embriotossicità (72 ore) con <i>P.lividus</i> e successiva stima della tossicità cronica.							
	Concentrazione (%) del campione	% media di plutei (\pm dev.st %)	% media di embrioni non sviluppati	Correzione ABBOTT (embrioni non sviluppati)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
I14 MG 12/0.5	100	66 \pm 1,00	34	24	78,5	>100	Bassa
	50	73 \pm 1,53	27	15			
	25	83 \pm 1,53	17	4			
I14 MG 12/12,5	100	80 \pm 0,58	20	8	> 90	>100	Assente
	50	82 \pm 1,53	18	5			
	25	86 \pm 0,58	14	1			
I14 MG 12/50	100	79 \pm 1,00	20	7	> 90	>100	Assente
	50	82 \pm 1,53	18	5			
	25	86 \pm 1,15	15	1			
I14 MG 13/0.5	100	55 \pm 3,61	45	36	61,5	>100	Bassa
	50	74 \pm 2,00	26	14			
	25	83 \pm 1,15	17	4			
I14 MG 13/12,5	100	79 \pm 1,15	21	9	> 90	>100	Assente
	50	82 \pm 2,08	18	5			
	25	85 \pm 0,58	15	1			
I14 MG 13/50	100	80 \pm 1,00	20	7	> 90	>100	Assente
	50	83 \pm 1,15	17	4			
	25	86 \pm 0,58	14	1			

4.2 BIOTA

4.2.1 Macrozoobenthos

L'indagine condotta nell'inverno 2014 ha portato alla raccolta e determinazione di 8308 individui appartenenti a 199 specie (Tabella 57) comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi, echinodermi, nemertini, plateminti.

Tabella 57 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell'inverno 2014 (I14).

Tabella 57 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell'inverno 2014 (I14).		
Policheti		
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	<i>Exogone verugeta</i> (Claparède, 1868)	<i>Scoloplos armiger</i> (Müller, 1776)
<i>Nothria conchylega</i> (Sars, 1835)	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren, 1867)
<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	<i>Chone</i> sp.	<i>Brada villosa</i> Stimpson, 1854
<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)	<i>Chrysopetalum debile</i> (Grube, 1855)
<i>Tachytrypa jeffreysii</i> McIntosh, 1878	<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851	<i>Maldane glebiflex</i> Grube, 1860
<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Nephtys hystricis</i> McIntosh, 1900
<i>Minuspio cirrifera</i> Wiren, 1883	<i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835	<i>Hyalinoecia tubicola</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Aricidea fragilis mediterranea</i> Laubier & Ramos, 1974	<i>Nematonereis unicomis</i> (Schmarda, 1861)	<i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868)
<i>Spio</i> sp.	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	<i>Phyllodoce</i> sp.
<i>Aphelochaeta marioni</i> (de Saint Joseph, 1894)	<i>Sternaspis scutata</i> (Renier 1807)	<i>Scolecopsis cantabra</i> (Rjoia, 1918)
<i>Monticellina dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959)	<i>Laonome salmacidis</i> Claparède, 1869	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i> McIntosh, 1879
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	<i>Amphiteis midas</i> (Gosse, 1855)	<i>Drilonereis filum</i> (Claparède, 1868)
<i>Scoletoma tetraura</i> (Schmarda, 1861)	<i>Apomatus similis</i> Philippi, 1844	<i>Euclymene lumbricoides</i> (Quatrefages, 1865)
<i>Heteromastus filiformis</i> Eisig, 1887	<i>Scolecopsis</i> sp.	<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843
<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913	<i>Acmira catharine</i> (Laubier, 1967)	<i>Heterospio mediterranea</i> Laubier, Picard & Ramos, 1972
<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)	<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904
<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)	<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	<i>Sabella pavonina</i> Savigny, 1822
<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)
<i>Amage adspersa</i> (Grube, 1863)	<i>Glycera tessellata</i> Grube, 1863	<i>Aponuphis bilineata</i> (Baird, 1870)
<i>Prionospio fallax</i> Söderström, 1920	<i>Pilargis verrucosa</i> Saint-Joseph, 1899	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)
<i>Poecilochaetus fauchaldi</i> Pilato & Cantone, 1976	Shaerodoridae n.d.	<i>Hydroides elegans</i> (Hanswell, 1883)
<i>Notomastus aberans</i> Day, 1963	<i>Glyphohesione klatti</i> Friedrich, 1950	<i>Janice conchylega</i> (Pallas, 1766)
<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)	<i>Orbinia cuvieri</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)	<i>Nereiphylla castanea</i> (Marenzeller, 1879)
<i>Myriochele oculata</i> Spencer, 1975	<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)
<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)	<i>Polycirrus medusa</i> Grube, 1850	<i>Pherusa</i> sp.
<i>Eteone</i> sp.	<i>Dorvillea (Schistomeringos) rudolphii</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Pista unibranchia</i> Day, J.H. 1963
<i>Laonice cirrata</i> L. Sars, 1851	<i>Thelepus triserialis</i> (Grube, 1855)	<i>Phyllodoce</i> cf <i>lineata</i> (Claparède, 1870)
<i>Acholoe astericola</i> (Delle Chiaje, 1841)	<i>Prionospio caspersi</i> Laubier, 1962	<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843
<i>Sabellides octocirrata</i> (M. Sars, 1835)		

Tabella 57 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell'inverno 2014 (I14).

Molluschi		
<i>Falciidens gutturosus</i> (Kowalevsky, 1901)	<i>Hyalia vitrea</i> (Montagu, 1803)	<i>Melanella polita</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)	<i>Kurtiella (Mysella) bidentata</i> Montagu, (1803)	<i>Pandora pinna</i> (Montagu, 1803)
<i>Mendicula (ex Thyasira) ferruginosa</i> (Forbes, 1844)	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1759)	<i>Saccella (ex Nuculana) commutata</i> (Philippi, 1844)
<i>Thyasira granulosa</i> (Monterosato, 1874)	<i>Cuspidaria rostrata</i> (Spengler, 1793)	<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)
<i>Thyasira biplicata</i> (Philippi, 1836)	<i>Kellia abyssicola</i> Forbes, 1844	<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)
<i>Batharca pectunculoides</i> (Scacchi, 1834)	<i>Myrtea spinifera</i> juv. (Montagu, 1803)	<i>Limatula gwyni</i> (Sykes, 1903)
<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	<i>Nucula sulcata</i> Bronn, 1831
<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg, 1891)	<i>Cuspidaria cuspidata</i> (Olivi, 1792)	<i>Modiolula faseolina</i> (Philippi, 1844)
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	<i>Hiatella rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Calyptrea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Abra longicallus</i> (Scacchi, 1834)	<i>Hydrobia</i> sp.	<i>Eulima glabra</i> (Da Costa, 1778)
<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Poromya granulata</i> (Nyst & Westendorp, 1839)	
<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)	<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	
Echinodermi		
<i>Amphiura filiformis</i> (O. F. Müller, 1776)	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	<i>Ophiacantha setosa</i> (Retzius, 1805)
Ophiuroidea juv ind.	<i>Ophiura albida</i> juv. Forbes, 1839	<i>Astropecten i. pentacanthus</i> (Delle Chiaje, 1825)
<i>Ophiura grubei</i> Heller, 1863	<i>Thyone fusus</i> (O. F. Müller, 1788)	<i>Labidoplax digitata</i> (Montagu, 1815)
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Trachythone tergestina</i> (M. Sars, 1857)	
Crostacei		
<i>Carangoliopsis spinulosa</i> Ledoyer, 1970	<i>Processa</i> sp.	<i>Acidostoma</i> sp.
<i>Ampelisca</i> cfr. <i>ledoyeri</i> Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	<i>Westwoodilla rectirostris</i> (Delle Valle, 1892)	<i>Amphibalanus amphitrite amphitrite</i> (Darwin, 1854)
<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)	<i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)	<i>Deflexilodes griseus</i> (Della Valle, 1893)
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	<i>Campylaspis glabra</i> Sars, 1879	Euphasiacea ind.
<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i> Sars, 1871	<i>Goneplax rhomboides</i> (Pennant, 1777)	<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)
<i>Leptocheilia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	<i>Leucon</i> sp. 2	<i>Gnathia maxillaris</i> (Montagu, 1804)
<i>Harpinia dellavallei</i> Chevreux, 1910	<i>Maera grossimana</i> (Montagu, 1808)	<i>Haploops dellavallei</i> Chevreux, 1900
<i>Haploops nirae</i> Kaim Malka, 1976	<i>Periculodes aequimanus</i> (Kossman, 1880)	<i>Harpinia agna</i> G. Karaman, 1987
<i>Metaphoxus simplex</i> (Bate, 1857)	<i>Anapagurus</i> sp.	<i>Harpinia pectinata</i> G.O. Sars, 1891
<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)	<i>Campylaspis macrophthalma</i> Sars, 1879	<i>Iphinoe serrata</i> Norman, 1867
<i>Anthura gracilis</i> (Montagu, 1808)	<i>Ebalia cranchii</i> Leach, 1817	<i>Leptocheirus mariae</i> G. Karaman, 1973
<i>Ampelisca gibba</i> G.O. Sars, 1882	<i>Leucothoe oboa</i> G. Karaman, 1971	<i>Liocarcinus maculatus</i> (Risso, 1827)
<i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	<i>Perrierella audouiniana</i> (Bate, 1857)
<i>Tuberapseudes echinatus</i> (G.O. Sars, 1882)	<i>Callianassa</i> sp.	<i>Processa canaliculata</i> Leach, 1315
<i>Gammaropsis</i> sp.	<i>Cirolana borealis</i> Lilljeborg, 1852	<i>Synchelidium maculatum</i> Stebbing, 1906
<i>Desmosoma</i> sp.	<i>Eusirus longipes</i> Boeck, 1861	<i>Tryphosella longidactyla</i> Ruffo, 1985
<i>Gnathia oxyuraea</i> (Lilljeborg, 1855)	<i>Harpinia antennaria</i> Meinert, 1890	<i>Upogebia tipica</i> (Nardo, 1869)
<i>Diastylis cornuta</i> (Boeck, 1864)	<i>Leucon</i> sp. 1	<i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890
<i>Eudorella nana</i> Sars, 1879	<i>Leucon mediterraneus</i> Sars, 1879	<i>Halice walkerii</i> (Ledoyer, 1973)
<i>Hippomedon bidentatus</i> Chevreux, 1903	<i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906	<i>Medicorophium rotundirostre</i> (Stephensen, 1915)
<i>Stenothoe</i> sp.	<i>Paraphoxus oculatus</i> (G.O. Sars, 1879)	<i>Nymphon gracile</i> Leach, 1814
<i>Urothoe corsica</i> Bellan-Santini, 1965		
Sipunculidi		
<i>Golfingia elongata</i> (Keferstein, 1863)	<i>Onchnesoma s. steenstrupii</i> Koren & Danielssen, 1875	<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris</i> (Blainville, 1827)
Nemertini		
	Platelminti	

La classe dei policheti risulta essere il gruppo dominante che con 6388 individui costituisce oltre il 75% dell'abbondanza totale. I crostacei, secondi unicamente ai policheti, rappresentano solo il 15% dell'abbondanza totale. Seguono, nell'ordine, molluschi e echinodermi, i primi con 6%, i secondi con appena l'1% di contributo all'abbondanza totale (Figura 62).

Più equilibrata risulta la ripartizione delle specie tra i vari gruppi, sebbene anche da questo punto di vista i policheti si confermano il taxon dominante fornendo da soli quasi la metà delle specie rinvenute (42%). Circa un terzo del panorama faunistico è fornito dai crostacei (32%) seguiti dai molluschi che rappresentano il 17% delle specie totali.

Ai policheti appartengono le specie rinvenute col maggior numero di individui, tra le quali *Levinsenia gracilis*, la più abbondante costituisce da sola, un terzo dell'abbondanza totale (Figura 63). Ad essa segue *Nothria conchylega*, una specie misticola che costituisce l' 11,5% dell'abbondanza totale.

Ampharete acutifrons, la terza specie in ordine di abbondanza rappresenta, con le specie più abbondanti, quasi il 50% dell'abbondanza totale. Questo risultato, che conferma quanto emerso dalla fase di "bianco", dimostra che l'area è caratterizzata da un panorama faunistico dominato da poche specie molto abbondanti affiancate da un elevato numero di specie presenti con pochi individui. Infatti 183 specie (ossia 92% del totale) contribuiscono per meno dell'1% all'abbondanza totale.

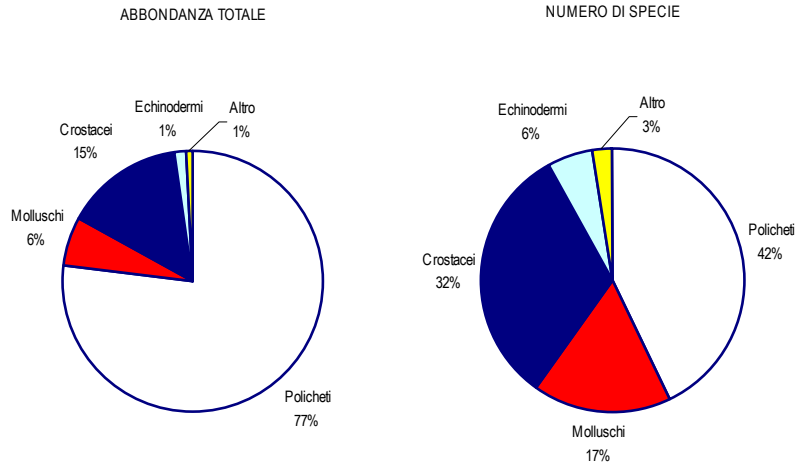


Figura 62 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro=nemertini, sipunculidi, plattelminti.

Dall'analisi delle similarità si evince che *L. gracilis* e *N. conchylega* sono le specie che apportano il maggior contributo alla similarità tra repliche che risulta minima in I14 MG9 (49,23%) e massima in I14 MG14 (70,14%).

Tale contributo complessivo è piuttosto variabile e compreso tra circa il 47,30% (I14 MG1) e l'65,93% (I14 MG4). Le differenze tra le stazioni dipendono, pertanto, dai valori di abbondanza con cui sono presenti queste specie. Tali considerazioni non valgono per la stazione I14 MG2. In questo caso *L. gracilis* occupa il terzo posto in ordine di contributo alla similarità totale essendo preceduta dal crostaceo *Carangoliopsis spinulosa*. Queste due specie, congiuntamente a *N. conchylega* apportano con contributo totale pari a 54,73%. Nel piano di ordinamento ottenuto tramite non-Metric Multidimensional Scaling (n-MDS) basato sui valori di abbondanza non trasformati le stazioni risultano disperse senza formare cluster riconducibili alla loro reale distribuzione spaziale.

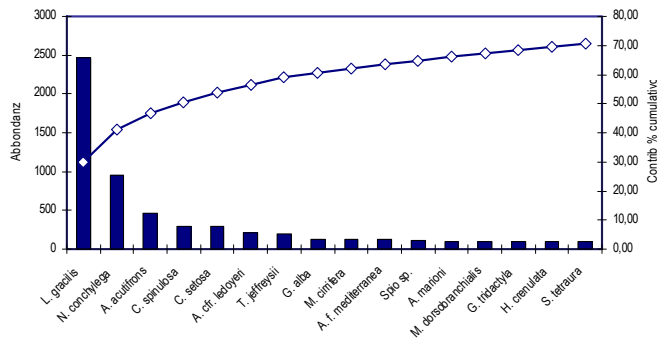


Figura 63- Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.

