

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 II

Rev. 2	03.03.15	Emissione definitiva			
Rev. 1	19.02.15	Emissione per commenti committente	AMDB	GBP	CP
Rev. 0	15.12.14	Emissione per commenti committente	AMDB	GBP	CP
Rev	Data	Descrizione della revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

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

3.3.2	Bioacustica	11
4	RISULTATI SURVEY INVERNO 2014	12
4.1	COLONNA D'ACQUA	12
4.1.1	Profili idrologici	12
4.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	12
4.1.3	Plancton	12
4.1.4	Saggi eco tossicologici	12
	<i>Vibrio fischeri</i>	12
	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	12
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	12
	<i>Paracentrotus lividus</i>	12
4.2	BIOTA	12
4.2.1	Macrozoobenthos	12
4.2.2	Meiozoobenthos	12
4.2.3	Fauna ittica bentonectonica	12
4.2.4	Cetacei e tartarughe marine	12
4.3	INDAGINI GENERALI	12
4.3.1	Misura del rumore	12
4.3.2	Bioacustica	12
	VOLUME II	13
	❖ ❖ ❖ ❖	13
5	RISULTATI SURVEY PRIMAVERA 2014	14
5.1	COLONNA D'ACQUA	14
5.1.1	Profili idrologici	14
5.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	16
5.1.3	Plancton	24
5.2	BIOTA	31
5.2.1	Macrozoobenthos	31
5.2.2	Bioaccumulo	35
5.2.3	Biomarkers	36
5.2.4	Cetacei e tartarughe marine	37
5.3	INDAGINI GENERALI	38
5.3.1	Misura del rumore	38
5.3.2	Bioacustica	43
6	RISULTATI SURVEY ESTATE 2014	44
6.1	COLONNA D'ACQUA	44
6.1.1	Profili idrologici	44
6.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	46
6.1.3	Saggi eco tossicologici su campioni di acqua	54
	<i>Vibrio fischeri</i>	54
	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	55
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	56
	<i>Paracentrotus lividus</i>	56
6.1.4	Plancton	58
6.2	SEDIMENTI	65
6.2.1	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	65
	Analisi granulometrica	65
	Metalli	66

Composti organici	66
Cloroderivati.....	67
Analisi microbiologiche	68
6.2.2 Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento	68
Paracentrotus lividus	68
<i>Vibrio fischeri</i>	70
6.3 BIOTA.....	70
6.3.1 Macrozoobenthos.....	70
6.3.2 Meiobenthos.....	73
6.3.3 Bioaccumulo	80
Metalli	80
Idrocarburi totali.....	81
IPA e composti organo stannici	81
Cloroderivati.....	81
Analisi microbiologiche	82
6.3.4 Biomarkers	82
6.3.5 Fauna ittica bentonectonica	84
6.3.6 Fauna ittica pelagica	91
6.3.7 Cetacei e tartarughe marine.....	91
6.4 . INDAGINI GENERALI	92
6.4.1 Misura del rumore	92
7 CONFRONTO INTERSTAGIONALE E CON LA CAMPAGNA DI BIANCO	97
7.1 COLONNA D'ACQUA.....	97
7.1.1 Profili idrologici	97
Misure di irradianza	97
Nutrienti inorganici disciolti	98
7.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	101
7.1.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua	101
7.1.4 Plancton	102
7.2 SEDIMENTI.....	110
7.2.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche.....	110
7.2.2 Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento	110
7.3 BIOTA.....	110
7.3.1 Macrozoobenthos.....	110
7.3.2 Meiobenthos.....	112
7.3.3 Bioaccumulo.....	114
7.3.4 Biomarkers	114
7.3.5 Fauna ittica bentonectonica	115
7.3.6 Fauna ittica pelagica	117
7.3.7 Cetacei e tartarughe marine.....	119
7.4 INDAGINI GENERALI	120
7.4.1 Misura del rumore	120
8 CONCLUSIONI.....	122
9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	125

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Profili di temperatura (°C).....	14
Figura 2 - Profili di salinità (ppt).....	14
Figura 3 – Diagramma T/S.....	14
Figura 4 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).	15
Figura 5 – Profili di fluorescenza.....	15
Figura 6 – Profili di pH.....	15
Figura 7 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.....	15
Figura 8 – Profili di torbidità (NTU).....	15
Figura 9 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0m), delle stazioni P14 MG7 e P14 MG10.....	16
Figura 10 - 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}).	16
Figura 11 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO ₂ (nitriti), NO ₃ (nitrati), PO ₄ (fosfati), SiO ₂ (silicati).....	17
Figura 12 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.	18
Figura 13- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) nelle diverse stazioni.....	19
Figura 14 - Profili della concentrazione di clorofilla <i>a</i> tot, alle diverse stazioni.	19
Figura 15 – 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).	21
Figura 16 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali (cell L ⁻¹ 10 ³) nelle diverse stazioni.....	25
Figura 17 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.....	25
Figura 18 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro= nematodi, sipunculidi.	33
Figura 19 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.	33
Figura 20 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. Le analisi sono state effettuate senza aver trasformato i dati. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.....	34
Figura 21 - Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) negli emociti di mitilo. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie (p<0,05).	36
Figura 22 - Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie (p<0,05).	37
Figura 23 - Presenza di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie (p<0,05).	37
Figura 24 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo e avvistamenti relativi alla primavera 2014.	38
Figura 25 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N100 a 55m di profondità.....	39
Figura 26 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E100 a 55m di profondità.....	39
Figura 27 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 a 55m di profondità.....	39
Figura 28 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W100 a 55m di profondità.....	39
Figura 29 - Confronto Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 tra 8m e 55m di profondità. Oltre i 150 Hz le due curve di PSDf sono quasi sovrapposte.	40
Figura 30 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N1K a 55m di profondità.....	40
Figura 31 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E1K a 55m di profondità. Il rumore di fondo, a bassa frequenza, è piuttosto basso.	40
Figura 32 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S1K a 55m di profondità.....	40
Figura 33 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W1K a 55m di profondità.....	41
Figura 34 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S10K a 55m di profondità. Il picco a 6350 Hz è attribuito a interferenza elettromagnetica (EMI) che il sistema subisce a bordo della barca appoggio.	41
Figura 35 - Confronto di tutti i profili di velocità del suono misurati in P14. Tutti sono dominati da uno spiccato gradiente negativo, a causa della stagione.	41
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).....	42
Figura 37 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato in Fig. 18 (modello Bellhop). I valori a 100m e 1km di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto con i dati reali misurati (vd. Fig. 12).	42
Figura 38 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità nel piano range-depth sulla direttrice W, assunto il profilo di velocità misurato in W1K (modello Bellhop).	42
Figura 39 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato (modello Bellhop). I valori a 100m e 1km di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati.....	43
Figura 40 - Profili di temperatura (°C).....	44
Figura 41 - Profili di salinità (ppt).....	44
Figura 42 -Diagramma T/S.....	44
Figura 43 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).	45
Figura 44 – Profili di fluorescenza.....	45
Figura 45 – Profili di pH.....	45
Figura 46 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.....	45
Figura 47 - 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 E14 MG7 e E14 MG10.....	45
Figura 48 - 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}).	46
Figura 49 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO ₂ (nitriti), NO ₃ (nitrati), PO ₄ (fosfati), SiO ₂ (silicati).....	47