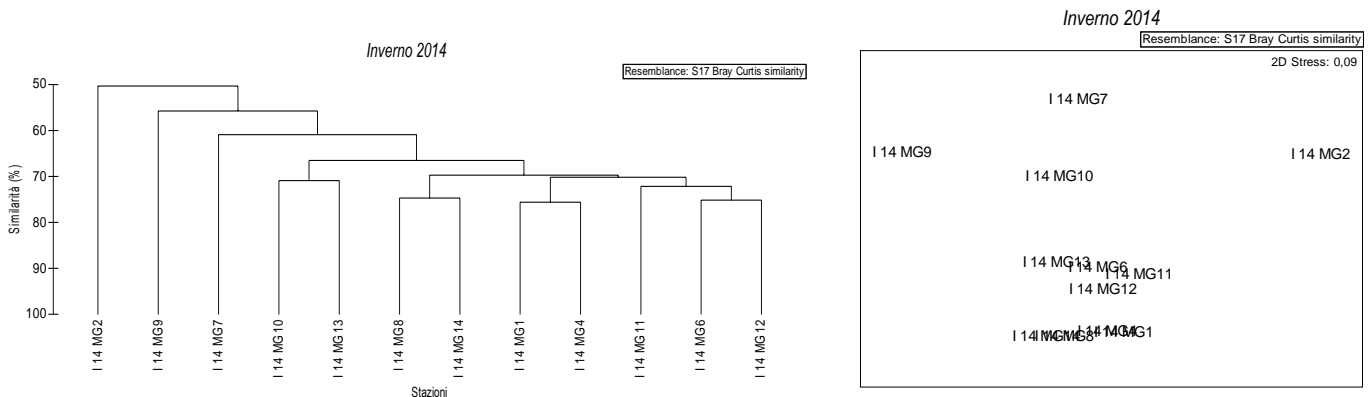


Figura 64 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

La stazione I14 MG9, in particolare, risulta separata dalle altre ed occupa la parte alta e sinistra del plot. Questa stazione esibisce, inoltre, la più alta variabilità tra repliche. All'estremo opposto del piano è situata la stazione I14 MG2, unico caso in cui *Carangoliopsis spinulosa* risulta la specie più abbondante.

Dall'analisi macroscopica dei campioni è emerso che la tipologia di biodetrito presente variava da stazione a stazione. Talvolta, esso, è costituito in prevalenza da detrito vegetale di origine terrigena affiancato da una modesta percentuale di biodetrito conchifero. In altri casi, invece, il sedimento è dominato da sabbia grossolana e ghiaia con una percentuale modesta di residuo vegetale. La stazione I14 MG9, in particolare, è caratterizzata da una elevata percentuale di biodetrito a briozoi che costituisce la quasi totalità del campione. Questa eterogeneità dei sedimenti e del detrito associato spiega la variabilità osservata nel popolamento bentonico.

Per quanto riguarda I14 MG9, stazione a più alta variabilità tra repliche e meno simile alle altre, occorre mettere in evidenza che alcune specie come *Nothria conchylega*, *Ampharete acutifrons*, *Chetozone setosa* risultano particolarmente scarse e separano questa stazione dalle altre. Inoltre queste differenze si traducono in un impoverimento sia in termini di abbondanza sia di ricchezza specifica.

Dalla Tabella 58, infatti, si evince che sia S sia N subiscono un brusco calo proprio in corrispondenza di I14 MG9. Parallelamente, in questa stazione si verifica un calo di ricchezza specifica.

	S	N	d	J'	H'(log2)
I14 MG1	53,0 ± 2,9	242,8 ± 28,5	9,47 ± 0,41	0,77 ± 0,02	4,38 ± 0,13
I14 MG2	35,3 ± 4,6	111,0 ± 29,3	7,29 ± 0,74	0,86 ± 0,02	4,39 ± 0,11
I14 MG 4	40,3 ± 7,8	180,0 ± 23,2	7,54 ± 1,34	0,68 ± 0,06	3,64 ± 0,50
I14 MG6	51,5 ± 10,8	209,3 ± 32,4	9,43 ± 1,78	0,80 ± 0,06	4,51 ± 0,55
I14 MG7	46,8 ± 6,3	143,0 ± 15,8	9,21 ± 1,09	0,84 ± 0,02	4,64 ± 0,23
I14 MG8	43,5 ± 11,2	202,0 ± 76,9	8,01 ± 1,53	0,69 ± 0,04	3,75 ± 0,37
I14 MG9	28,3 ± 5,2	88,5 ± 29,7	6,12 ± 0,98	0,72 ± 0,11	3,47 ± 0,63
I14 MG10	41,0 ± 8,6	146,0 ± 51,8	8,05 ± 1,23	0,80 ± 0,04	4,26 ± 0,43
I14 MG11	47,8 ± 11,0	183,8 ± 25,7	8,94 ± 1,89	0,74 ± 0,11	4,15 ± 0,83
I14 MG12	50,8 ± 5,7	200,8 ± 48,6	9,41 ± 0,88	0,75 ± 0,02	4,25 ± 0,14
I14 MG13	43,8 ± 7,7	164,3 ± 52,8	8,41 ± 0,98	0,76 ± 0,07	4,12 ± 0,33
I14 MG14	43,3 ± 5,7	205,8 ± 19,2	7,93 ± 0,95	0,70 ± 0,01	3,82 ± 0,18

4.2.2 Meiobenthos

Dati delle singole stazioni

La stazione I14 MG1 si caratterizza per il sedimento di tipo sabbioso con silt. La meiofauna è costituita da tredici gruppi tassonomici, per un popolamento complessivo di $422,6 \pm 142,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono il taxon dominante ($324,6 \pm 105,1$ ind./10 cm²) e rappresentano il 76,8% della meiofauna totale. Seguono i Policheti ($38,4 \pm 9,9$ ind./10 cm²; 9,1%) e i Copepodi ($33,8 \pm 22,0$ ind./10 cm²; 8,0%). Le fasi larvali dei Copepodi, cioè i Nauplii, costituiscono il quarto gruppo per abbondanza ($14,4 \pm 9,2$ ind./10 cm²; 3,4%). I taxa numericamente meno abbondanti (Turbellari, Chinorinchi, Ostracodi, Tanaidacei, Anfipodi e Isopodi, Bivalvi, Nemertini e Ciliati), raggruppati nella categoria "Altri", presentano una densità complessiva pari a $11,4 \pm 5,6$ ind./10 cm² con un apporto percentuale del 2,7%, di essi però solo i Turbellari sono presenti con percentuale superiore all'1%; (Tabella 59; Figura 65). I valori degli indici di diversità di Shannon-Wiener ed ricchezza di Margalef risultano superiori alla media riscontrata nell'area, mentre l'equitabilità di Pielou è al di sotto di essa (Tabella 61).

	I14/MG 1		I14/MG 2		I14/MG 4		I14/MG 6		I14/MG 7		I14/MG 8	
	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%
Nematodi	324,6±105,1	76,8	210,2±26,7	79,4	87,4±23,1	81,2	116,1±39,9	70,5	257,1±124,5	71,5	133,0±99,9	75,6
Copepodi	33,8±22,0	8,0	19,0±6,5	7,2	6,3±1,6	5,9	17,3±9,6	10,5	39,7±17,3	11,0	17,3±14,4	9,8
Nauplii	14,4±9,2	3,4	6,8±3,6	2,6	0,8±1,0	0,8	4,2±4,0	2,6	11,0±9,2	3,1	1,7±3,4	1,0
Policheti	38,4±9,9	9,1	22,0±6,5	8,3	8,4±2,8	7,8	24,1±12,4	14,6	43,1±21,1	12,0	19,4±6,2	11,0
Turbellari	3,4±3,6	0,8	1,3±1,6	0,5	0,8±1,0	0,8	-	-	1,3±1,6	0,4	0,4±0,8	0,2
Chinorinchi	2,1±0,8	0,5	0,4±0,8	0,2	-	-	0,4±0,8	0,3	0,8±1,0	0,2	0,4±0,8	0,2
Tanaidacei	0,8±1,7	0,2	3,0±3,7	1,1	3,0±0,8	2,7	-	-	0,4±0,8	0,1	0,8±1,0	0,5
Ostracodi	0,8±1,7	0,2	0,4±0,8	0,2	0,4±0,8	0,4	1,7±0,0	1,0	2,1±3,2	0,6	0,8±1,0	0,5
Anfipodi	1,3±0,8	0,3	0,8±1,7	0,3	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,2
Isopodi	0,4±0,8	0,1	-	-	-	-	-	-	0,8±1,0	0,2	-	-
Cumacei	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,3	-	-	-	-
Acari	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,3	-	-	-	-
Bivalvi	0,4±0,8	0,1	-	-	0,4±0,8	0,4	-	-	-	-	1,3±2,5	0,7
Solenogastri	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,1	0,4±0,8	0,2
Nemertini	0,4±0,8	0,1	-	-	-	-	-	-	0,8±1,0	0,2	-	-
Ofiroidi	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,1	-	-
Idrozo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,1	-	-
Ciliati	1,7±0,0	0,4	0,8±1,0	0,3	-	-	-	-	1,3±1,6	0,4	-	-
Altri (ΣTur-Cil)	11,4±5,6	2,7	6,8±3,1	2,6	4,6±1,6	4,3	3,0±2,5	1,8	8,9±3,2	2,5	4,6±2,9	2,6
Meiofauna totale	422,6±142,6	-	264,7±21,4	-	107,6±29,6	-	164,6±42,1	-	359,7±165,2	-	176,0±118,3	-

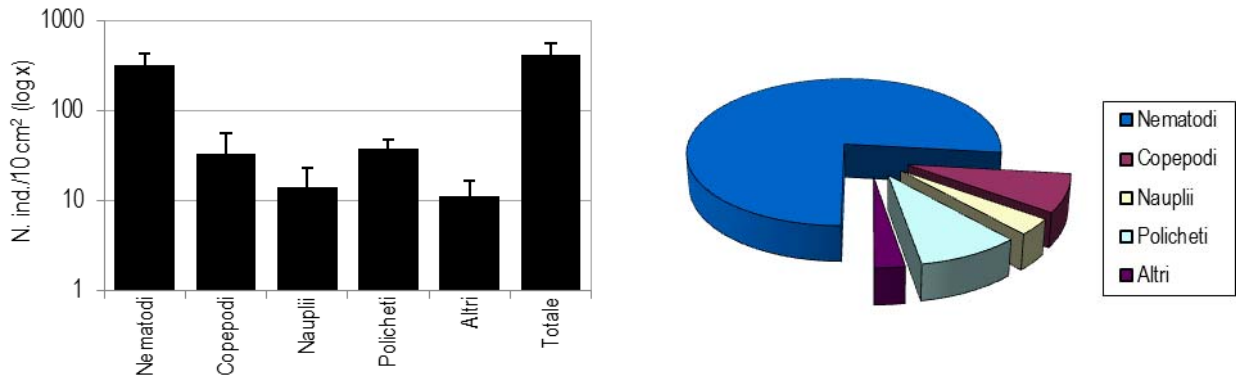


Figura 65 - Stazione I14/MG 1. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I14 MG2 si caratterizza per il sedimento sabbioso con silt e detrito grossolano. Lo studio della popolazione meiobentonica ha evidenziato la presenza di dieci taxa principali per una densità complessiva di 264,7 ± 21,4 ind./10 cm². Il taxon dominante è quello dei Nematodi, che formano il 79,4% del popolamento meiobentonico complessivo, con una densità, di 210,2 ± 26,7 ind./10 cm². Segue il gruppo dei Policheti (22,0 ± 6,5; 8,3%). I Copepodi costituiscono il terzo gruppo per abbondanza numerica (19,0 ± 6,5 ind./10 cm²) ed insieme ai Nauplii formano quasi il 10% della meiofauna totale. Con valori di poco superiori all'1% si distinguono gli Tanaidacei (1,1% del totale). I rimanenti cinque taxa sono presenti con valori di densità modesti (< 1%). Nel complesso i gruppi meiobentonici meno abbondanti raggiungono il 2,6% del popolamento complessivo (Tabella 59). I valori degli indici di diversità di Shannon-Wiener ed equitabilità di Pielou risultano inferiori alla media riscontrata nell'area, mentre l'indice di Margalef è al di sopra di essa (Figura 66).

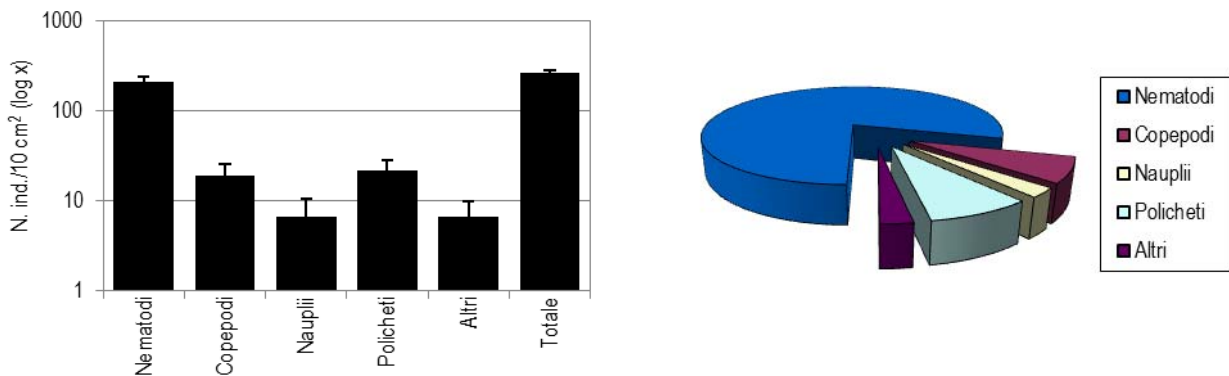


Figura 66 - Stazione I14 MG2. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione I14 MG4 è costituito da sabbia infangata con detrito vegetale. Sono stati rinvenuti otto gruppi meiobentonici per una densità media complessiva di 107,6 ± 29,6 ind./10 cm² (Tabella 59, Tabella 61). Come nelle due stazioni precedenti, anche in questo caso il gruppo dominante è risultato quello dei Nematodi, con una percentuale sul meiobenthos totale dell'81,2% e densità pari a 87,4 ± 23,1 ind./10 cm². Seguono i Policheti, con una densità media di 8,4 ± 2,8 ind./10 cm² (7,8%), i Copepodi, con abbondanza pari a 6,3 ± 1,6 ind./10 cm², e infine i Tanaidacei, che costituiscono ben il 2,7% del popolamento (3,0 ± 0,8 ind./10 cm²). I Nauplii (rappresentano invece solo lo 0,8% (0,8 ± 1,0 ind./10 cm²). I restanti tre taxa costituiscono meno del 2% della biocenosi (Figura 67). I valori di diversità di Shannon-Wiener ed equitabilità di Pielou si pongono al di sotto della media, mentre risulta superiore alla media la ricchezza di Margalef.

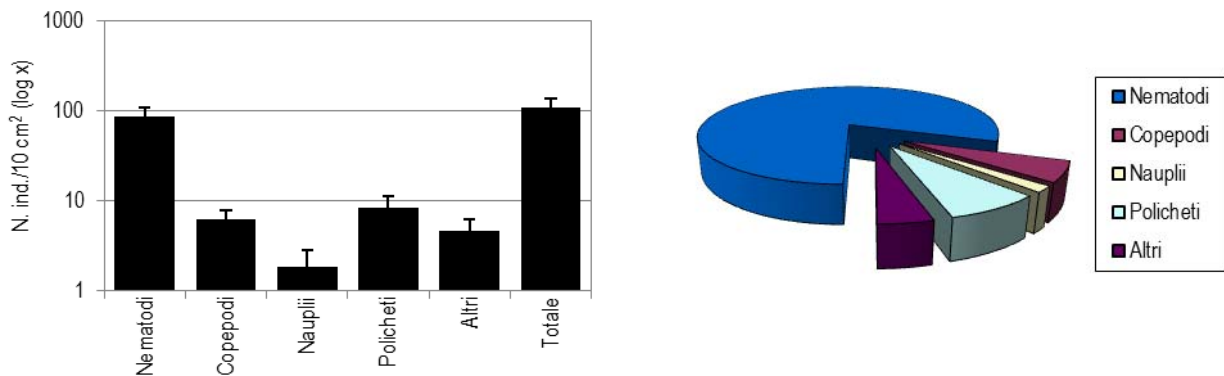


Figura 67 - Stazione I14 MG4. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento prelevato in I14 MG6 è costituito da sabbia molto fine mista a silt e a detrito grossolano; inoltre è presente una cospicua quantità di detrito vegetale, verosimilmente residui di *Posidonia oceanica*. Nei campioni sono stati rinvenuti i rappresentanti di otto gruppi tassonomici per una densità complessiva di $164,6 \pm 42,1$ ind./10 cm² (Tabella 59, Tabella 61). Il gruppo dei Nematodi, taxon dominante, raggiunge la densità di $116,1 \pm 17,3$ ind./10 cm², contribuendo per il 70,5% al popolamento complessivo; seguono i Policheti ($24,1 \pm 12,4$ ind./10 cm²; 14,6%) e i Copepodi ($17,3 \pm 9,6$ ind./10 cm²; 10,5%). Gli stadi larvali dei Copepodi, i Nauplii, in questa stazione si collocano al quarto posto per abbondanza e percentuale ($4,2 \pm 4,0$ ind./10 cm²; 2,6%). Solo gli Ostracodi raggiungono l'1% del popolamento complessivo mentre i rimanenti tre taxa sono presenti con valori di 0,3% (Figura 68). I valori degli indici di diversità di Shannon-Wiener ed equitabilità di Pielou risultano superiori alla media riscontrata nell'area, mentre l'indice di Margalef è lievemente al di sotto di essa.

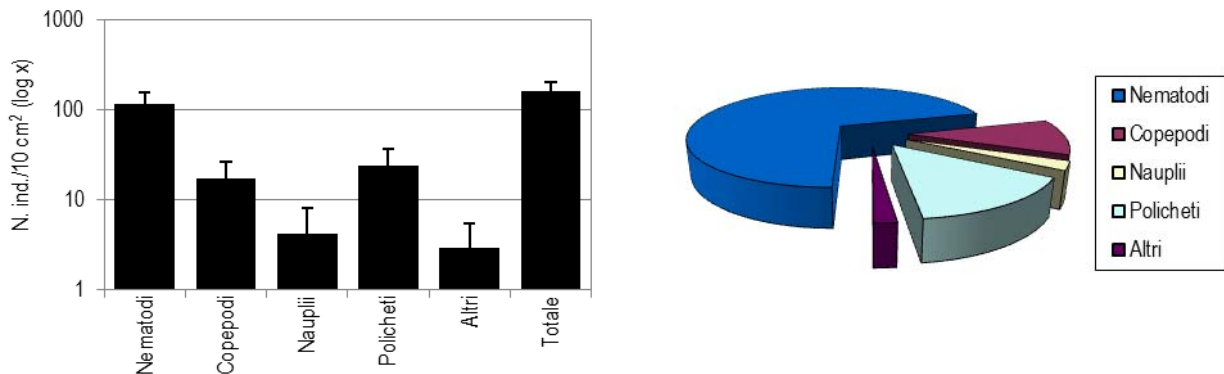


Figura 68 - Stazione I14 MG6. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La comunità meiobentonica rinvenuta nel sedimento sabbioso-fine misto a fango, con piccole quantità di detrito più grossolano e vegetale, della stazione I14 MG7, risulta assai più diversificata rispetto alla precedente. In tutto sono stati rinvenuti quattordici major taxa con una densità media totale di $359,7 \pm 165,2$ ind./10 cm². Il gruppo dominante è quello dei Nematodi benché qui contribuisca con solamente il 71,5% al popolamento complessivo (densità media = $257,1 \pm 124,5$ ind./10 cm²). Seguono a notevole distanza i Policheti ($43,1 \pm 21,1$ ind./10 cm²; 12,0%), i Copepodi ($39,7 \pm 17,3$ ind./10 cm²; 11,0%) e, infine, i Nauplii ($11,0 \pm 9,2$ ind./10 cm²; 3,1%). I rimanenti dieci gruppi sono presenti in scarso numero benché insieme costituiscano il 2,5% della meiofauna totale (Tabella 59; Figura 69). I valori degli indici strutturali calcolati per questa stazione risultano decisamente superiori alla media (indice d; Tabella 61).

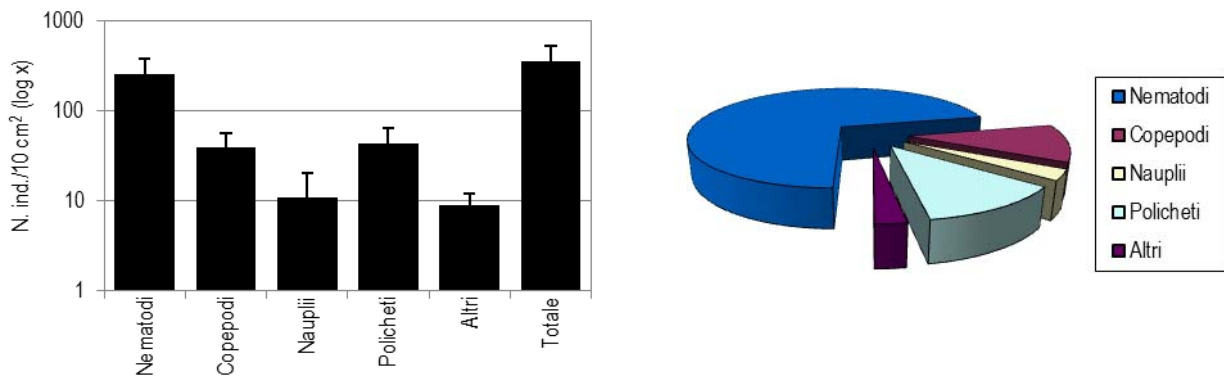


Figura 69 - Stazione I14 MG7. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I14 MG8 è caratterizzata, come le due precedenti stazioni, dalla presenza di un sedimento di tipo sabbioso misto a fango e limo, con una frazione di particolato più grossolano e detrito vegetale. La meiofauna è presente con undici gruppi tassonomici benché la densità complessiva sia relativamente bassa: $176,0 \pm 118,3$ ind./10 cm² (Tabella 59, Tabella 61). Ancora una volta i Nematodi risultano il gruppo dominante, con una percentuale che non raggiunge il 75,6% (densità = $133,0 \pm 99,9$ ind./10 cm²). Seguono per abbondanza i Policheti ($19,4 \pm 6,2$ ind./10 cm²; 11,0%). Copepodi (9,8%) e Nauplii (1,0%) chiudono la quaterna dei gruppi più rappresentati. Le percentuali dei rimanenti sette taxa non oltrepassano singolarmente lo 0,7% (Figura 70), rappresentando nel complesso il 2,6% della biocenosi. In questa stazione gli indici di diversità Shannon-Wiener e di equitabilità di Pielou risultano superiori alla media, mentre l'indice di ricchezza di Margalef risulta al di sotto di essa.

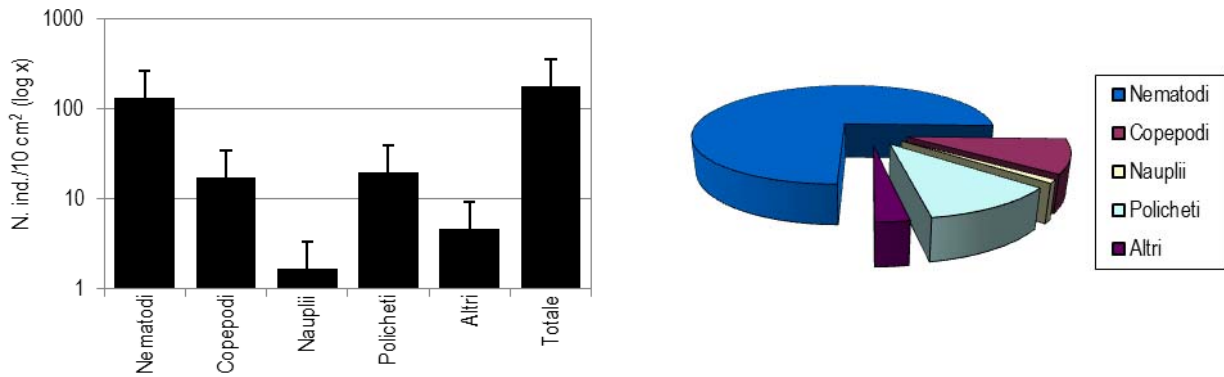


Figura 70 - Stazione I14 MG8. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I14 MG9 è caratterizzata da un sedimento di tipo sabbioso molto fine, ricco di fango e limo. La comunità meiobentonica è costituita da soli sei gruppi tassonomici, per una densità complessiva di 113,6 ± 64,5 ind./10 cm². I Nematodi sono il taxon dominante (105,1 ± 62,1 ind./10 cm²) rappresentando ben il 92,5% della meiofauna totale, seguiti a grande distanza dai Policheti (4,2 ± 6,2 ind./10 cm²; 3,7%). Decisamente scarsi appaiono i Copepodi (1,7 ± 1,4 ind./10 cm²; 1,5%) e i Nauplii (1,3 ± 2,5 ind./10 cm²; 1,1%). Gli altri due taxa presenti, con un apporto complessivo di 1,1%, sono Tanaidacei e Nemertini (Tabella 60, Figura 71). I valori degli indici strutturali risultano inferiori alla media (Tabella 61).

Tabella 60 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni I14/MG 9, I14/MG 10, I14/MG 11, I14/MG 12, I14/MG 13, I14/MG 14. Densità media (±DS) (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.

	I14 MG 9		I14 MG 10		I14 MG 11		I14 MG 12		I14 MG 13		I14 MG 14	
	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%
Nematodi	105,1±62,1	92,5	304,4±87,0	81,2	267,2±83,4	81,5	84,0±17,7	64,4	38,0±21,0	54,9	124,5±29,9	83,1
Copepodi	1,7±1,4	1,5	28,7±11,6	7,7	24,1±17,1	7,3	13,9±9,2	10,7	21,1±22,3	30,5	10,1±8,4	6,8
Nauplii	1,3±2,5	1,1	11,4±5,0	3,0	8,0±2,9	2,4	5,5±2,1	4,2	2,1±1,6	3,1	1,7±1,4	1,1
Policheti	4,2±6,2	3,7	22,8±10,5	6,1	23,6±9,0	7,2	19,0±7,1	14,6	6,8±4,4	9,8	11,4±5,7	7,6
Turbellari	-	-	1,3±1,6	0,3	1,3±1,6	0,4	5,5±3,7	4,2	-	-	-	-
Chinorinchi	-	-	2,5±2,9	0,7	0,8±1,0	0,3	0,8±1,7	0,6	-	-	-	-
Tanaidacei	0,4±0,8	0,4	-	-	0,4±0,8	0,1	-	-	-	-	-	-
Ostracodi	-	-	2,1±1,6	0,6	0,4±0,8	0,1	0,8±1,7	0,6	0,8±1,0	1,2	0,8±1,0	0,6
Anfipodi	-	-	0,4±0,8	0,1	0,4±0,8	0,1	-	-	-	-	0,8±1,0	0,6
Isopodi	-	-	0,4±0,8	0,1	0,4±0,8	0,1	-	-	-	-	-	-
Bivalvi	-	-	-	-	-	-	0,4±0,8	0,3	0,4±0,8	0,6	0,4±0,8	0,3
Nemertini	0,8±1,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciliati	-	-	0,8±1,7	0,2	1,3±0,8	0,4	0,4±0,8	0,3	-	-	-	-
Altri (ΣTur-Cil)	1,3±1,6	1,1	7,6±4,2	2,0	5,1±3,1	1,5	8,0±4,2	6,2	1,3±1,6	1,8	2,1±0,8	1,4
Meiofauna totale	113,6±64,5	-	374,9±102,1	-	328,0±99,0	-	130,4±29,6	-	69,2±44,4	-	149,9±44,3	-

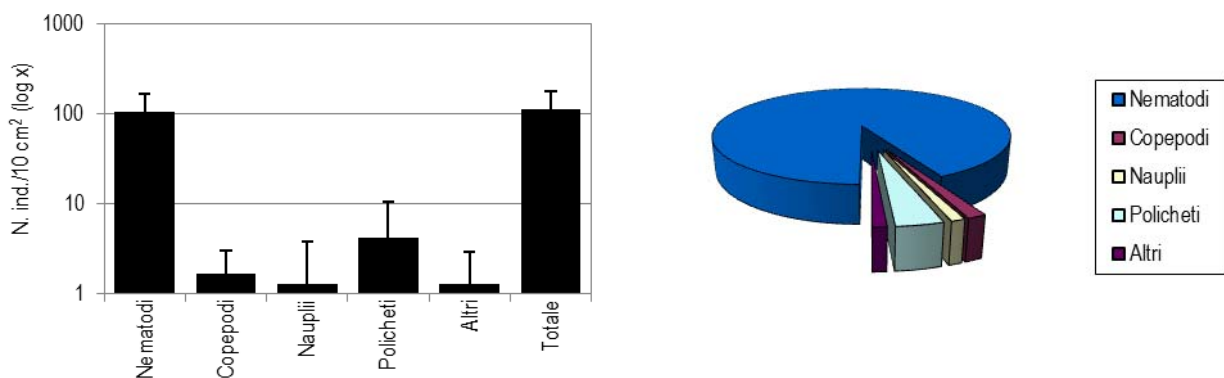


Figura 71 - Stazione I14 MG9. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I14 MG10 è caratterizzata dalla presenza di sabbia fine mista a fango, nella quale sono stati individuati dieci taxa meiobentonici, con una densità media totale di 374,9 ± 102,1 ind./10 cm² (Tabella 60; Tabella 61). I Nematodi, rappresentano anche qui il gruppo dominante con una densità media pari a 304,4 ± 87,0 ind./10 cm², contribuendo per l'81,2% al popolamento meiobentonico complessivo. Seguono i Copepodi (28,7 ± 11,6 ind./10 cm²), i Policheti (22,8 ± 10,5 ind./10 cm²) ed i Nauplii (11,4 ± 5,0 ind./10 cm²). Questi primi quattro gruppi rappresentano il 98% del meiobenthos complessivo (Figura 72). Il restante 2% è costituito da sei taxa, nessuno dei quali supera la percentuale dell'1% rispetto alla meiofauna totale. In questa stazione gli indici di diversità Shannon-Wiener e di equità di Pielou risultano inferiori alla media, mentre l'indice di ricchezza di Margalef risulta al di sopra di essa.

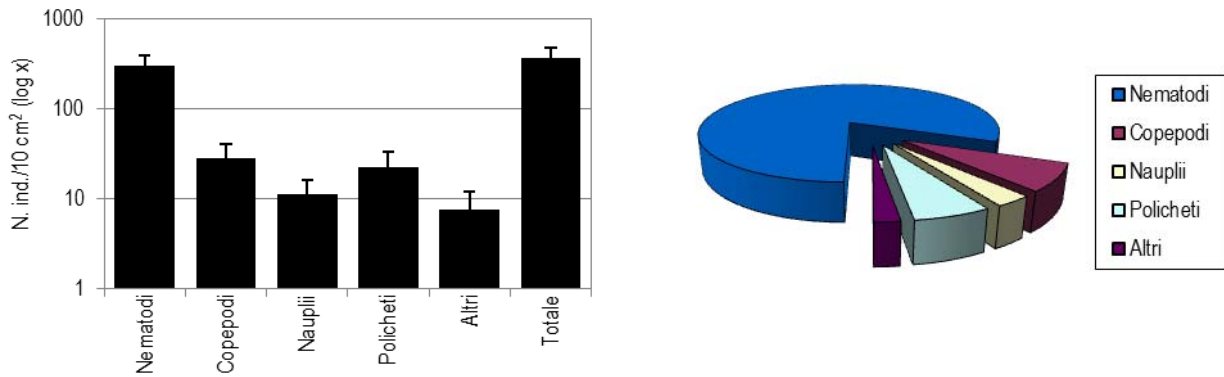


Figura 72 - Stazione I14 MG10. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione I14 MG11 è costituito soprattutto da sabbia fine mista a limo e argilla con apprezzabili quantità di detrito più grossolano e presenza di detrito vegetale. Sono stati rinvenuti i rappresentanti di undici gruppi meiobentonici per una densità media complessiva pari a 328,0 \pm 99,0 ind./10 cm². Il gruppo dominante è quello dei Nematodi (densità media = 267,2 \pm 83,4 ind./10 cm²), con un apporto percentuale al popolamento complessivo di 81,5% (Tabella 59). Il gruppo co-dominante, quello dei Copepodi (densità = 24,1 \pm 17,1 ind./10 cm²; 7,3%) e il quarto, costituito dai loro stadi naupliari (densità = 8,0 \pm 2,9 ind./10 cm²; 2,4%) hanno un danno un contributo di quasi il 10% al popolamento totale. Al terzo posto si posizionano i Policheti (23,6 \pm 9,0 ind./10 cm²; 7,2%). I taxa rimanenti (sette) hanno un contributo inferiore all'1% e raggiungono, globalmente l'1,5% della biocenosi (Figura 73). Gli indici di diversità Shannon-Wiener e di equitabilità di Pielou risultano inferiori alla media, mentre l'indice di ricchezza di Margalef risulta al di sopra di essa (Tabella 61).