Figura 50 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.	48
Figura 51- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) nelle diverse stazioni.	49
Figura 52 - Profili della concentrazione di clorofilla <i>a</i> tot.	49
Figura 53 – 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).	51
Figura 54 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali ($cell\ L^{-1}\ 10^3$) nelle diverse stazioni.	58
Figura 55 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.	59
Figura 56 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro= nemertini, sipunculidi.	72
Figura 57 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.	72
Figura 58 - 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 radice quadrata. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.	72
Figura 59 - Stazione E4 MG 1. Densità media \pm 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).	74
Figura 60 - Stazione E14 MG2. Densità media \pm 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).	74
Figura 61 - Stazione E14 MG4. Densità media \pm 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).	75
Figura 62 - Stazione E14 MG6. Densità media \pm 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).	75
Figura 63 - Stazione E14 MG7. Densità media \pm 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).	75
Figura 64 - Stazione E14 MG8. Densità media \pm 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).	76
Figura 65 - Stazione E14 MG9. Densità media \pm 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).	77
Figura 66 - Stazione E14 MG10. Densità media \pm 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).	77
Figura 67 - Stazione E14 MG11. Densità media \pm 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).	77
Figura 68 - Stazione E14 MG12. Densità media \pm 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).	78
Figura 69 - Stazione E14 MG13. Densità media \pm 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).	78
Figura 70 - Stazione E14 MG14. Densità media \pm 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).	79
Figura 71 - 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.	80
Figura 72 - Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) negli emociti di mitilo (E14).	82
Figura 73 - Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie ($p<0,05$).	83
Figura 74 - Presenza di emociti granulati nel lume dei filamenti branchiali. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie ($p<0,05$).	83
Figura 75 – Reti da posta: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di trattamento e controllo.	85
Figura 76 – Rete a strascico: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di trattamento e controllo.	85
Figura 77 – 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 $kg/1000m/24h$	88
Figura 78 – 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	89
Figura 79 - Rete da posta: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (<i>Scyllorhinus canicula</i>). Num. individui: 283 (trattamento), 78 (controllo).	89
Figura 80 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza della triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i>). Num. individui: 276 (trattamento), 125 (controllo).	90
Figura 81 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del nasello (<i>Merluccius merluccius</i>). Num. individui: 80 (trattamento), 9 (controllo).	90
Figura 82 – Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del merluzzetto (<i>Trisopterus minutus capelanus</i>). Num. individui: 49 (trattamento), 13 (controllo).	90
Figura 83 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza dello sciarano (<i>Serranus hepatus</i>). individui: 15 (trattamento), 22 (controllo).	90
Figura 85 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (<i>Scyllorhinus canicula</i>). Num. individui: 192 (trattamento), 32 (controllo).	91
Figura 86 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gambero bianco (<i>Parapenaeus longirostris</i>). Num. individui: 228 (trattamento), 54 (controllo).	91
Figura 87 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo e avvistamenti relativi alla estate 2014.	92
Figura 88 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N100 a 55m di profondità.	93
Figura 89 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E100 a 55m di profondità. È evidente la presenza di un eco-scandaglio (sonar a banda stretta con frequenza centrale intorno a 24 kHz).	93
Figura 90- Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 a 55m di profondità.	93
Figura 91 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W100 a 55m di profondità.	94
Figura 92 - Confronto Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 tra 8m e 55m di profondità. Oltre i 150 Hz le due curve di PSDf sono quasi sovrapposte.	94
Figura 93 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N1K a 55m di profondità.	94

Figura 94 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E1K a 55m di profondità. Dalla forma dello spettro a larga banda e dall'innalzamento dei livelli di rumore è evidente il passaggio di una barca nelle vicinanze.	94
Figura 95 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S1K a 55m di profondità. C'è un certo innalzamento di livello a partire dai 1200 Hz circa.....	95
Figura 96 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W1K a 55m di profondità.	95
Figura 97 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E10K a 43m di profondità (qui il fondale è più basso di 50m, quindi la misura viene effettuata a minor profondità rispetto alle altre).....	95
Figura 98 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S10K a 55m di profondità.	95
Figura 99 - Confronto sullo stesso grafico di tutti i profili di velocità del suono misurati durante la campagna sperimentale. Tutti sono dominati da uno spiccato gradiente negativo, a causa della stagione estiva. La velocità del suono quindi diminuisce in modo significativo all'aumentare della profondità... 96	96
Figura 100 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in E1K (modello Bellhop). I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto con i dati reali misurati.	96
Figura 101 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato.	96
Figura 102 - Variazione della profondità (m) della zona eufotica (Zeu) delle stazioni MG7 e MG10 nelle campagne effettuate.	97
Figura 103 - Profili medi (media generale per profondità) per ogni campagna dei parametri indicati: DIN (nitrati + nitriti); PO ₄ (fosfato); SiO ₂ (silicato).	98
Figura 104 - Profili medi (media generale per profondità) per ogni campagna dei parametri indicati: TSM (solidi sospesi); CDOM (assorbimento della sostanza organica disciolta cromoforica); Chl <i>a</i> (clorofilla <i>a</i> totale).	99
Figura 105 - Composizione percentuale media (media generale per profondità) per ogni campagna dei pigmenti diagnostici indicati in legenda in rapporto alla loro somma.	100
Figura 106 - Profili delle densità cellulari totali nelle stazioni indicate nelle tre campagne.	102
Figura 107 - Composizione percentuale media (media generale per profondità) per ogni campagna delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda in rapporto alla loro somma.	103
Figura 108 - Classificazione gerarchica dei 100 campioni in base alle densità fitoplanctoniche dei primi 90 taxa. I campioni sono rappresentati da sigle e colori corrispondenti a: campagna (B-rosso, A13-marrone, I14-blu, P14-verde, E14-viola), numero stazione (6=MG6, 7=MG7, 10=MG10, 12=MG12, 13=MG13) e profondità (0, 12,5, 50, 70 m).	104
Figura 109 - Copepodi oloplanctonici: taxa (n) e loro distribuzione a diverse profondità.	106
Figura 110 - Distribuzione delle principali famiglie in ciascun survey.	106
Figura 111 - Andamento stagionale dell'ordine Cyclopoida.	106
Figura 112 - Andamento stagionale delle specie dominanti.	106
Figura 113 - Andamento stagionale della famiglia Oithonidae.	106
Figura 114 - Andamento delle biomassa dell'oloplancton espressa come volumi di sedimentazione.	107
Figura 115 - Numero di <i>taxa</i> totale e principali <i>taxa</i> presenti nei cinque <i>survey</i>	108
Figura 116 - Numero di <i>taxa</i> totale per ciascuno dei livelli investigati.	108
Figura 117 - Distribuzione delle larve di Crostacei Decapodi per ciascuno dei livelli investigati.	108
Figura 118 - Numero di <i>taxa</i> di ittioplancton e loro distribuzione nei tre livelli di profondità.	109
Figura 119 - Composizione granulometrica dei sedimenti nelle stazioni campionate. Confronti tra i dati del Bianco e dell'E14.	110
Figura 120 - Andamento dell'abbondanza totale e del numero di specie totali nell'arco dell'intero periodo di studio.	111
Figura 121 - Andamento dell'abbondanza totale (N) e del numero di specie (S) dei principali taxa nella campagna di Bianco (B) e nelle quattro campagne (A13, I14, P14, E14) del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".	111
Figura 122 - Piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS. Le analisi sono state effettuate con i dati di presenza/assenza considerando la campagna di Bianco (B) e le quattro campagne (A13, I14, P14, E14) del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio". La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.	111
Figura 123 - Piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS. Le analisi sono state effettuate senza alcuna trasformazione dei dati considerando la campagna di Bianco e quella estiva del 2014 (E14). La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.	112
Figura 124 - Dissimilarità media calcolata tra gruppi di stazioni FSRU (MG6, MG7, MG12, MG13), Intermedi (MG4, MG1, MG8, MG4), Controlli (MG1, MG2, MG9, MG10) confrontando il Bianco e l'estate 2014.	112
Figura 125 - Confronto dati Bianco e fase di esercizio (I14, E14). 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 DimensionalScaling (n-MDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati.	114
Figura 126 - Confronto del tempo di ritenzione del Rosso Neutro tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).	114
Figura 127 - Confronto del danno al DNA tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).	114
Figura 128 - Confronto del numero medio di emociti granulari nei filamenti branchiali di mitilo tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).	115
Figura 129 - Confronto del grado di integrità dell'epitelio branchiale (score) tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).	115
Figura 130 - Indici strutturali relativi ai popolamenti ittici catturati con reti a strascico.	116
Figura 131 - Dendrogramma delle stazioni campionate con reti a strascico. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".	116
Figura 132 - Ordinamento n-MDS delle stazioni campionate con reti a strascico. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".	117
Figura 133 - Indici strutturali relativi ai popolamenti ittici catturati con reti da posta.	118
Figura 134 - Dendrogramma delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".	118
Figura 135 - Ordinamento n-MDS delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".	119
Figura 136 - Dendrogramma delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando la campagna di Bianco (B) e quella estiva 2014 (E14).	119