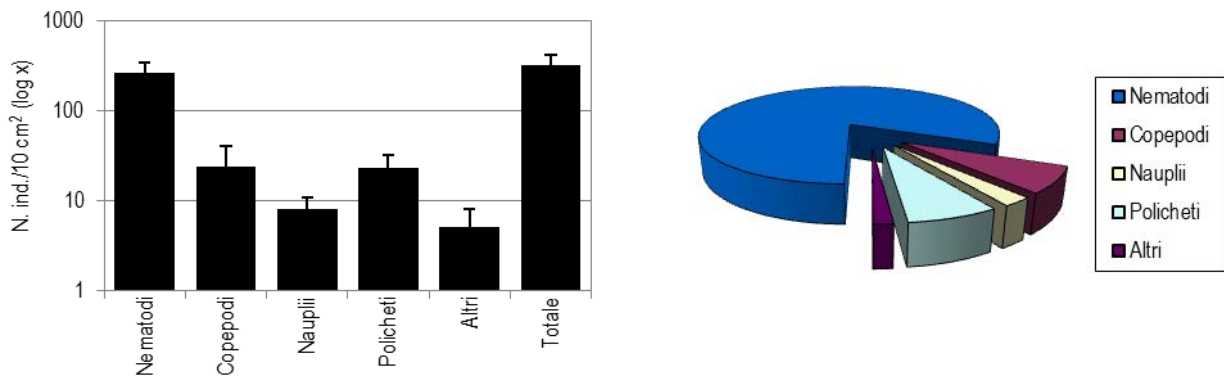


Figura 73 - Stazione I14 MG11. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento prelevato in I14 MG12 è costituito, come la precedente, da sabbia fine mista a fango con una discreta quantità di detriti grossolani e detrito vegetale. Sono stati rinvenuti nove taxa con abbondanza media totale pari a 130,4 \pm 29,6 ind./10 cm². Concordemente alla tipologia di sedimento, anche in questo caso i Nematodi risultano essere il taxon dominante, con densità media pari a 84,0 \pm 17,7 ind./10 cm², corrispondente al 7-% al popolamento complessivo, valore tra i più bassi riscontrati nelle stazioni investigate. Il taxon co-dominante è quello dei Policheti (19,0 \pm 7,1; 14,6%) seguito dai Copepodi (13,9 \pm 9,2 ind./10 cm²; 10,7%), e dai Nauplii (5,5 \pm 2,1 ind./10 cm²; 4,2%). I rimanenti taxa costituiscono complessivamente il 6,2% della meiofauna totale (Tabella 59; Figura 74). I valori degli indici strutturali calcolati per questa stazione si posizionano tutti oltre i valori medi registrati nell'area (Tabella 61).

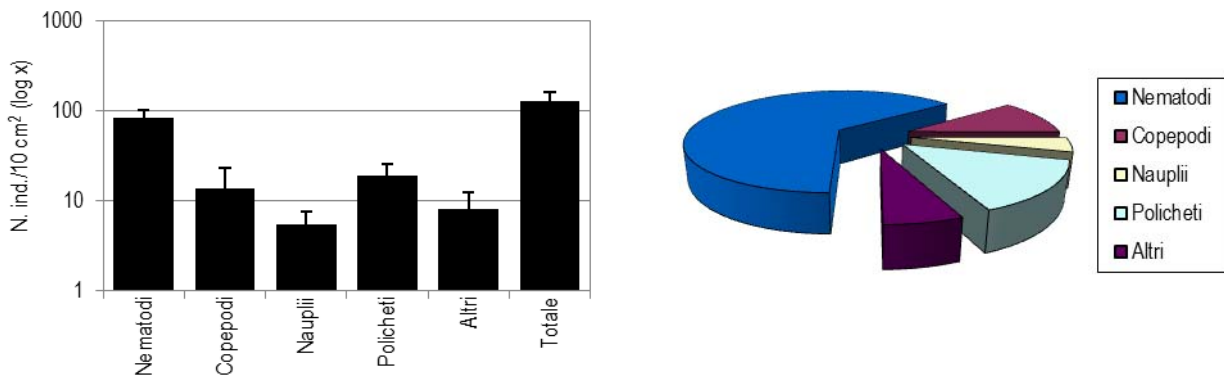


Figura 74 - Stazione I14 MG12. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione I14 MG13 costituito sabbia fine mista a fango e con presenza di detrito grossolano e detrito vegetale, ospita solo sei taxa meiobentonici, presenti con una densità complessiva che risulta la più bassa nell'area indagata: $69,2 \pm 44,4$ ind./10 cm² (Tabella 61). Il gruppo dei Nematodi ($38,0 \pm 21,0$ ind./10 cm²), sebbene con solo il 54,9% del popolamento totale, risulta essere il primo taxon della biocenosi meiobentonica complessiva; seguono i Copepodi ($21,1 \pm 22,3$ ind./10 cm²; 30,5%), i Policheti ($6,8 \pm 4,4$ ind./10 cm²; 9,8%) e i Nauplii ($2,1 \pm 1,6$ ind./10 cm²; 3,1%). Insieme questi tre gruppi costituiscono più del 40% della meiofauna totale. I rimanenti due gruppi, Ostracodi e Bivalvi, costituiscono l'1,8% della meiofauna totale (Tabella 60; Figura 75). Gli indici di diversità Shannon-Wiener e di equitabilità di Pielou risultano superiori alla media, mentre l'indice di ricchezza di Margalef risulta al di sotto di essa (Tabella 61).

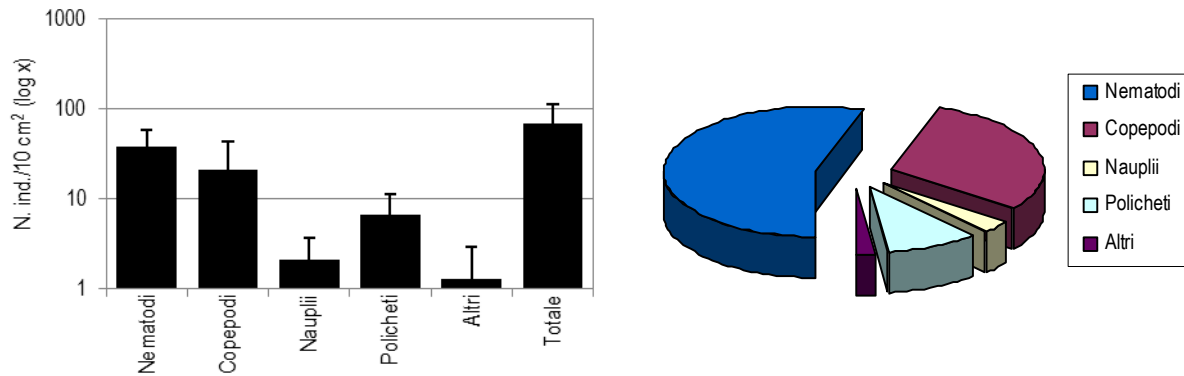


Figura 75 - Stazione I14 MG13. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I14 MG14 si caratterizza per il sedimento di tipo sabbioso misto a fango contenente detrito più grossolano e detrito di origine vegetale. Nei campioni raccolti sono stati rinvenuti soltanto sette taxa meiobentonici, con densità media complessiva ben al di sotto della media dell'area ($149,9 \pm 44,3$ ind./10 cm²). (Tabella 61).

Anche in questo caso i Nematodi risultano il taxon dominante, con una densità di $124,5 \pm 29,9$ ind./10 cm² pari all'83,1% della comunità globale. In questa stazione sono i Policheti ad essere il taxon co-dominante contribuendo per il 7,6% alla meiofauna totale. Seguono Copepodi (6,8%) e Nauplii (1,1%).

Anfipodi, Ostracodi e Bivalvi concludono la lista dei taxa rinvenuti ed insieme formano l'1,4% dell'intera meiofauna (Tabella 60, Figura 76). Gli indici strutturali calcolati per questa stazione sono inferiori alla media.

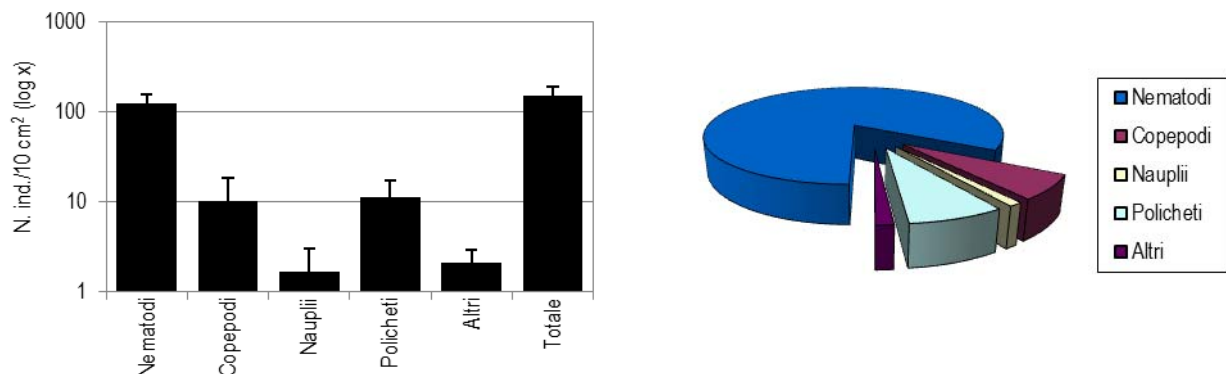


Figura 76 - Stazione I14 MG14. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Dati complessivi

In totale nell'area investigata sono stati rinvenuti organismi appartenenti a diciannove gruppi tassonomici di cui solo quattro presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Copepodi, Nauplii e Policheti. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Turbellari, Chinorinchi, Tanaidacei e Ostracodi, sono abbastanza frequenti, risultanti assenti solo in poche stazioni, al contrario di Idrozoi, Acari, Cumacei e Ofiuroidi, rinvenuti in singole stazioni ed in numeri molto bassi.

La densità media totale dell'area investigata è pari a $221,8 \pm 121,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $171,0 \pm 96,7$ pari a circa 77% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Policheti (densità media = $20,3 \pm 11,9$ ind./10 cm²; 9,1%), dai Copepodi ($19,4 \pm 11,0$ ind./10 cm²; 8,8%) e infine dai Nauplii ($5,7 \pm 4,6$ ind./10 cm²; 2,6%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso oltre il 98% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con densità e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,4% dell'intero popolamento meiobentonico (Tabella 62).

Tabella 61 - Indici strutturali relativi al popolamento meiobentonico calcolati sui valori medi di abbondanza. Numero di taxa (S), Numero medio di individui (N), Ricchezza di Margalef (d), Diversità di Shannon-Wiener (H'), Equitabilità di Pielou (J).

	S	N	d	H'	J		S	N	d	H'	J
I14 MG 1	13,0	422,6	2,0	0,9	0,3	I14 MG 9	6,0	113,6	1,1	0,4	0,2
I14 MG 2	10,0	264,7	1,6	0,8	0,3	I14 MG 10	10,0	374,9	1,5	0,8	0,3
I14 MG 4	8,0	107,6	1,5	0,8	0,4	I14 MG 11	11,0	328,0	1,7	0,7	0,3
I14 MG 6	8,0	164,6	1,4	1,0	0,5	I14 MG 12	9,0	130,4	1,6	1,2	0,5
I14 MG 7	14,0	359,7	2,2	1,0	0,4	I14 MG 13	6,0	69,2	1,2	1,1	0,6
I14 MG 8	11,0	176,0	1,9	0,9	0,4	I14 MG 14	7,0	149,9	1,2	0,7	0,3

In generale, l'analisi della varianza (ANOVA) condotta per testare eventuali differenze tra i valori medi riscontrati nelle 12 stazioni ha evidenziato differenze statisticamente significative nella totalità dei gruppi rinvenuti. In particolare, I14 MG13 e, in misura minore, I14 MG4, I14 MG9 e I14 MG12, esibiscono densità significativamente più basse di Nematodi rispetto a quelle degli altri siti. I Copepodi mostrano invece densità più basse in I14 MG9 (1,7 ind./10 cm²) rispetto alle altre stazioni, mentre in I14 MG1, I14 MG7, I14 MG10 e I14 MG11 i Nauplii esibiscono densità significativamente superiori rispetto agli altri siti. I Policheti presentano densità più elevate in I14 MG1 e in I14 MG7 rispetto alle altre stazioni, ma abbondanze significativamente inferiori in I14 MG9, analogamente a quanto rilevato per i Copepodi. I taxa meno abbondanti sono scarsamente rappresentati in I14 MG9 e in I14 MG13 rispetto agli altri siti. La meiofauna totale presenta una densità significativamente inferiore in I14 MG13 rispetto a quella osservata altrove. Anche I14 MG9 e I14 MG4 hanno mostrato densità più basse rispetto a quelle riscontrate negli altri siti.

Il motivo della povertà faunistica della stazione I14 MG13 rispetto alle altre non è al momento noto, sebbene possa esservi una relazione con la presenza nelle immediate vicinanze del terminale. Anche nel sito I14 MG9, più lontano da quest'ultimo, i taxa rilevati, in particolare Copepodi, Nauplii e Policheti, hanno esibito basse densità. In questo sito la diversità risulta comparabile con quella di I14 MG13.

La ricchezza specifica non differisce molto tra le stazioni investigate, ad eccezione del sito I14 MG9 dove è stato riscontrato il valore più basso: (1,1). Il sito che presenta il valore minimo di abbondanza è I14 MG13, con soli 69,2 ind./10 cm². La diversità di Shannon-Wiener è risultata massima nella stazione I14 MG12 e minima in I14 MG9 dove è stato rilevato anche il più basso valore dell'indice di equitabilità di Pielou.

Dalle analisi multivariate è emerso che complessivamente le stazioni investigate sono caratterizzate da una media similarità faunistica. L'analisi dei cluster, basata sulle abbondanze medie dei diversi taxa e sulla matrice di similarità di Bray-Curtis, raggruppa le stazioni a un valore di similarità prossimo al 66% (Figura 77). Il sito I14 MG9 viene separato dagli altri. Ad un valore di similarità del 75% le stazioni sono suddivise in due cluster, dei quali uno comprende 6 e l'altro 5 stazioni. Il primo raccoglie i siti meno diversificati in termini di taxa rinvenuti e meno ricchi per abbondanza di individui, includendo anche la stazione I14 MG13, sopra citata. Nel secondo sono raccolte le stazioni più ricche e diversificate. All'interno di questo cluster è possibile individuare il sottogruppo costituito da I14 MG10, I14 MG11 il cui valore di similarità di Bray-Curtis oltrepassa il 90%. Al momento non sembra emergere alcuna relazione generale tra raggruppamento e posizione geografica delle stazioni. E, tuttavia, possibile distinguere siti caratterizzati da bassa diversità e scarsa abbondanze, tra i quali spicca I14 MG9, per i motivi sopra riportati.

Tabella 62 - Struttura della comunità meiobentonica dell'area interessata dal posizionamento del terminale rigassificatore, incluse le stazioni di controllo. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo rinvenuto. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.