Figura 137 – Ordinamento n-MDS delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando la campagna di Bianco (B) e quella estiva 2014 (E14).....	119
Figura 138 - Presenza di cetacei antecedenti all'arrivo del terminale.....	119
Figura 139 - Avvistamenti nella campagna di Bianco.....	120
Figura 140 - Avvistamenti dopo 4 campagne relative alla fase di esercizio A13-I14-P14-E14.....	120
Figura 141 - Confronto di tutti i dati delle campagne 2013-2014 con i dati di "bianco" B12 nella stazione E100 a 55 m di profondità.....	120
Figura 142 - Confronto di tutti i dati delle campagne 2013-2014 con i dati di "bianco" nella stazione E1K a 55 m di profondità.....	121

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM).....	17
Tabella 2 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate.....	18
Tabella 3 - Assorbimento della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm.....	19
Tabella 4 - Clorofilla a totale (somma della clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti).....	19
Tabella 5 - 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.....	20
Tabella 6 - 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.....	22
Tabella 7 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.....	22
Tabella 8 - 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.....	24
Tabella 9 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml.....	24
Tabella 10 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati ($\text{cell L}^{-1} 10^3$).....	25
Tabella 11 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati.....	26
Tabella 12 – Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.....	26
Tabella 13 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati durante il campionamento P14.....	27
Tabella 14 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni P14 MG6, P14 MG7, P14 MG10, P14 MG12 e P14 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).....	27
Tabella 15 – 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.....	29
Tabella 16 - 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.....	30
Tabella 17 – 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.....	31
Tabella 18 – 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.....	31
Tabella 19 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna primaverile del 2014.....	31
Tabella 20 - 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).....	34
Tabella 21 - Concentrazione dei metalli nei mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in mg/kg s.s.....	35
Tabella 22 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in mg/kg.....	35
Tabella 23 - Concentrazione degli IPA e dei composti organostannici presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in mg/kg, salvo ove indicato.....	35
Tabella 24 - Concentrazione degli cloroderivati presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in $\mu\text{g/kg}$	36
Tabella 25 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in ufc/g.....	36
Tabella 26 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale; 2, moderata riduzione delle ciglia; 3, marcata riduzione delle ciglia; 4, assenza delle ciglia; 5, erosione epitelio branchiale.....	37
Tabella 27 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM).....	46
Tabella 28 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate.....	48
Tabella 29 - Assorbimento della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm.....	49
Tabella 30 - Clorofilla a totale (somma della clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti).....	49
Tabella 31 - 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.....	50
Tabella 32 - Risultati della ricerca dei tensioattivi anionici e non ionici in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in mg/l. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.....	52
Tabella 33 - Risultati della ricerca dei cloroderivati in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in $\mu\text{g/l}$. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.....	52
Tabella 34 - Risultati della ricerca di idrocarburi totali in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in microgrammi/litro. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.....	54
Tabella 35 - Risultati delle analisi microbiologiche condotte nei sedimenti durante la stagione estiva. I dati sono espressi in ufc/100ml.....	54
Tabella 36 - Parametri registrati nell'acqua dei campioni testati con <i>V. fischeri</i> , <i>P. lividus</i> , <i>P. tricornutum</i> e <i>D. labrax</i> . Salinità (‰); Ossigeno disciolto (mg/l).....	54
Tabella 37 - Risultati del test con il <i>V. fischeri</i> condotti su campioni di acqua (incubazione 5', 15', 30') prelevati a diverse profondità (espresse in metri). Tutti i campioni sono risultati non tossici. EC _{20/50} , max. effetto 5', effetto 15', max. effetto 30', espressi in %.....	55

Tabella 38 - 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} (L.C. 95%) espressa in %.....	55
Tabella 39 - 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 stabilizzazione, Volume 5000 ml, aerazione, % saturazione ossigeno disciolto >90%, pH range 8,3-8,6, salinità ‰ range 38-41, temperatura 19±1. R=replica.....	56
Tabella 40 - Risultati del test di embriotossicità (72ore) con <i>P.lividus</i> e successiva stima della tossicità cronica.....	56
Tabella 41 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati (cell L ⁻¹ 10 ³).....	58
Tabella 42 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati.....	59
Tabella 43 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.....	60
Tabella 44 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati durante il campionamento E14.....	61
Tabella 45 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni E14 MG6, E14 MG7, E14 MG10, E14 MG12 e E14 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).....	61
Tabella 46 – 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.....	63
Tabella 47 - 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.....	64
Tabella 48 – 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.....	65
Tabella 49 – 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.....	65
Tabella 50 – Ripartizione delle principali classi granulometriche e relativa classificazione dei sedimenti. I dati sono espressi in percentuale.....	66
Tabella 51 – Concentrazione dei metalli. I dati sono espressi in mg/kg, tranne Al e Fe espressi in %. Sono riportati anche Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL) e Standard di Qualità (SQ). In neretto sono indicati i valori maggiori di SQ, in verde quelli maggiori di LCB, in rosso quelli maggiori di LCL.....	66
Tabella 52 – Concentrazione dei contaminanti organici nei sedimenti campionati nell'estate 2014. Standard di Qualità (SQ D.M. 260/2010) Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL) tratti dal Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (Apat, Icram, MATTM, 2006). In neretto i valori >SQ, in verde >LCB, in rosso >LCL.....	67
Tabella 53 – Concentrazione dei composto cloro derivati.....	67
Tabella 54 – Risultati delle analisi microbiologiche condotte nei sedimenti durante la stagione estiva. I dati sono espressi in MPN/g.....	68
Tabella 55 - Parametri registrati negli elutriati.....	68
Tabella 56 - Risultati del saggio biologico di embriotossicità (72ore) e successiva stima della tossicità cronica.....	69
Tabella 57 - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante i sedimenti testati registrati all'inizio e al termine del test di tossicità con il <i>C.orientale</i>	69
Tabella 58 - Percentuali di mortalità degli organismi di <i>C. orientale</i> osservate nei sedimenti testati e successiva stima della tossicità cronica.....	70
Tabella 59 - Risultati del test con il <i>V. fischeri</i> su sedimento tal quale. R ² (%)=coeff. di determinazione; UT=unità tossiche; STI - sediment toxicity index. Pelite espressa in %.....	70
Tabella 60 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna estiva del 2014.....	70
Tabella 61 - Indici strutturali (±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).....	73
Tabella 62 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni E14 MG1, E14 MG2, E14 MG4, E14 MG6, E14 MG7, E14 MG8. 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.....	74
Tabella 63 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni E14 MG9, E14 MG10, E14 MG11, E14 MG12, E14 MG13, E14 MG14. 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.....	76
Tabella 64 - 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).....	79
Tabella 65 - 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.....	80
Tabella 66 - Concentrazione dei metalli nei mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in mg/kg s.s.....	81
Tabella 67 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in mg/kg.....	81
Tabella 68 - Concentrazione degli IPA e dei composti organostannici presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in mg/kg.....	81
Tabella 69 - Concentrazione degli cloroderivati presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in µg/kg.....	82
Tabella 70 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in ufc/g.....	82
Tabella 71 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale; 2, moderata riduzione delle ciglia; 3, marcata riduzione delle ciglia; 4, assenza delle ciglia; 5, erosione epitelio branchiale.....	83
Tabella 72 – Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. T=trattamento, C=Controllo.....	84
Tabella 73 - 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.....	86
Tabella 74 - 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.....	87
Tabella 75 - Medie, deviazione standard e coefficiente di variazione (%) del particolato totale (TSM) e organico (POM), della sostanza organica disciolta (CDOM) e della clorofilla <i>a</i> totale (Chl <i>a</i> tot) nelle diverse campagne.....	99
Tabella 76 – Media (M) e deviazione standard (DS) di clorofilla <i>a</i> , solidi sospesi (TSM), frazione organica particellata (POM), sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM), NO ₂ (nitriti) NO ₃ (nitrati), DIN (nutrienti inorganici disciolti), PO ₄ (fosfati) SiO ₂ (silicati) calcolata tra le stazioni poste entro i 100 m di	