Taxon	Media \pm DS	%	Taxon	Media \pm DS	%
Nematodi	171,0 \pm 96,7	77,1	Isopodi	0,2 \pm 0,3	0,1
Copepodi	19,4 \pm 11,0	8,8	Cumacei	0,1 \pm 0,1	<0,1
Nauplii	5,7 \pm 4,6	2,6	Acari	0,1 \pm 0,1	<0,1
Policheti	20,3 \pm 11,9	9,1	Bivalvi	0,3 \pm 0,4	0,1
Turbellari	1,3 \pm 1,6	0,6	Solenogastri	0,1 \pm 0,2	<0,1
Chinorinchi	0,7 \pm 0,8	0,3	Nemertini	0,2 \pm 0,3	0,1
Tanaidacei	0,7 \pm 1,1	0,3	Ofiuroidi	0,1 \pm 0,1	<0,1
Ostracodi	0,9 \pm 0,7	0,4	Idrozozi	0,1 \pm 0,1	<0,1
Anfipodi	0,4 \pm 0,4	0,2	Ciliati	0,5 \pm 0,6	0,2
			Altri (Σ Tur-Cil)	5,4 \pm 3,2	2,4
Meiofauna totale	221,8 \pm 121,6				

Queste informazioni sono riflesse anche nel piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS, riportato in Figura 77. Anche in questo caso la disposizione dei punti-stazione prescinde dalla loro collocazione geografica. Il nMDS separa molto chiaramente la stazione I14 MG9 dalle altre, a motivo della scarsa diversità che questa presenta.

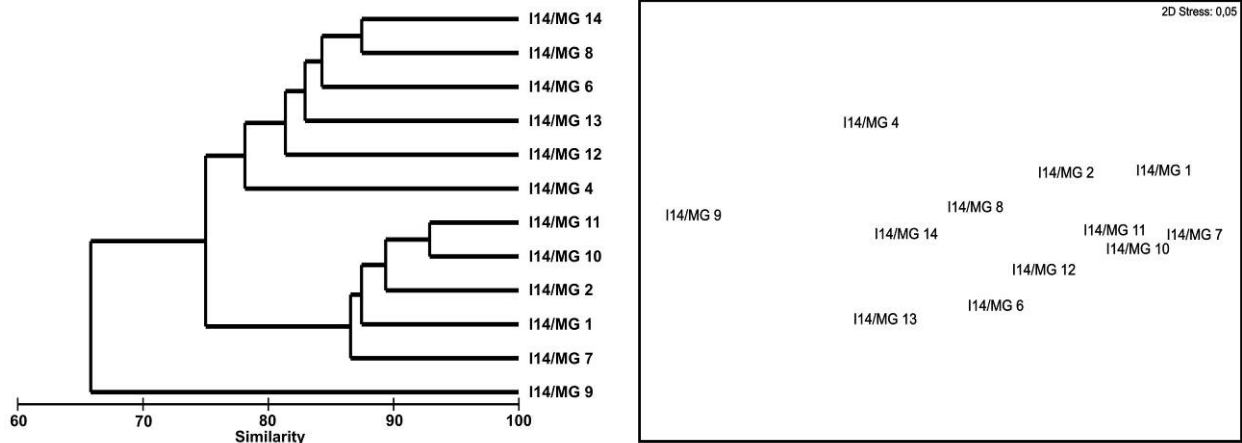


Figura 77 - A sinistra dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle stazioni basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati. A destra piano di ordinamento ottenuto dal non-metric Multi Dimensional Scaling (n-MDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati.

4.2.3 Fauna ittica bentonectonica

Nella Tabella 63 sono riportate le specie catturate durante i campionamenti effettuati con la rete a strascico e con le reti da posta, sia nell'area di trattamento (T) che nell'area di controllo (C) per la campagna Inverno 2014.

In totale, durante tutto il periodo di campionamento, sono state catturate 62 specie.

Il campionamento effettuato con la rete a strascico ha portato alla raccolta, in totale, di 31 specie di Osteitti, 3 di Condroitti, 1 di Crostacei Decapodi e 14 di Molluschi Cefalopodi. La metà delle specie presenti nei siti di trattamento sono risultate presenti anche nel sito di controllo.

Per quanto riguarda le reti da posta, in totale, sono state campionate 10 specie di Osteitti, 4 di Condroitti, 3 di Crostacei Decapodi. Nell'area di controllo i Molluschi Cefalopodi sono risultati assenti nelle catture. Confrontando il numero di specie, nel sito di controllo sono risultate presenti il 25% delle specie riscontrate nei siti di trattamento.

La differenza nel numero di specie riscontrata tra i siti di trattamento e quello di controllo è da attribuirsi al numero delle cale effettuate: 4 per il "Trattamento", 1 sola per il "Controllo". L'assenza completa dei Molluschi Cefalopodi ed il numero molto basso di specie o gruppi tassonomici bento-nectonici (categoria faunistica "Altro") nella lista faunistica delle reti da posta è una conseguenza dell'operatività di questo tipo di rete: le reti da posta sono un attrezzo da pesca passivo, per il quale la cattura dipende esclusivamente dal movimento delle specie. La rete a strascico, invece, opera attivamente in contatto con il fondo e quindi ha maggiori possibilità di catturare organismi della fauna bento-nectonica. Inoltre, le reti da posta hanno una selettività molto più elevata

rispetto alla rete a strascico che determina la cattura di un numero inferiore di specie e degli intervalli di taglia degli esemplari più ristretti.

Tabella 63 - Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. T: siti di trattamento; C: siti di controllo.

	Strascico		Reti da posta		Condroitti	Strascico		Reti da posta	
	T	C	T	C		T	C	T	C
Osteitti									
<i>Argentina sphyraena</i> Linnaeus, 1758	*				<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*
<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758		*			<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	*		*	
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			Crostacei Decapodi				
<i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810	*				<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)			*	
<i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)			*	
<i>Carapus acus</i> (Brünnich, 1768)	*				<i>Parapenaeus longirostris</i> (H. Lucas, 1846)	*		*	
<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)				*	Molluschi Cefalopodi				
<i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)		*			<i>Alloteuthis</i> sp. Wülker, 1920	*	*		
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)	*				<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)	*			
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)		*			<i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1798)	*			
<i>Gadiculus argenteus argenteus</i> Guichenot, 1850	*				<i>Illex coindetii</i> (Vérany, 1839)	*	*		
<i>Lepidorhombus boschii</i> (Risso, 1810)	*	*	*	*	<i>Loligo forbesii</i> Steenstrup, 1856	*	*		
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacépède, 1801)	*	*	*	*	<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798	*	*		
<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	*		*	*	<i>Octopus defilippi</i> Vérany, 1851	*			
<i>Lophius</i> sp. Linnaeus, 1758			*	*	<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1798	*	*		

Tabella 63 - Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. T: siti di trattamento; C: siti di controllo.

<i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)	*				<i>Pteroctopus tetracirrhus</i> (Delle Chiaje, 1830)	*			
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	<i>Rossia macrosoma</i> (Delle Chiaje, 1830)	*			
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	*	*			<i>Scaevurgus unicolor</i> (Delle Chiaje, 1841)	*			
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)	*	*	*		<i>Sepia elegans</i> Blainville, 1827	*			
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*		<i>Sepia orbignyana</i> Férussac, 1826	*			
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	*	*			<i>Sepietta oweniana</i> (d'Orbigny, 1841)	*			
<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810			*		<i>Todaropsis eblanae</i> (Ball, 1841)	*	*		
<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758	*	*			Altro				
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)		*			<i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766	*	*		
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			<i>Ascidia mentula</i> Müller, 1776	*			
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	*				Ascidieae indet.	*			
<i>Spondylisoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)		*			<i>Astropecten i. pentacanthus</i> (Delle Chiaje, 1825)	*			
<i>Symphurus nigrescens</i> Rafinesque, 1810			*		<i>Echinus melo</i> Lamarck, 1816	*			
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	*				<i>Funiculina quadrangularis</i> (Pallas, 1766)			*	
<i>Trachurus m. mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	*				Holothuroidea indet.	*			
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			<i>Leptometra phalangium</i> (J. Müller, 1841)	*			
<i>Trigla lyra</i> Linnaeus, 1758	*				<i>Microcosmus sabatieri</i> Roule, 1885	*			
<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			Ophiuroidea indet.	*			
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	*	*	*		<i>Sabella</i> sp. Linnaeus, 1767	*			
Condroitti					<i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)			*	
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	*		*		<i>Stichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)	*		*	
<i>Raja</i> sp. Linnaeus, 1758			*						

Indici di densità e biomassa per gruppi tassonomici

Nella Figura 78 è riportata la composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati con le reti da posta. Sia nei siti di trattamento che in quello di controllo il gruppo tassonomico più rappresentativo è risultato quello dei Condroitti, con percentuali in numero dell'84% nel trattamento e dell'82% nel controllo. Per quanto riguarda la biomassa, nel sito di trattamento i Condroitti si sono attestati sul 58%, mentre nel controllo hanno rappresentato il 50% del peso totale. Il secondo gruppo più rappresentato è stato quello degli Osteitti con percentuali in numero del 13% nel trattamento e del 18% nel controllo e percentuali in peso del 40,5% e 50% nel trattamento e nel controllo rispettivamente. Il gruppo tassonomico dei Crostacei è risultato presente solo nei siti di trattamento con percentuali molto basse (3% in numero, 2% in peso), mentre completamente assente, sia nel controllo che nel trattamento, è il gruppo tassonomico dei Cefalopodi.

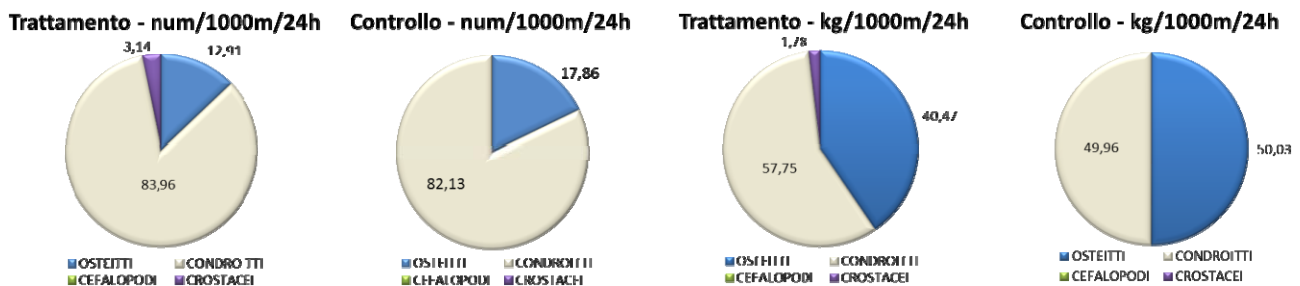


Figura 78 – Reti da posta: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di controllo e trattamento.

Nella Figura 79 è riportata la composizione in percentuale delle catture dei principali gruppi tassonomici campionati con la rete a strascico. Il gruppo tassonomico più importante è risultato essere quello degli Osteitti con percentuali dell'80% in numero e 62% in peso per i siti di trattamento e del 90% in numero e del 71% in peso per il sito di controllo. Il gruppo dei Condroitti ha mostrato dei valori in biomassa piuttosto elevati sia nel trattamento (24%) che nel controllo (16%) che, mostrando invece valori bassi in relazione alla densità (6% nel trattamento, 4% nel controllo). A differenza di quanto riscontrato nel campionamento con le reti da posta, il campionamento effettuato con la rete a strascico ha portato alla cattura dei Molluschi Cefalopodi. Questo gruppo tassonomico ha mostrato dei valori in percentuale simili

sia nel trattamento che nel controllo con valori compresi tra il 5% e l'8% in numero e tra il 12% ed il 13% in peso. Il gruppo tassonomico dei Crostacei è risultato presente solamente nei siti di trattamento con valori molto bassi sia in numero (6%) che in peso (2%).

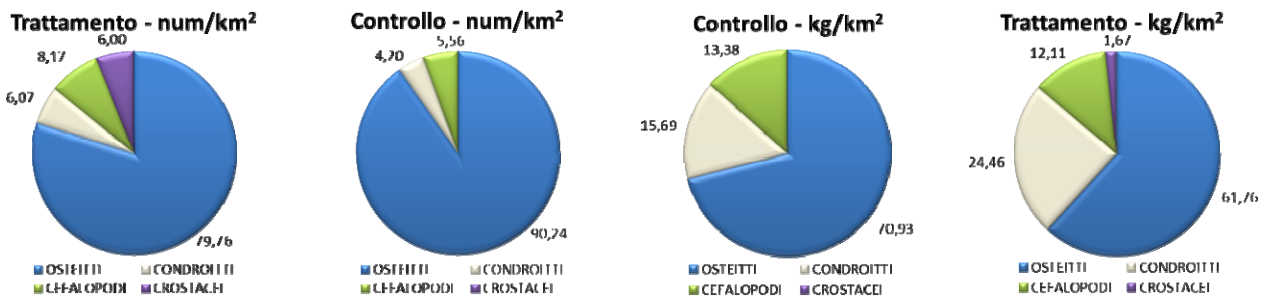


Figura 79 – Rete a strascico: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di controllo e trattamento.

Reti da posta - Indici di densità e biomassa per specie

Nella Tabella 64 sono riportati gli indici di abbondanza in num/1000m/24h e in kg/1000m/24h per le specie catturate con le reti da posta. Nei siti di trattamento la specie più abbondante è risultata il gattuccio, *Scyllorhinus canicula*, con valori in numero di 50 ind./1000m/24h e in peso di 11,7 kg/1000m/24h. Tutte le altre specie catturate nei siti di trattamento hanno mostrato valori sensibilmente più bassi rispetto a quelli del gattuccio. Tra gli Osteitti le specie più abbondanti sono state la gallinella, *Chelydonichthys lucerna*, con 2 ind./1000m/24h e 2,184 kg/1000m/24h, l'occhialone, *Pagellus bogaraveo*, con 2 ind./1000m/24h e 0,148 kg/1000m/24h ed il rombo quattrocchi, *Lepidorhombus boscii*, con 1 ind./1000m/24h e 0,106 kg/1000m/24h. Anche nel sito di controllo la specie più abbondante è stata il gattuccio *S. canicula* con valori in numero di 36 ind./1000m/24h ed in peso di 7,851 kg/1000m/24h.

Nel sito di controllo sono state campionate solamente 4 specie di Osteitti, con valori sia in numero che peso molto inferiori a quelli del gattuccio. Tra gli Osteitti la specie che ha mostrato i valori più elevati è stata la rana pescatrice, *Lophius budegassa* (3 ind./1000m/24h e 5,418 kg/1000m/24h).

Tabella 64 - Reti da posta: indici di densità e abbondanza (\pm DS), espressi in num/1000m/24h e kg/1000m/24h, stimati per le specie catturate nei siti di trattamento e di controllo.

	Trattamento		Controllo	
	num/1000m/24h	kg/1000m/24h	num/1000m/24h	kg/1000m/24h
OSTEITTI				
<i>Lepidorhombus boscii</i>	1,40 \pm 4,857	0,106 \pm 0,367	1,55	0,113
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	0,35 \pm 1,214	0,004 \pm 0,015		
<i>Lophius budegassa</i>	0,75 \pm 1,508	0,347 \pm 0,694	3,11	5,418
<i>Lophius sp.</i>	0,77 \pm 1,549	6,921 \pm 13,899	1,55	0,777
<i>Merluccius merluccius</i>	0,37 \pm 1,276	0,553 \pm 1,915	1,55	1,553
<i>Pagellus bogaraveo</i>	1,61 \pm 3,963	0,148 \pm 0,435		
<i>Pagellus erythrinus</i>	0,40 \pm 1,401	0,058 \pm 2,000		
<i>Symphurus nigrescens</i>	0,37 \pm 1,276	0,004 \pm 0,014		
<i>Chelydonichthys lucerna</i>	1,56 \pm 2,295	2,184 \pm 4,168		
<i>Zeus faber</i>	0,40 \pm 1,401	0,243 \pm 0,841		
CONDROITTI				
<i>Raja clavata</i>	1,11 \pm 3,829	2,988 \pm 10,352		
<i>Raja sp.</i>	0,37 \pm 1,276	0,368 \pm 1,276		
<i>Scyllorhinus canicula</i>	50,19 \pm 22,765	11,700 \pm 5,193	35,73	7,851
<i>Torpedo marmorata</i>	0,35 \pm 1,214	0,020 \pm 0,069		
CROSTACEI DECAPODI				
<i>Maja squinado</i>	0,40 \pm 1,401	0,422 \pm 1,461		
<i>Liocarcinus depurator</i>	0,40 \pm 1,401	0,005 \pm 0,018		
<i>Parapenaeus longirostris</i>	0,74 \pm 2,553	0,012 \pm 0,041		
<i>Squilla mantis</i>	0,40 \pm 1,386	0,026 \pm 0,089		
ALTRO				
<i>Funiculina quadrangularis</i>		0,004 \pm 0,013		
Rifiuti		0,020 \pm 0,061		
<i>Stichopus regalis</i>	0,77 \pm 1,540	0,162 \pm 0,364		

Reti a strascico - Indici di densità e biomassa per specie

Nella Tabella 65 sono riportati gli indici di abbondanza in num/km² e in kg/km² per le specie catturate con la rete a strascico.