distanza dal Terminale e confronto con i dati relativi alla stazione MG 10. Dati relativi alla campagna di Bianco e a quella dell'E14. Prof.=profondità espressa in m. N=numero di osservazioni.	101
Tabella 77 - Densità cellulari totali medie per campagna (media, dev. st., massimo, minimo) e composizione tassonomica relativa media.....	102
Tabella 78 - Numero di taxa appartenenti alle diverse categorie tassonomiche per ciascun campionamento.	104
Tabella 79 - Numero di taxa individuati in ogni stazione per ciascun campionamento.....	105
Tabella 80 - Frequenza (f) dei diversi taxa nelle stagioni di campionamento	105
Tabella 81 - Numero dei taxa microplanctonici totali identificati con campionamento da bottiglia, da retino e identificati con entrambi i metodi (=comuni).	105
Tabella 82 - Risultati ottenuti dalla Simper analysis. Confronto B vs E14.	107
Tabella 83 - Risultati della simper analysis (mero plancton). Confronto B vs E14.....	108
Tabella 84 - Risultati della simper analysis (ittio plancton). Confronto B vs E14.	109
Tabella 85 - Confronto dati tra le campagne Bianco e fase di esercizio (I14, E14). Struttura della comunità meiobentonica dell'area interessata dalla presenza del terminale, incluse le stazioni di controllo. Densità media \pm 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.	113
Tabella 86 - Numero totale di specie catturate per campagna.....	115
Tabella 87 - Numero totale di specie catturate per campagna.....	117

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

1.2 Obiettivi fase di esercizio

2 MATERIALI E METODI

2.1 Attività e tempistiche

2.2 Area di indagine

2.3 COLONNA D'ACQUA

2.3.1 Profili idrologici

2.3.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

2.3.3 Plancton

2.3.3.1 Fitoplancton

2.3.3.2 Zooplancton

2.3.4 Saggi ecotossicologici

Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase liquida

Phaeodactylum tricornutum

Dicentrarchus labrax

Paracentrotus lividus

2.4 SEDIMENTI

2.4.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Analisi granulometriche

Analisi chimiche

Analisi microbiologiche

2.4.2 Saggi ecotossicologici

Paracentrotus lividus

Corophium orientale

Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase solida

2.5 BIOTA

2.5.1 Macrozoobenthos

2.5.2 Meiozoobenthos

2.5.3 Bioaccumulo

Analisi chimiche

Analisi microbiologiche

2.5.4 Biomarkers

2.5.5 Fauna ittica bentonectonica

2.5.6 Fauna ittica pelagica

2.5.7 Cetacei e tartarughe marine

2.6 INDAGINI GENERALI

2.6.1 Misura del rumore

2.6.2 Bioacustica

3 RISULTATI SURVEY AUTUNNO 2013

3.1 COLONNA D'ACQUA

3.1.1 Profili idrologici

3.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

3.1.3 Plancton

3.1.3.1 Fitoplancton

3.1.3.2 Zooplancton

3.2 BIOTA

3.2.1 Macrozoobenthos

3.2.2 Cetacei e tartarughe marine

3.3 INDAGINI GENERALI

3.3.1 Misura del rumore

3.3.2 Bioacustica

4 RISULTATI SURVEY INVERNO 2014

4.1 COLONNA D'ACQUA

- 4.1.1 Profili idrologici
- 4.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche
- 4.1.3 Plancton
 - 4.1.3.1 Fitoplancton
 - 4.1.3.2 Zooplancton
- 4.1.4 Saggi eco tossicologici

Vibrio fischeri

Phaeodactylum tricornutum

Dicentrarchus labrax

Paracentrotus lividus

4.2 BIOTA

- 4.2.1 Macrozoobenthos
- 4.2.2 Meiozoobenthos
- 4.2.3 Fauna ittica bentonectonica
- 4.2.4 Cetacei e tartarughe marine

4.3 INDAGINI GENERALI

- 4.3.1 Misura del rumore
- 4.3.2 Bioacustica

VOLUME II



5 RISULTATI SURVEY PRIMAVERA 2014

5.1 COLONNA D'ACQUA

5.1.1 Profili idrologici

La temperatura (Figura 1) varia in un range compreso tra 14,52 e 25,61 °C in linea con le temperature tipiche del periodo primaverile e della zona di indagine; è evidente la presenza di un termoclino molto marcato fino alla profondità di 50 metri quanto il profilo della temperatura diventa omogeneo fino al fondo.

La salinità (Figura 2) mostra l'andamento tipico di questo periodo stagionale esibendo valori compresi tra 36,04 e 37,89 ppt. I valori aumentano fino alla parte più bassa del termoclino (tetto inferiore) dove hanno una minima diminuzione per poi subire un evidente, graduale incremento. Questo andamento è tipico delle masse d'acqua delle zone marine situate alle latitudini ed alle profondità dell'area di studio.

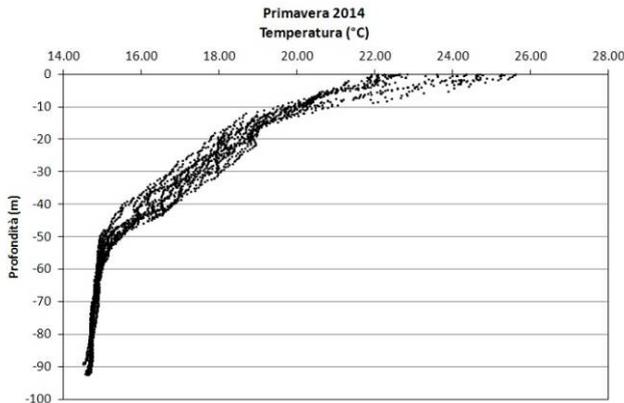


Figura 1 – Profili di temperatura (°C).

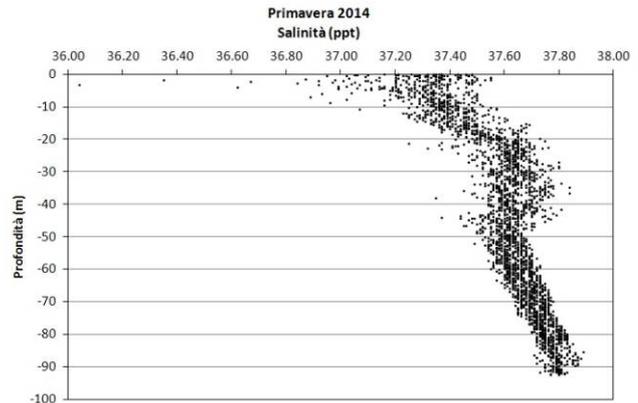


Figura 2 - Profili di salinità (ppt).