Nei siti di trattamento la specie più abbondante nel gruppo tassonomico degli Osteitti è risultata la triglia di fango, *Mullus barbatus*, con un indice di densità di 5945 ind./km² e di biomassa di 151,693 kg/km². Valori estremamente elevati sono stati registrati anche per sugarello, *Trachurus trachurus*, con indici in numero e peso pari a 4796 ind./km² e 88,756 kg/km² rispettivamente. Sempre tra gli Osteitti altre specie che hanno registrato indici in densità e biomassa elevati sono stati la boga, *Boops boops*, con valori pari a 848 ind./km² e 35,932 kg/km², il caviglione, *Lepidotrigla cavillone* (726 ind./km² e 8,724 kg/km²), il nasello, *Merluccius merluccius* (686 ind./km² e 22,381 kg/km²) e l'occhialone, *P. bogaraveo* (203 ind./km² e 10,375 kg/km²). Tra i Condroitti la specie più abbondante è risultata il gattuccio, *S. canicula*, con valori in densità pari a 1206 ind./km² ed in biomassa pari a 161,482 kg/km². Il gruppo tassonomico dei Crostacei Decapodi è rappresentato da un'unica specie, il gambero bianco, *Parapenaeus longirostris*, con indici in numero e peso di 1203 ind./km² e 11,211 kg/km² rispettivamente. Tra i Molluschi Cefalopodi la specie più abbondante sia in numero che in peso è risultata il totano, *Illex coindetii* con stime di 998 ind./km² e 32,329 kg/km². Altre specie di Molluschi Cefalopodi con indici di densità ed abbondanza piuttosto elevati sono stati il totano tozzo, *Todaropsis eblanae* (117 ind./km² e 6,753 kg/km²) ed il moscardino, *Eledone cirrhosa* (112 ind./km² e 10,471 kg/km²). Nel gruppo classificato come "Altro" la specie più abbondante in numero è risultata *Sticopus regalis* (85 ind./km²), mentre in peso la più abbondante è stata *Leptometra phalangium* (20,205 kg/km²).

Nel sito di controllo le specie più abbondanti appartenenti al gruppo degli Osteitti sono risultate quasi le stesse riscontrate nei siti di trattamento, anche se con indici in alcuni casi sensibilmente diversi. La specie più abbondante, sia in numero che in peso, è risultata la triglia di fango, *M. barbatus*, con valori di 4630 ind./km² e 156,503 kg/km². Altre specie di Osteitti con indici di densità e biomassa elevati sono stati il sugarello, *T. trachurus* (3562 ind./km² e 112,758 kg/km²), l'occhialone, *P. bogaraveo* (1962 ind./km² e 87,936 kg/km²) e la boga, *B. boops* (579 ind./km² e 27,783 kg/km²). Tra le specie che hanno registrato un indice di biomassa piuttosto elevato rientra lo scorfano rosso, *Scorpaena scrofa*, con un valore di 147,754 kg/km². L'unica specie appartenente al gruppo dei Condroitti presente nel sito di controllo, il gattuccio *S. canicula*, ha fatto registrare un indice in numero pari a 623 ind./km² ed un indice in peso pari a 141,165 kg/km². Nel gruppo tassonomico dei Molluschi Cefalopodi la specie più abbondante in numero è stata il totano *I. coindetii*, con un valore di 468 ind./km², mentre la specie più abbondante in peso è risultata il polpo comune, *Octopus vulgaris*, con un indice di 72,352 kg/km². Nel gruppo classificato come "Altro" l'unica specie registrata è stata *Alcyonium palmatum* con indici in numero e peso di 45 ind./km² e 1,113 kg/km² rispettivamente. Sempre in questa categoria è da registrare la grande abbondanza di rifiuti, per i quali è stato stimato un peso di 2448,853 kg/km². Va però precisato che questo notevole quantitativo è dovuto al ritrovamento nelle rete di un grande divergente in genere utilizzato lungo le banchine portuali.

Tabella 65 - Rete a strascico: indici di densità e abbondanza (\pm DS), espressi in num/km² e kg/km², stimati per le specie catturate nei siti di trattamento e di controllo.

	Trattamento		Controllo	
	num/km ²	kg/km ²	num/km ²	kg/km ²
OSTEITTI				
<i>Argentina sphyraena</i>	37,31 \pm 63,240	0,646 \pm 1,169		
<i>Blennius ocellaris</i>			22,26	0,445
<i>Boops boops</i>	848,39 \pm 2371,219	35,932 \pm 95,771	578,82	27,783
<i>Callionymus maculatus</i>	10,29 \pm 35,640	0,031 \pm 0,107		
<i>Capros aper</i>	741,61 \pm 1590,477	4,257 \pm 9,190	244,88	1,826
<i>Carapus acus</i>	5,32 \pm 18,436	0,005 \pm 0,018		
<i>Citharus linguatula</i>			22,26	0,913
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	16,30 \pm 56,449	0,065 \pm 0,226		
<i>Engraulis encrasicolus</i>			22,26	0,312
<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	358,16 \pm 821,367	1,210 \pm 2,694		
<i>Lepidorhombus boscii</i>	69,76 \pm 72,409	2,245 \pm 4,044	22,26	0,378
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	726,46 \pm 573,034	8,724 \pm 5,766	512,03	3,896
<i>Lophius budegassa</i>	21,52 \pm 30,109	32,211 \pm 93,413		
<i>Macroramphosus scolopax</i>	217,48 \pm 573,816	1,914 \pm 5,260		
<i>Merluccius merluccius</i>	685,66 \pm 820,010	22,381 \pm 17,309	378,46	3,317
<i>Mullus barbatus</i>	5944,93 \pm 4345,075	151,693 \pm 82,102	4630,54	156,503
<i>Pagellus bogaraveo</i>	203,04 \pm 531,430	10,375 \pm 28,635	1691,93	87,936
<i>Pagellus erythrinus</i>	43,24 \pm 81,290	4,766 \pm 10,064	333,93	31,212
<i>Phycis blennoides</i>	53,19 \pm 77,157	2,594 \pm 3,260	66,79	4,363
<i>Scorpaena notata</i>			22,26	0,601
<i>Scorpaena scrofa</i>	5,14 \pm 17,820	0,921 \pm 3,190	178,10	147,754
<i>Serranus cabrilla</i>			356,20	23,353
<i>Serranus hepatus</i>	170,03 \pm 399,634	1,986 \pm 4,998	467,51	6,256
<i>Spicara smaris</i>	21,74 \pm 53,221	0,310 \pm 0,698		
<i>Spondyliosoma cantharus</i>			22,26	1,113
<i>Trachinus draco</i>	16,32 \pm 56,539	1,279 \pm 4,429		
<i>Trachurus mediterraneus mediterraneus</i>	494,68 \pm 989,468	18,756 \pm 37,823		
<i>Trachurus trachurus</i>	4795,81 \pm 13097,769	88,756 \pm 241,196	3561,95	112,758

Tabella 65 - Rete a strascico: indici di densità e abbondanza (\pm DS), espressi in num/km² e kg/km², stimati per le specie catturate nei siti di trattamento e di controllo.

	Trattamento		Controllo	
	num/km ²	kg/km ²	num/km ²	kg/km ²
<i>Trigla lyra</i>	5,32 \pm 18,436	0,277 \pm 0,959		
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	446,87 \pm 586,348	6,945 \pm 7,290	222,62	5,966
<i>Zeus faber</i>	63,73 \pm 127,826	16,794 \pm 45,938	22,26	21,639
CONDROITTI				
<i>Raja clavata</i>	5,32 \pm 18,436	2,597 \pm 8,997		
<i>Scyliorhinus canicula</i>	1206,38 \pm 805,694	161,482 \pm 114,274	623,34	141,165
<i>Torpedo marmorata</i>	5,32 \pm 18,436	0,298 \pm 1,032		
CROSTACEI DECAPODI				
<i>Parapenaeus longirostris</i>	1203,04 \pm 1498,637	11,211 \pm 14,193		
MOLLUSCHI CEFALOPODI				
<i>Alloteuthis</i> sp.	197,83 \pm 222,494	1,269 \pm 1,829	155,84	0,779
<i>Eledone cirrhosa</i>	112,41 \pm 50,293	10,471 \pm 4,463		
<i>Eledone moschata</i>	5,32 \pm 18,436	0,330 \pm 1,143		
<i>Illex coindetii</i>	997,96 \pm 886,620	32,329 \pm 37,519	467,51	27,160
<i>Loligo forbesi</i>	16,30 \pm 36,036	1,918 \pm 4,498	22,26	11,265
<i>Loligo vulgaris</i>	21,11 \pm 52,147	0,939 \pm 2,260	44,52	5,677
<i>Octopus defilippi</i>	10,64 \pm 36,871	1,783 \pm 6,176		
<i>Octopus vulgaris</i>	43,47 \pm 106,441	21,393 \pm 52,726	89,05	72,352
<i>Pteroctopus tetracirrhus</i>	10,88 \pm 37,693	1,262 \pm 4,372		
<i>Rossia macrosoma</i>	5,32 \pm 18,436	0,149 \pm 0,516		
<i>Scaevargus unicolorrhus</i>	5,14 \pm 17,820	0,761 \pm 2,637		
<i>Sepia elegans</i>	16,02 \pm 18,519	0,202 \pm 0,262		
<i>Sepia orbignyana</i>	69,57 \pm 37,367	1,761 \pm 1,762		
<i>Sepietta oweniana</i>	10,76 \pm 21,527	0,086 \pm 0,174		
<i>Todaropsis eblanae</i>	117,34 \pm 36,888	6,753 \pm 1,889	44,52	3,183
ALTRO				
<i>Alcyonium palmatum</i>	59,07 \pm 103,747	0,512 \pm 1,066	44,52	1,113
<i>Ascidia mentula</i>	27,16 \pm 94,081	0,489 \pm 1,693		
Ascidieaceae indet.	37,02 \pm 62,745	0,827 \pm 1,958		
<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i>	70,25 \pm 160,839	0,081 \pm 0,214		
<i>Echinus melo</i>	5,43 \pm 18,816	1,086 \pm 3,763		
Holothuroidea indet.	26,61 \pm 92,178	3,459 \pm 11,983		
<i>Leptometra phalangium</i>		20,205 \pm 28,449		
<i>Microcosmus sabatieri</i>	5,14 \pm 17,820	0,309 \pm 1,069		
Ophiuroidea indet.		0,011 \pm 0,038		
Rifiuti		8,661 \pm 5,830		2448,853
<i>Sabella</i> sp.	5,44 \pm 18,846	0,065 \pm 0,226		
Sporco organico		2,092 \pm 4,205		
<i>Stichopus regalis</i>	84,63 \pm 120,457	19,885 \pm 42,364		

Indici di densità e biomassa delle specie più rappresentative

Nella fase di bianco, sia per le reti da posta che per la rete a strascico, sono state scelte delle specie indicatrici che saranno quelle utilizzate per il calcolo degli indici di densità e abbondanza e delle distribuzioni di taglia frequenza durante tutti i campionamenti successivi. Può quindi succedere che alcune di queste specie non siano catturate durante alcuni campionamenti.

Reti da posta

Nella Figura 80 sono riportati gli indici in numero e peso per le specie indicatrici catturate con le reti da posta.

In particolare vengono rappresentati i valori delle medie e la deviazione standard sia per specie sia per sito. Due delle specie scelte come indicatrici (*Citharus linguatula* e *Raja asterias*) non sono state catturate. Il gattuccio, *S. canicula*, non ha mostrato differenze tra i siti di trattamento ed il sito di controllo, mentre la rana pescatrice, *L. budegassa*, ha mostrato valori più alti, sia in numero che in peso, nel sito di controllo.

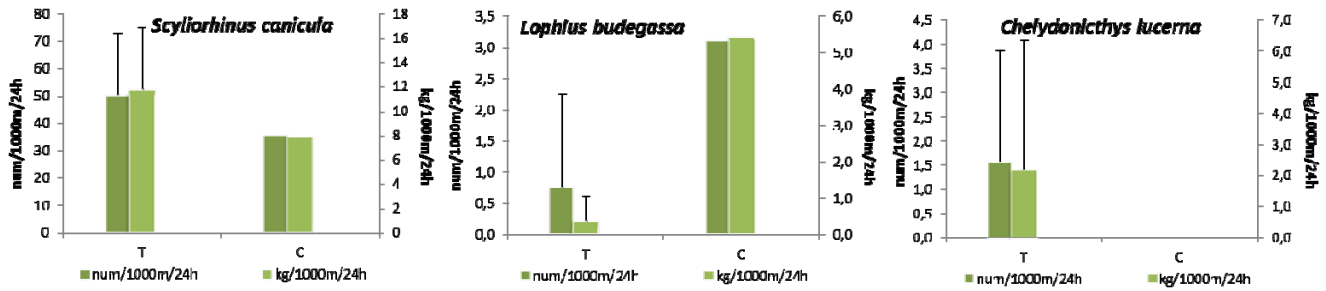


Figura 80 – Reti da posta: indici di abbondanza in numero e peso, stimati per i siti di trattamento (T) e controllo (C), delle specie indicatrici. Sono riportati i valori delle medie + la deviazione standard, per specie e per sito. In verde scuro num/1000m/24h, in verde chiaro kg/1000m/24h.

Rete a strascico

Nella Figura 81 sono riportati gli indici in numero e peso per le specie indicatrici catturate con la rete a strascico.

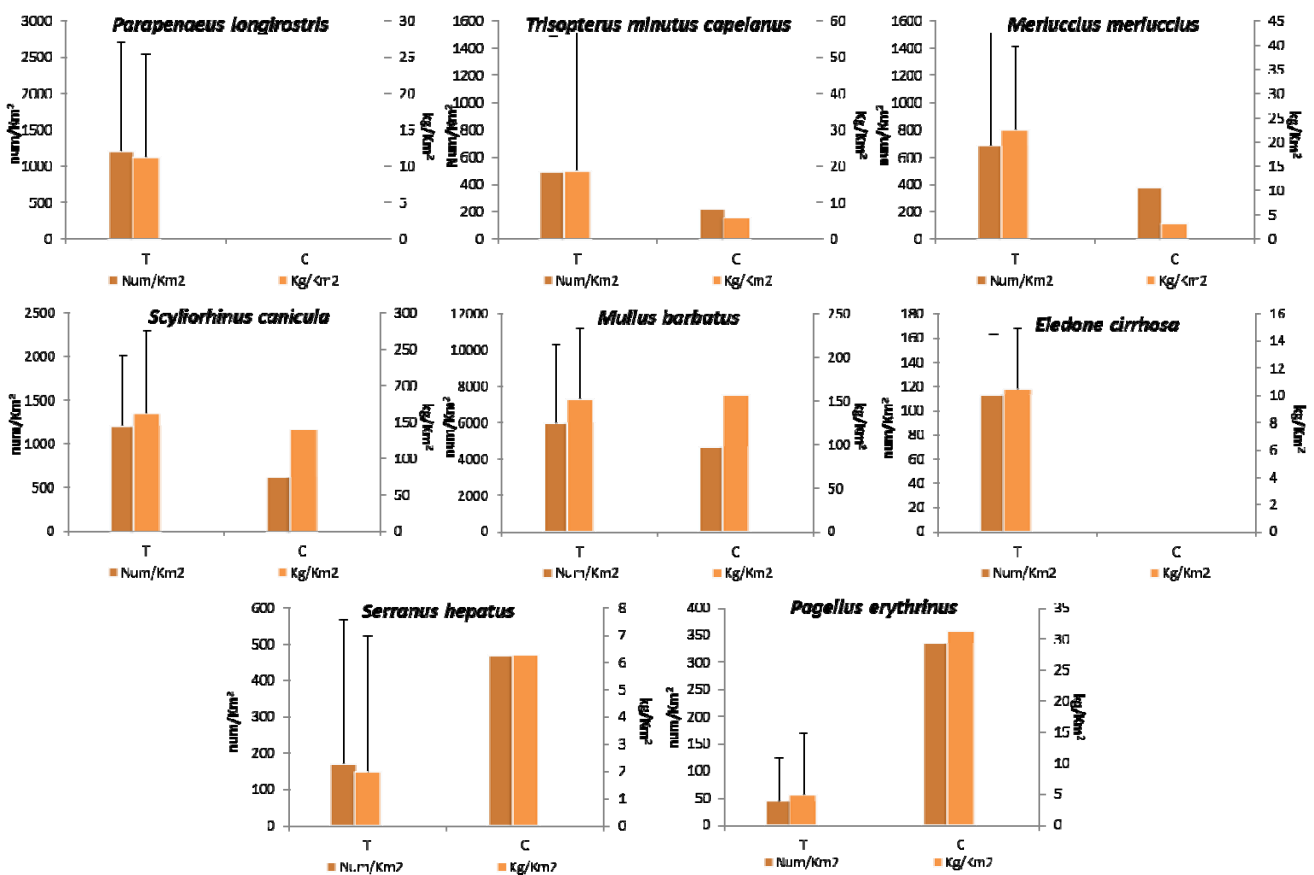


Figura 81 – Rete a strascico: indici di abbondanza in numero e peso, stimati per i siti di trattamento (T) e controllo (C), delle specie indicatrici. Sono riportati i valori delle medie + la deviazione standard, per specie e per sito. In marrone scuro num/km², in marrone chiaro kg/km².

Gli indici di densità e biomassa di metà delle specie indicatrici non hanno mostrato differenze tra siti di trattamento e controllo. Per quanto riguarda invece lo sciarrano, *Serranus hepatus* e il pagello fragolino, *Pagellus erythrinus*, gli indici di abbondanza sia in numero sia in peso sono risultati più elevati nel sito di controllo.

Distribuzioni taglia/frequenza delle specie indicatrici.

Reti da posta

La specie più abbondante catturata con le reti da posta è stata il gattuccio, *S. canicula* (Figura 82), con 131 individui rinvenuti nei siti di trattamento e 23 individui in quello di controllo. Gli esemplari catturati nei siti di trattamento avevano taglie comprese tra 26 e 47 cm LT, mentre quelli catturati nel sito di controllo avevano taglie comprese tra 34 e 44 cm LT.

Gli organismi nei trattamenti hanno una moda di 41 cm LT; la distribuzione di taglia-frequenza degli organismi del controllo ha messo in evidenza la presenza di due mode: 36-37 cm LT e 42-43 cm LT.

Dato il numero molto esiguo degli individui delle altre specie catturati con le reti da posta non è stato possibile rappresentare graficamente le loro distribuzioni di taglia-frequenza.

Sono stati campionati solo 4 individui di rana pescatrice, *L. budegassa*, 2 nel trattamento e due nel controllo, con taglie comprese tra 29 e 56,5 cm LT.

I 4 individui di gallinella, *C. lucerna*, solo tutti catturati nei siti di trattamento, hanno una taglia compresa tra 30,5 e 61 cm LT.

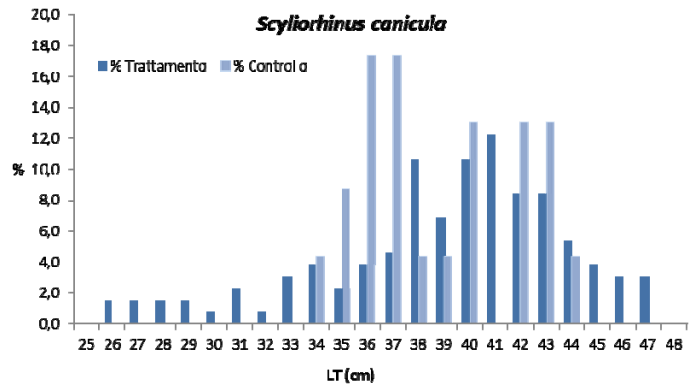


Figura 82 – Rete da posta: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (*Scyliorhinus canicula*). Num. Individui: 131 (trattamento), 23 (controllo).

Rete a strascico

La specie maggiormente catturata con la rete a strascico, sia nei siti di trattamento sia nel sito di controllo, è stata la triglia di fango *M. barbatus*, con un totale di 1317 esemplari suddivisi in 1109 nel trattamento e 208 nel controllo (Figura 83).

L'intervallo di taglia degli individui catturati nei siti di trattamento è compreso tra 7 e 22,5 cm LT, mentre quello degli organismi del sito di controllo è compreso tra 8 e 22 cm LT. Dall'analisi della distribuzione di taglia-frequenza è possibile evidenziare due mode, una a 10 cm LT ed una a 14 cm LT, sia per il trattamento sia per il controllo.

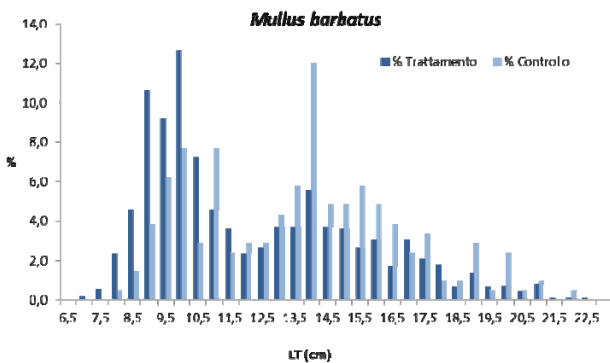


Figura 83 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza della triglia di fango (*Mullus barbatus*). Num. Individui: 1109 (trattamento), 208 (controllo).

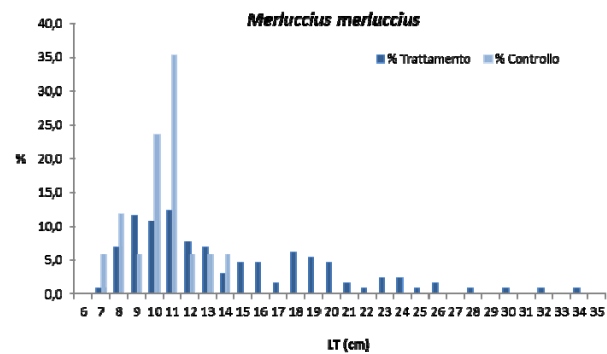


Figura 84 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del nasello (*Merluccius merluccius*). Num. Individui: 129 (trattamento), 17 (controllo).

La seconda specie più abbondante, sia nei siti di trattamento sia nel sito di controllo, è il nasello *M. merluccius*, con un totale di 146 individui di cui 129 presenti nel trattamento e 17 presenti nel controllo (Figura 84).

L'intervallo di taglia per gli individui catturati nei siti di trattamento è compreso tra 7 e 34 cm LT, con una moda di 11 cm LT. Nonostante l'ampio intervallo di taglia la maggioranza degli esemplari di nasello è risultata concentrata tra 8 e 16 cm LT. L'intervallo di taglia degli individui catturati nel sito di controllo è compreso tra 7 e 14 cm LT, con una moda di 11 cm LT. Questa distribuzione di taglia si va a sovrapporre alla quella della maggior parte degli individui del controllo.

Per quanto riguarda il merluzzetto, *Trisopterus minutus capelanus* (Figura 85), sono stati catturati 85 esemplari nei siti di trattamento e solamente 10 nel sito di controllo. La distribuzione di taglia-frequenza degli individui presenti nel trattamento, aventi una taglia compresa tra 9 e 15,5 cm LT, ha evidenziato una moda di 10 cm LT. Dato il numero molto basso degli esemplari catturati nel sito di controllo non è stato possibile mettere in evidenza delle mode ben definite.

In totale sono stati catturati 53 esemplari di sciarrano, *S. hepatus*, 32 nei siti di trattamento e 21 nel sito di controllo (Figura 86). L'intervallo di taglia è risultato compreso tra 7 e 10 cm LT per il trattamento, con una moda di 9 cm LT e tra 8,5 e 10 cm LT per il controllo, con una moda di 9 cm LT. Il numero totale degli individui di gattuccio, *S. canicula*, è risultato di 255, di cui 227 catturati nei siti di campionamento e 28 nel sito di controllo (Figura 87). L'intervallo di taglia per questa specie è molto ampio: tra 20 e 46 cm LT per il trattamento e tra 26 e 47 cm LT per il controllo. L'analisi delle distribuzioni di taglia-frequenza non ha permesso di identificare delle mode ben definite. Il gambero bianco, *P. longirostris*, è stato catturato solamente nei siti di trattamento in numero di 228 esemplari (Figura 88). L'intervallo di taglia è risultato compreso tra 9 e 38 mm LC. La maggior parte degli individui è concentrata tra i 19 e 28 mm LC, con una moda di 21 mm LC. È possibile evidenziare anche una moda a 33 mm LC.

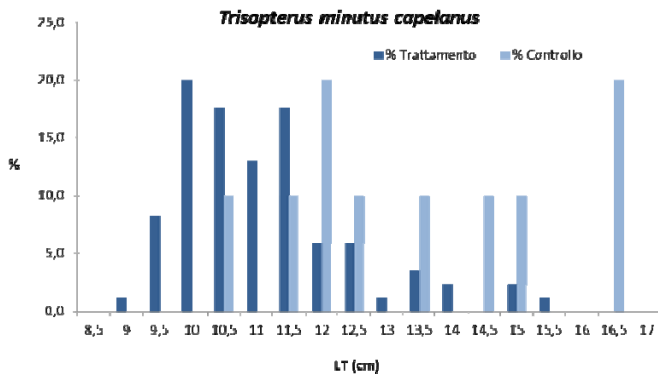


Figura 85 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del merluzzetto (*Trisopterus minutus capelanus*). Num. Individui: 85 (trattamento), 10 (controllo).

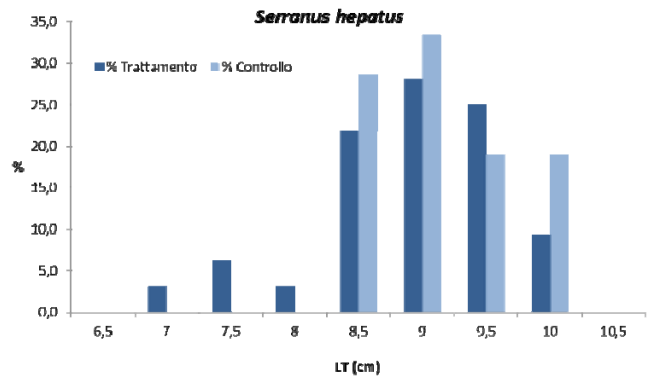


Figura 86 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza dello sciarrano (*Serranus hepatus*). Num. Individui: 32 (trattamento), 21 (controllo).

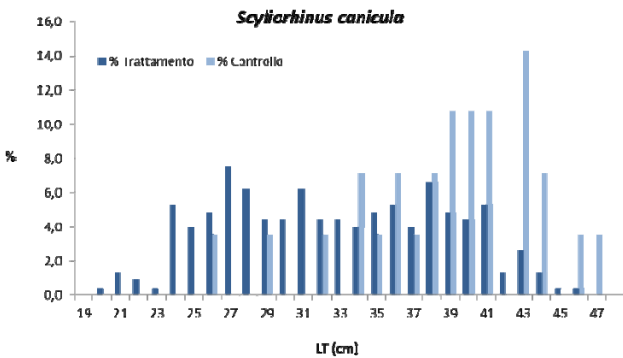


Figura 87 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (*Scyllorhinus canicula*). Num. individui: 227 (trattamento), 28 (controllo).

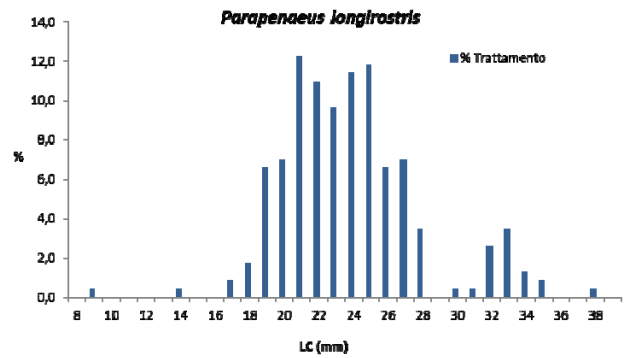


Figura 88 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gambero bianco (*Parapenaeus longirostris*). Num. individui: 228 (trattamento).

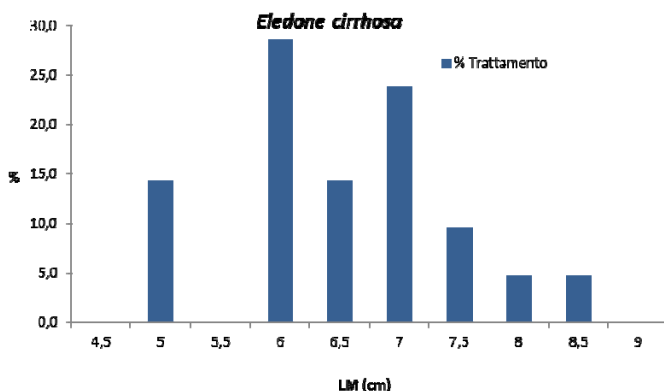


Figura 89 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del moscardino (*Eledone cirrhosa*). Num. individui: 21 (trattamento).

Il moscardino *E. cirrhosa* è stato campionato solamente nei siti di trattamento (Figura 89). I 21 esemplari catturati presentano una taglia compresa tra 5 e 8,5 cm LM. I pagelli fragolino presenti nel trattamento (8 esemplari) hanno mostrato una taglia compresa tra 16 e 25,5 cm LT, mentre per quelli del controllo (15 esemplari) tra 16 e 23 cm LT. Sia per il moscardino sia per il fragolino lo scarso numero di esemplari non ha permesso di mettere in evidenza delle mode ben definite nell'analisi della distribuzione taglia-frequenza.

4.2.4 Cetacei e tartarughe marine

Nella Figura 90 sono indicate le rotte seguite nell'inverno 2014 per il monitoraggio visivo e gli avvistamenti effettuati.

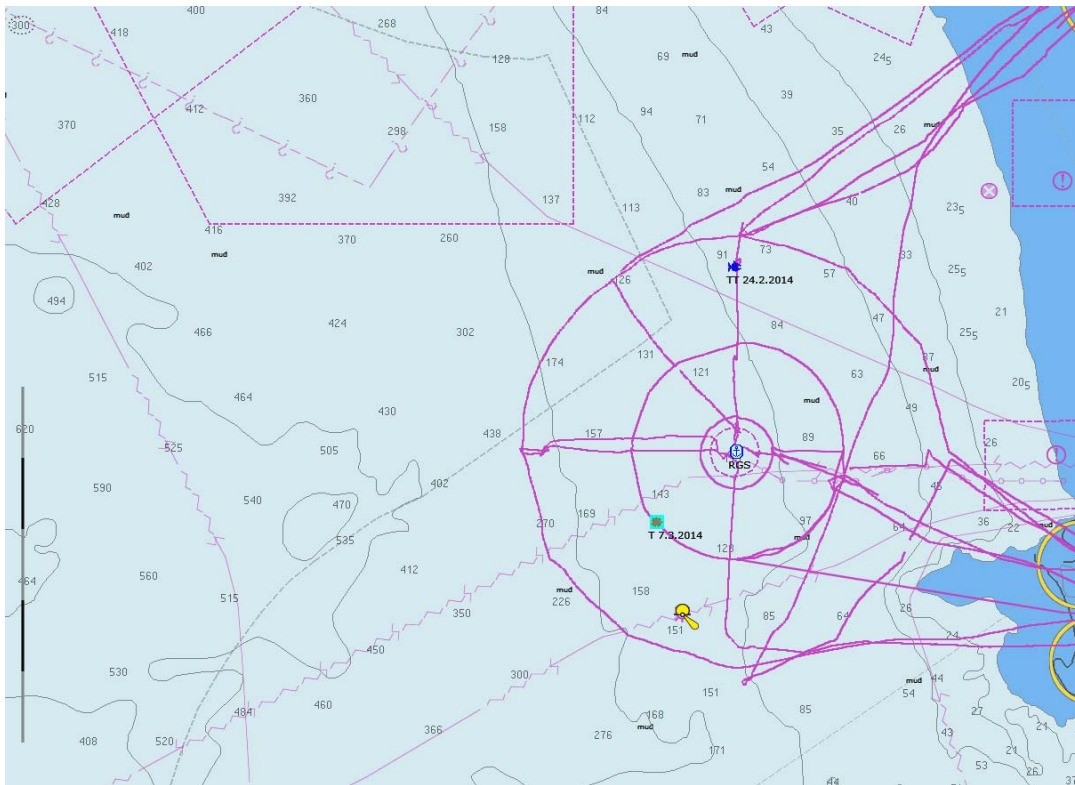




Figura 90 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo condotto nell'inverno 2014. Sono riportate anche le posizioni dei due avvistamenti (TT - *Tursiops truncatus*, T - *Caretta caretta*).