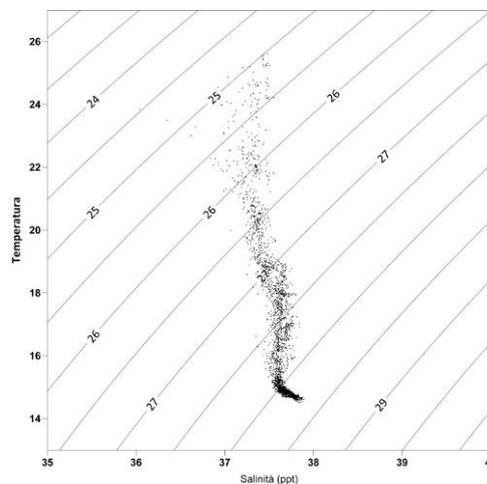


Figura 3 – Diagramma T/S.

Il diagramma T/S (Temperatura/Salinità) mostra che le variazioni nelle masse d'acqua nell'intorno del rigassificatore (Figura 3) sono dovute ai cambiamenti della temperatura, dato in accordo con il riscaldamento superficiale a cui esse sono soggette. Nel diagramma è visibile il tetto inferiore del termoclino dove sono localizzate la maggior parte delle osservazioni (a circa 15 °C). Anche questo dato è in accordo con le caratteristiche delle masse d'acqua fortemente influenzate dalla dinamica stagionale.

La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto, DO%, (Figura 4) presenta valori nel range 87-112%; con le masse d'acqua più ossigenate nei primi 40m. L'unica eccezione è rappresentata dalla stazione P14 MG13, posizionata nelle vicinanze del Terminale e a levante rispetto ad esso, dove sono stati rilevati i massimi valori di ossigeno disciolto.

La fluorescenza (Figura 5) risulta variare tra 0,002 e 0,033 Volts. La maggior parte dei valori sono stati registrati nell'intervallo 0,012-0,030 Volts. I valori più alti sono stati osservati tra i 40 ed i 90 metri di profondità.

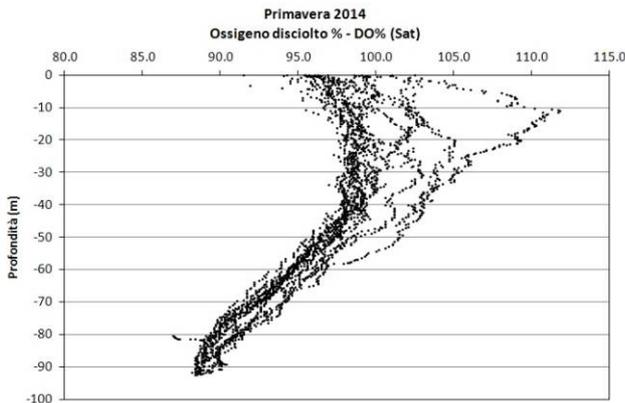


Figura 4 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).

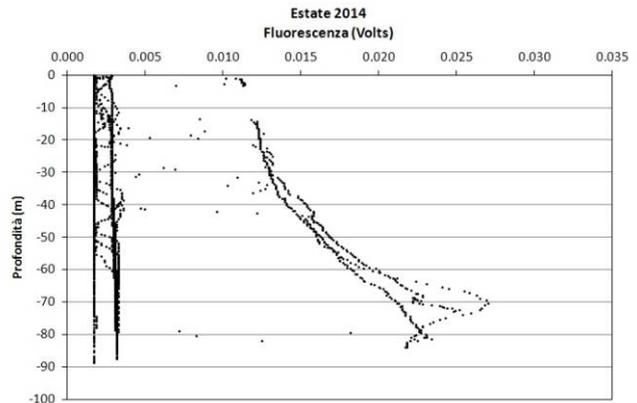


Figura 5 – Profili di fluorescenza.

I valori di pH (Figura 6) sono compresi tra 7,22 e 8,64 e si discostano poco dall'intervallo tipico delle acque di mare. I profili di misura di questo parametro hanno tutti un andamento regolare con valori che tendono a diminuire leggermente con la profondità.

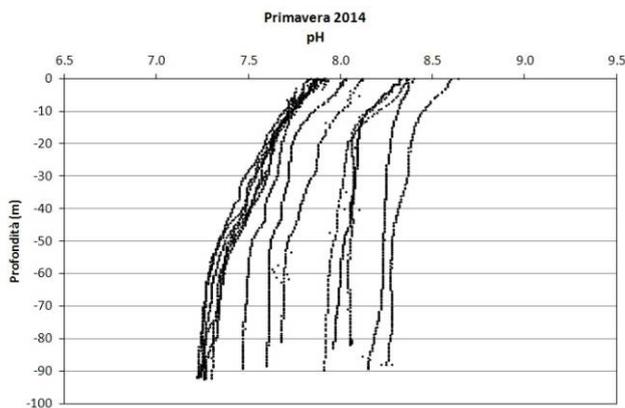


Figura 6 – Profili di pH.

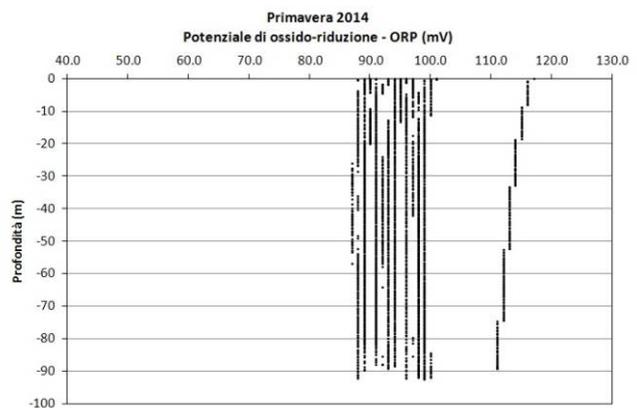


Figura 7 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.

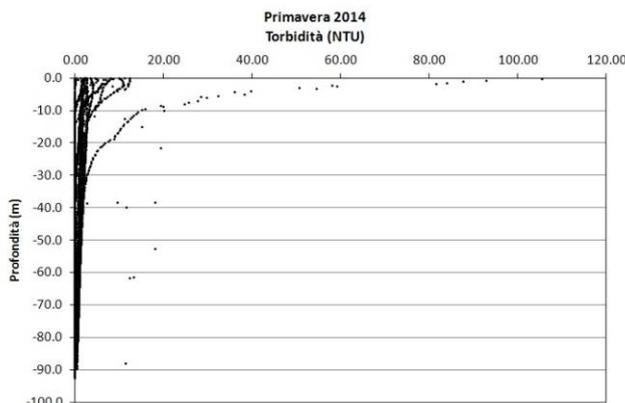


Figura 8 – Profili di torbidità (NTU).

I valori del potenziale redox, ORP, (Figura 7) variano in un range molto limitato compreso tra 87 e 100 mV. Fa eccezione unicamente la stazione P14 MG3 dove questo parametro varia tra 111 e 117mV.

I valori di ORP tendono a diminuire in prossimità del rigassificatore in corrispondenza di un innalzamento del pH.

La torbidità (Figura 8) mostra valori molto bassi, prossimi allo 0. Solo i campioni più superficiali, ossia entro i 10 metri di profondità, raggiungono valori intorno a 10 NTU. Alcune stazioni di controllo mostrano valori decisamente più alti (fino ad oltre 100 NTU) non riconducibili, tuttavia, a particolari situazioni anomale.

Misure di irradianza e irradianza spettrale

In Figura 9, sono mostrati i profili di irradianza PAR (Photosynthetic Available Radiation) sottomarina normalizzati rispetto a quella contemporanea superficiale alle stazioni P14 MG7 e P14 MG10. La profondità della zona eufotica risulta in entrambi i casi 78,5m.