Tabella 66 - Coordinate degli avvistamenti durante il monitoraggio visivo.				
Data	Latitudine N	Longitudine E	Specie	N° individui
26 02 2014	43°43.81'	09° 59.246'	<i>Tursiops truncatus</i>	3
7 03 2014	43° 36.690'	09° 56.265'	<i>Caretta caretta</i>	1

 <p>Tursiopi in data 24/02/14.</p>	 <p>Tartaruga in data 07/03/14</p>
---	--

Nell'avvistamento del 24 febbraio la posizione dei Tursiopi era a 5,38 nm in posizione N dal terminale, mentre in data 7 marzo la posizione della Tartaruga era 2,7 nm in direzione SW dal Terminale.

In totale per l'attività di monitoraggio cetacei e tartarughe sono state percorse 221 nm per un totale di 49,7 h di navigazione.

4.3 INDAGINI GENERALI

4.3.1 Misura del rumore

Risultati delle misure sperimentali

Il confronto delle curve spettrali tra tutti i punti a 100m di distanza dalla stazione indica, oltre ad una variabilità a bassa frequenza dovuta al traffico marittimo (navi e natanti medio-piccoli), un andamento piuttosto stabile nella banda tra 6500 e 25000 Hz. I livelli in questa banda si sono dimostrati paragonabili a quelli registrati nelle stesse stazioni durante la campagna A13. Analoghe considerazioni possono essere fatte per il rumore registrato nelle stazioni a 1000m di distanza. Quindi, i dati di questa campagna sembrerebbero confermare che il rumore emesso dall'FSRU sia prevalentemente in questa banda. A frequenze più basse, se esistessero delle emissioni acustiche, esse sarebbero comunque coperte dal rumore ambiente (traffico marittimo vicino e lontano) che risulta sempre dominante nell'area.

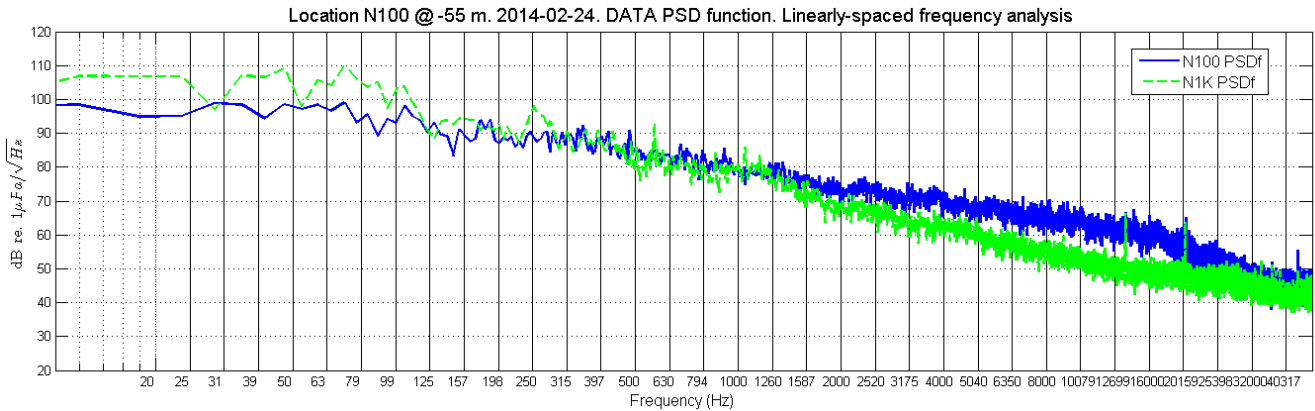


Figura 91- Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative ai dati raccolti nelle stazioni N100 e N1K e a profondità di 55m. La banda tra 6000 e 20000 Hz è caratterizzata da un calo di livello dal punto più vicino a quello più lontano.

Tra le stazioni a 100m e quelle a 1000m nella stessa direzione si misura una perdita di segnale intorno a 10-15 dB a frequenze intorno a 12-14 kHz (es. Figura 94), la stessa banda evidenziata nell'analisi dei dati di A13. Applicando il modello di propagazione del suono ed utilizzando i profili di velocità del suono misurati dalla sonda CTD, si può predire che il Source Level a 12-14 kHz dovrebbe essere attorno a 98-105 dB re 1µPa @ 1m.

Questo è consistente con i valori ricavati dalle misure e dai modelli riferiti alla campagna autunnale (A13) e conferma le conclusioni già espresse nella precedente campagna. Si conferma quindi che i valori emessi sono ben al di sotto delle soglie di sicurezza per i mammiferi marini e anche al di sotto della soglia stabilita dalle Linee Guida^[1] per rumori capaci di originare le prime significative risposte comportamentali nei cetacei.

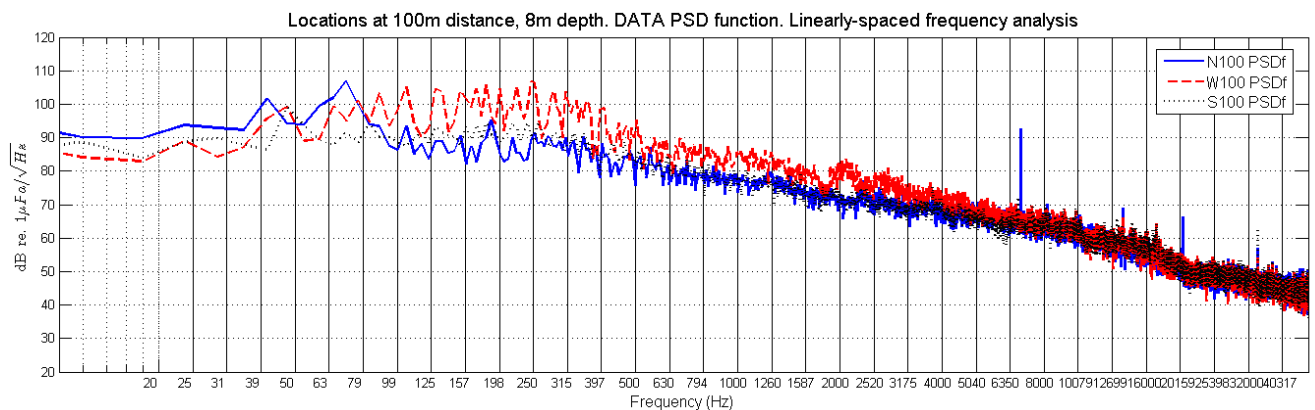


Figura 92 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative a dati raccolti nelle stazioni a 100m sulle direttrici N, S e W a profondità di 8m. La variabilità alle basse frequenze è da attribuirsi a differente traffico marittimo al momento delle registrazioni. Alle alte frequenze invece i valori appaiono paragonabili.

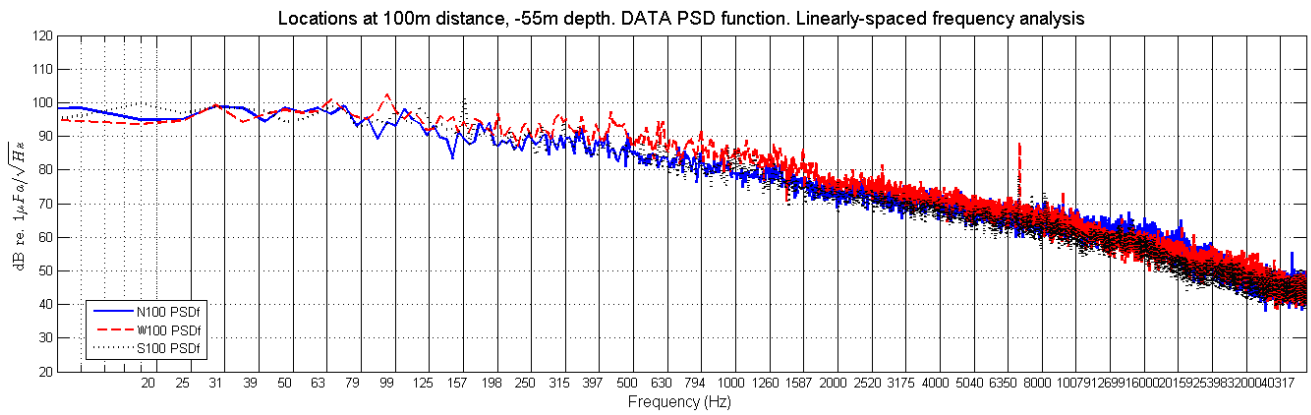


Figura 93 - Confronto delle funzioni PSD (calcolate mediante FFT) relative a dati raccolti nelle stazioni a 100m sulle direttrici N, S e W a profondità di 55m. Alle alte frequenze i valori sono paragonabili.

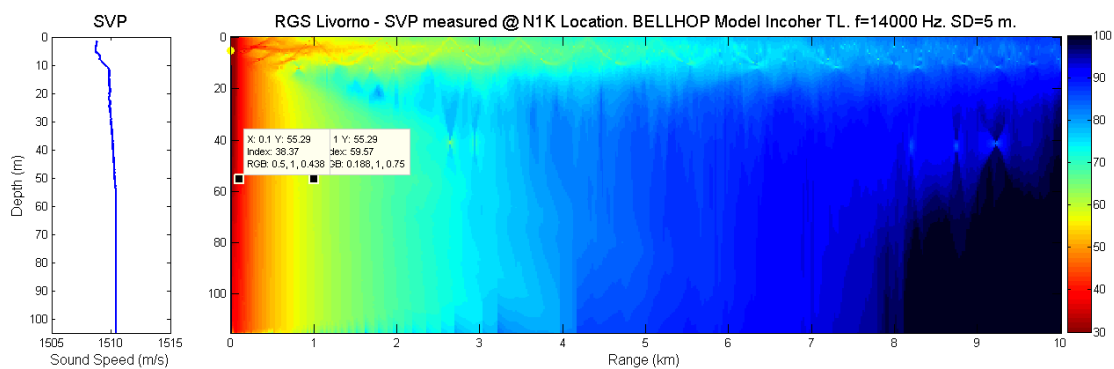


Figura 94 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello Bellhop. I valori a 100 e 1000m di range orizzontale dalla sorgente a profondità 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto le registrazioni misurate.

4.3.2 Bioacustica

Nella campagna invernale (2014) non sono stati effettuati né avvistamenti né registrazioni.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Avancini M., Cicero A.M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., ZuniniSertorio T., (a cura di), 2006a. Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani. Vol. 1. Fitoplancton, 505 pp., Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – ICRAM, Roma.
- Baraldi E., Virno-Lamberti C., Pellegrini D., Leasi F., Todaro M. A. 2003. Biomonitoring of a dumping area: the meiobenthic community. *Biol. Mar. Medit.* 10: 640-643.
- Borsani J.F., Farchi C., 2011. Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne", ISPRA.
- Carman K. R., Fleeger J. W., Means J. C., Pomarico S., McMillin D. J. 1995. Experimental investigation of the effects of polynuclear aromatic hydrocarbons on an estuarine sediment food web. *Mar. Environ. Res.* 40: 289-318.
- Clarke K. R., Gorley R. N. 2006. PRIMER v.6: User Manual/Tutorial. Primer-E, Plymouth, UK.
- Clarke K. R., Warwick R. M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition, Primer-E, Plymouth, UK.
- Danovaro R., Gambi C., Mirto, S. Sandulli R., Ceccherelli V.U. 2003. Meiofauna. In: Gambi M. C., Dappiano M., (eds), Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.* 10 (suppl.): 61-108.
- Giere O. 2009. *Meiobenthology*. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments, pp.1-328. Springer-Verlag, Berlin.
- Pfannkuche O., Thiel H. 1988. Sampling processing. In: R. P.Higgins & H.Thiel (eds), Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. pp. 134-145.
- Todaro M. A., Virno-Lamberti C., Pulcini M., Pellegrini D., De Ranieri S. 2001. Monitoring of a dredged material disposal site: evidence of rapid meiofaunal recolonization of the dumped sediments. *Biol. Mar. Medit.* 8: 1-10.
- Todaro M. A., Virno-Lamberti C., Pulcini M., Pellegrini D., De Ranieri S. 2002. Meiofauna of a dredging disposal site. *Biol. Mar. Medit.* 9: 647-650.
- Warwick R. M., Platt H. M., Clarke K. R., Agard J., Gobin J. 1990. Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 138: 119-142.

VOLUME II

- 5 **RISULTATI SURVEY PRIMAVERA 2014**
 - 5.1 COLONNA D'ACQUA
 - 5.1.1 Profili idrologici
 - 5.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche
 - 5.1.3 Plancton
 - 5.1.3.1 Fitoplancton
 - 5.1.3.2 Zooplancton
 - 5.2 BIOTA
 - 5.2.1 Macrozoobenthos
 - 5.2.2 Bioaccumulo
 - 5.2.3 Biomarkers
 - 5.2.4 Cetacei e tartarughe marine
 - 5.3 INDAGINI GENERALI
 - 5.3.1 Misura del rumore
 - 5.3.2 Bioacustica
- 6 **RISULTATI SURVEY ESTATE 2014**
 - 6.1 COLONNA D'ACQUA
 - 6.1.1 Profili idrologici
 - 6.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche
 - 6.1.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua
 - 6.1.4 Plancton
 - 6.1.4.1 Fitoplancton
 - 6.1.4.2 Zooplancton
 - 6.2 SEDIMENTI
 - 6.2.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche
 - 6.2.2 Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento
 - 6.3 BIOTA
 - 6.3.1 Macrozoobenthos
 - 6.3.2 Meiobenthos
 - 6.3.3 Bioaccumulo
 - 6.3.4 Biomarkers
 - 6.3.5 Fauna ittica bentonectonica
 - 6.3.6 Fauna ittica pelagica
 - 6.3.7 Cetacei e tartarughe marine
 - 6.4 INDAGINI GENERALI
 - 6.4.1 Misura del rumore
 - 6.4.2 Bioacustica
- 7 **CONFRONTO INTERSTAGIONALE E CON LA CAMPAGNA DI BIANCO**
 - 7.1 COLONNA D'ACQUA
 - 7.1.1 Profili idrologici
 - 7.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche
 - 7.1.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua
 - 7.1.4 Plancton
 - 7.1.4.1 Fitoplancton
 - 7.1.4.2 Zooplancton
 - 7.2 SEDIMENTI
 - 7.2.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche
 - 7.2.2 Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento
 - 7.3 BIOTA
 - 7.3.1 Macrozoobenthos
 - 7.3.2 Meiobenthos
 - 7.3.3 Bioaccumulo
 - 7.3.4 Biomarkers
 - 7.3.5 Fauna ittica bentonectonica
 - 7.3.6 Fauna ittica pelagica
 - 7.3.7 Cetacei e tartarughe marine
 - 7.4 INDAGINI GENERALI
 - 7.4.1 Misura del rumore
 - 7.4.2 Bioacustica
- 8 **CONCLUSIONI**