In Figura 10 sono riportati gli spettri della irradianza discendente tra 400 e 700nm in superficie e alle varie profondità insieme con quelli della irradianza ascendente a 5m entrambe normalizzate per i loro massimi. Dall'analisi delle distribuzioni spettrali dell'irradianza, alle profondità maggiori, i massimi di irradianza si attestano intorno alle lunghezze d'onda (λ_{max}) di 477-480nm.

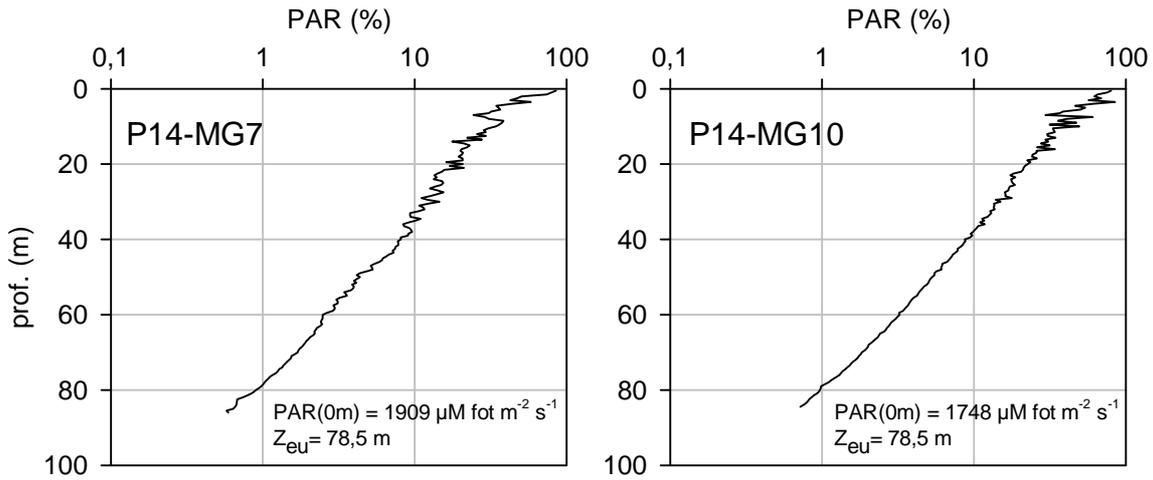


Figura 9 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0m), delle stazioni P14 MG7 e P14 MG10.

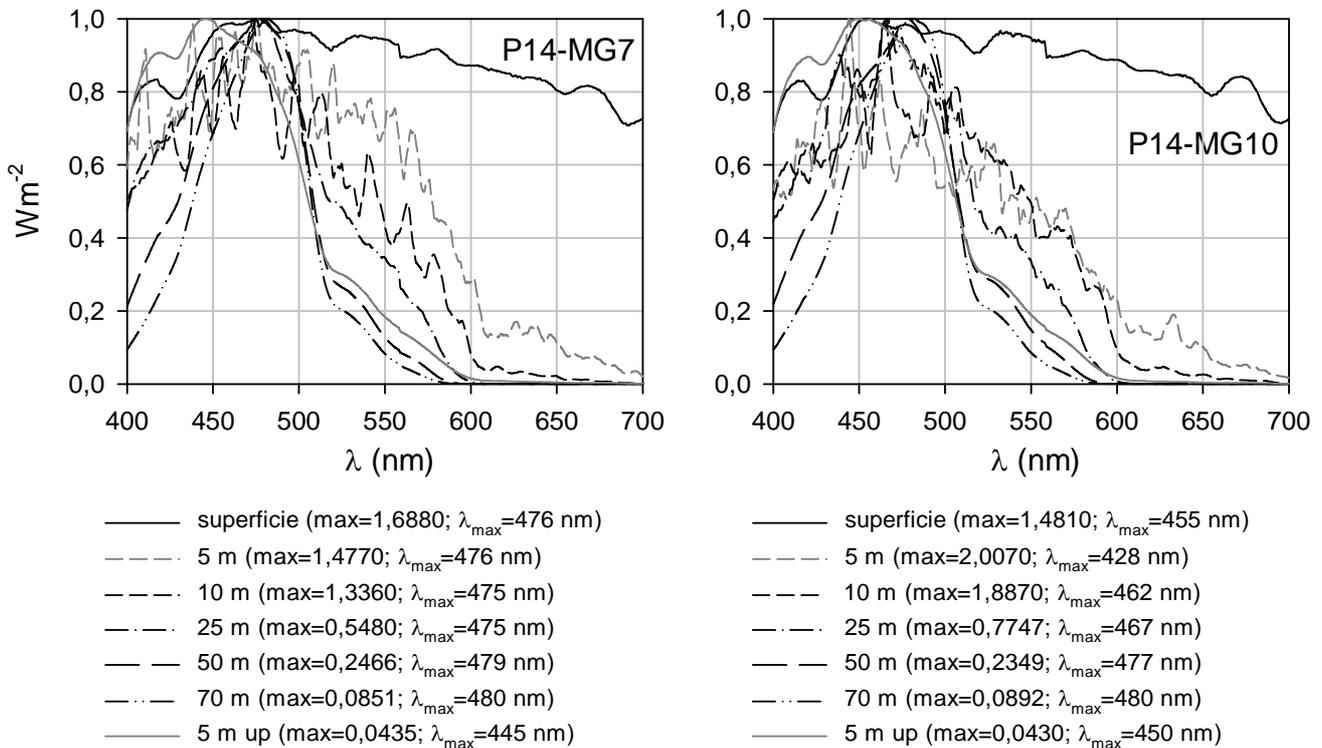


Figura 10 - Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata l'irradianza spettrale ascendente a 5 m (5 m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ($E_{max}(\lambda)$) riportato nella legenda insieme con la lunghezza dove si colloca (λ_{max}).

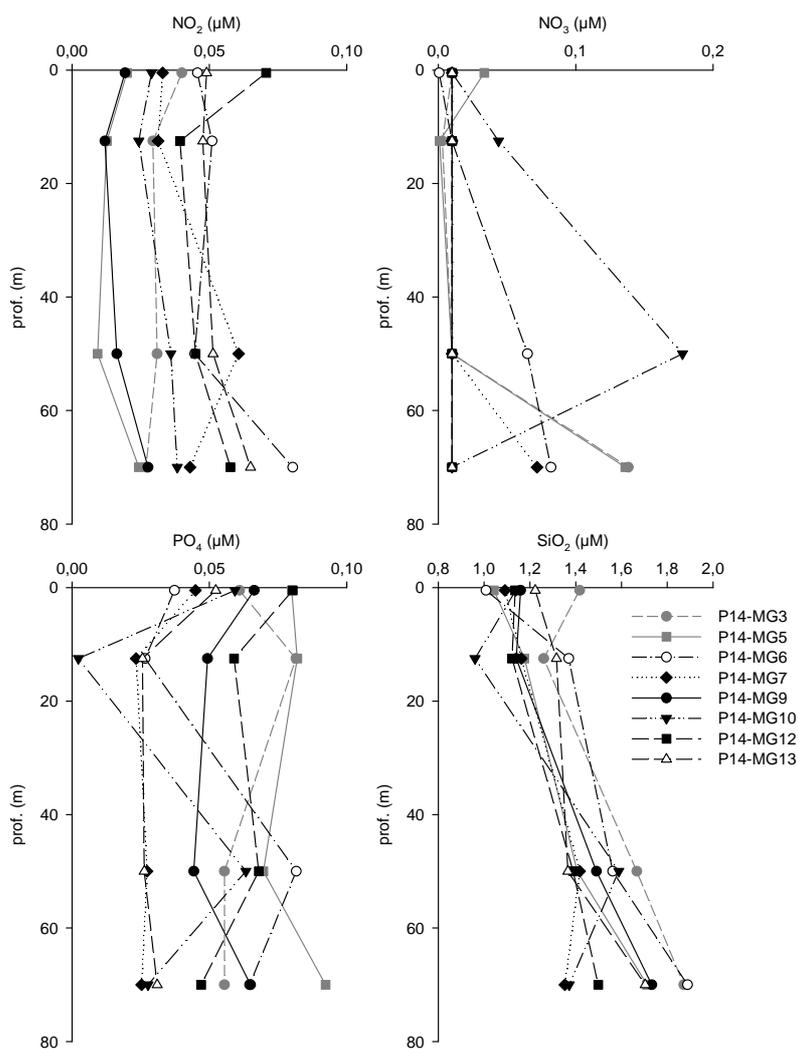
5.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Nutrienti inorganici disciolti

In Tabella 1, sono riportate le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), silicati (SiO_2), rilevati nelle 8 stazioni campionate. Le concentrazioni sono particolarmente basse, in diversi casi al di sotto della soglia di rilevabilità e, fatta eccezione per i silicati (media $1,35 \mu\text{M}$), le concentrazioni medie risultano un ordine di grandezza inferiori (medie: nitriti $0,038 \mu\text{M}$, nitrati $0,028 \mu\text{M}$, fosfati $0,050 \mu\text{M}$) rispetto ad I14.

La distribuzione lungo la colonna d'acqua (Tabella 1) è abbastanza omogenea con la tendenza all'aumento nelle acque più profonde, per un probabile consumo fitoplanctonico avvenuto nei mesi precedenti nelle acque più superficiali e l'inizio di formazione del termocline estivo che comincia a stratificare la colonna d'acqua.

Tabella 1 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM).											
Stazione	Prof. m	SiO ₂ μM	PO ₄ μM	NO ₂ μM	NO ₃ μM	Stazione	Prof. m	SiO ₂ μM	PO ₄ μM	NO ₂ μM	NO ₃ μM
P14 MG3	0,5	1,418	0,061	0,040	<0,03	P14 MG9	0,5	1,159	0,066	<0,03	<0,03
	12,5	1,261	0,082	0,030	<0,03		12,5	1,141	0,049	<0,03	<0,03
	50	1,667	0,056	0,031	<0,03		50	1,491	0,044	<0,03	<0,03
	70	1,873	0,056	0,027	0,138		70	1,732	0,065	<0,03	<0,03
P14 MG5	0,5	1,043	0,080	<0,03	0,034	P14 MG10	0,5	1,139	0,059	<0,03	<0,03
	12,5	1,176	0,082	<0,03	<0,03		12,5	0,960	<0,03	<0,03	0,044
	50	1,407	0,070	<0,03	<0,03		50	1,588	0,063	0,036	0,178
	70	1,712	0,092	<0,03	0,136		70	1,372	<0,03	0,038	<0,03
P14 MG6	0,5	1,008	0,037	0,046	<0,03	P14 MG12	0,5	1,135	0,080	0,071	<0,03
	12,5	1,370	<0,03	0,051	<0,03		12,5	1,122	0,059	0,039	<0,03
	50	1,562	0,082	0,045	0,065		50	1,389	0,068	0,045	<0,03
	70	1,889	0,065	0,080	0,082		70	1,499	0,047	0,058	<0,03
P14 MG7	0,5	1,091	0,045	0,033	<0,03	P14 MG13	0,5	1,223	0,052	0,049	<0,03
	12,5	1,163	<0,03	0,031	<0,03		12,5	1,317	<0,03	0,048	<0,03
	50	1,417	<0,03	0,061	<0,03		50	1,366	<0,03	0,051	<0,03
	70	1,353	<0,03	0,043	0,072		70	1,703	0,031	0,065	<0,03


 Figura 11 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO₂ (nitriti), NO₃ (nitrati), PO₄ (fosfati), SiO₂ (silicati).

Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

Le concentrazioni di TSM in tutte le stazioni sono riportate in Tabella 2.

La media generale è 1,337 mg L⁻¹ con valore minimo di 0,828 mg L⁻¹ a 70m alla stazione P14 MG7 e massimo di 4,485 mg L⁻¹ a 12,5m alla stazione P14 MG3.

I profili batimetrici delle concentrazioni di TSM (Figura 12) mostrano un andamento simile nella maggior parte delle stazioni con valori massimi più o meno accentuati a 12,5m e valori simili alle altre profondità.

Alle stazioni P14 MG6 e P14 MG13 i valori a 12,5m non costituiscono i massimi del profilo che appare più omogeneo dalla superficie fino a 70 m.

La distribuzione batimetrica della frazione organica di TSM (POM) è simile a quella di TSM (Tabella 2) con i massimi a 12,5m che raggiungono 0,904 mg L⁻¹ alla stazione P14 MG3. Alle stazioni P14 MG6 e P14 MG7 le concentrazioni di POM sono massime in superficie (Figura 12).

La frazione di POM rispetto al TSM è in media del 30,1% e varia tra il 20,1% (P14 MG3) ed il 38,4% (P14 MG9).

Tabella 2 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate.

Prof. m	Stazione	TSM mg L ⁻¹	Stazione	TSM mg L ⁻¹
0,5		0,8982		0,9862
12,5	P14 MG3	4,4852	P14 MG9	3,3502
50		0,8378		1,1568
70		1,1795		1,1395
0,5		1,1537		1,0711
12,5	P14 MG5	1,6113	P14 MG10	2,2461
50		1,1173		1,2271
70		1,1010		0,8411
0,5		1,0010		0,9621
12,5	P14 MG6	1,0190	P14 MG12	2,6308
50		1,1897		0,9377
70		0,9897		1,1211
0,5		1,1291		1,0590
12,5	P14 MG7	1,4707	P14 MG13	1,0270
50		1,0191		1,0023
70		0,8284		0,9813

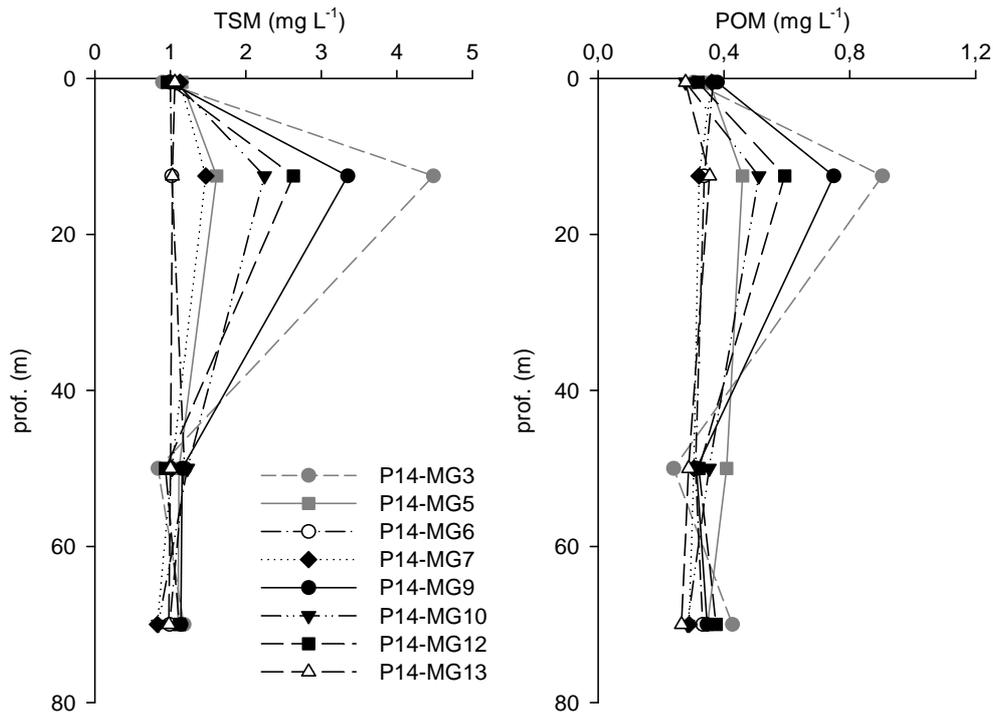


Figura 12 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.

Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)

Gli assorbimenti della CDOM a 325 nm (aCDOM(325)) sono in media 0,249 m⁻¹ e variano da un minimo di 0,147 m⁻¹ alla stazione P14 MG6, 12,5m ad un massimo di 0,446 m⁻¹ alla stazione P14 MG10, 50 m (Tabella 3). Nella maggior parte delle stazioni i profili batimetrici presentano il loro massimo a 50m, fra i quali quello alla stazione P14 MG10 è molto evidente. Solo alla stazione P14 MG3 il massimo è a 70m (Figura 13).

Tabella 3 - 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	P14 MG3	0,2622	P14 MG9	0,2389
12,5		0,2602		0,2355
50		0,3019		0,2878
70		0,3676		0,2861
0,5	P14 MG5	0,1814	P14 MG10	0,2168
12,5		0,1930		0,2202
50		0,2826		0,4460
70		0,2613		0,3080
0,5	P14 MG6	0,1563	P14 MG12	0,1963
12,5		0,1472		0,1747
50		0,2481		0,2664
70		0,2342		0,2677
0,5	P14 MG7	0,2100	P14 MG13	0,1796
12,5		0,2347		0,1996
50		0,2940		0,2691
70		0,2745		0,2708

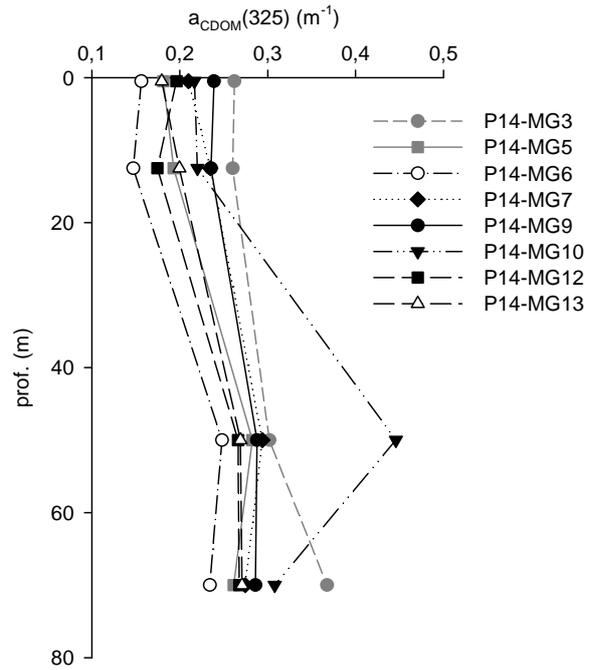


Figura 13- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM}(325)$) nelle diverse stazioni.

Clorofilla a e diversità pigmentaria

La concentrazione della clorofilla a presenta un valore medio di $0,104 \text{ mg m}^{-3}$ e varia da un minimo di $0,033 \text{ mg m}^{-3}$ alla stazione P14 MG7 (12,5m) a un massimo di $0,285 \text{ mg m}^{-3}$ alla stazione P14 MG12 (70m) (Tabella 4). I profili delle concentrazioni lungo la colonna d'acqua (Figura 14) sono simili tra le varie stazioni con massimi assoluti a 70m (min $0,145 \text{ P14 MG3}$; max $0,285 \text{ mg m}^{-3} \text{ P14 MG12}$) minimi a 12,5m e massimi secondari superficiali.

Tabella 4 - Clorofilla a totale (somma della clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti).

Prof. m	Stazione	chl a tot mg m^{-3}	Stazione	chl a tot mg m^{-3}
0,5	P14 MG3	0,071	P14 MG9	0,103
12,5		0,046		0,049
50		0,055		0,092
70		0,145		0,185
0,5	P14 MG5	0,084	P14 MG10	0,056
12,5		0,050		0,042
50		0,086		0,084
70		0,203		0,202
0,5	P14 MG6	0,066	P14 MG12	0,096
12,5		0,037		0,050
50		0,088		0,100
70		0,285		0,226
0,5	P14 MG7	0,079	P14 MG13	0,060
12,5		0,033		0,036
50		0,086		0,102
70		0,157		0,274

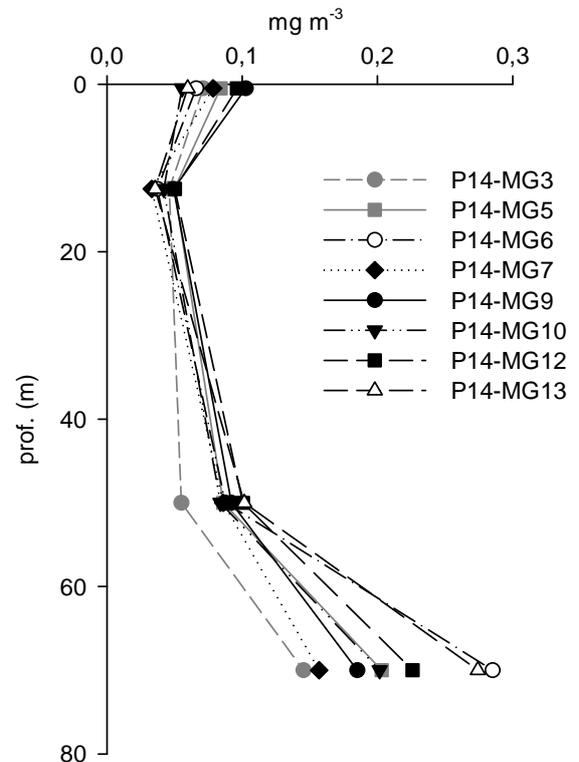


Figura 14 - Profili della concentrazione di clorofilla a tot, alle diverse stazioni.

Le concentrazioni dei nove pigmenti diagnostici principali (proporzionali alla biomassa dei gruppi tassonomici dei quali costituiscono i markers) sono riportate in Tabella 5. Il pigmento a maggiore concentrazione media è la Hex-Fuco (media 0,034, min 0,010, max 0,114), a cui segue la Zea (media 0,025, min 0,005, max 0,062), la Chl *b* (media 0,024, min 0,003, max 0,082), la DVA (media 0,015, max 0,063), la But-Fuco (media 0,013, min 0,001, max 0,040), la Perid (media 0,005, min 0,0003, max 0,006), la Fuco (media 0,006, min 0,001, max 0,012), la Prasino (media 0,001, max 0,003).

Tabella 5 - 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 <i>a</i> , Chl <i>b</i> = Clorofilla <i>b</i> +Divinilclorofilla <i>b</i> .										
Stazione	Prof.m	Fuco	Perid	Hex-Fuco	But-Fuco	Prasino	Allo	Zea	DVA	Chl <i>b</i>
P14 MG3	0,5	0,004	0,003	0,019	0,005	n.r.	n.r.	0,007	0,003	0,019
	12,5	0,003	0,006	0,015	0,004	n.r.	n.r.	0,015	0,001	0,011
	50	0,004	0,005	0,014	0,005	n.r.	n.r.	0,024	0,007	0,010
	70	0,007	0,005	0,054	0,015	n.r.	n.r.	0,031	0,025	0,026
P14 MG5	0,5	0,007	0,005	0,022	0,004	n.r.	n.r.	0,010	0,004	0,012
	12,5	0,002	0,006	0,012	0,004	n.r.	n.r.	0,016	0,002	0,010
	50	0,005	0,006	0,022	0,008	n.r.	n.r.	0,033	0,012	0,030
	70	0,011	0,005	0,077	0,032	0,001	0,002	0,060	0,044	0,057
P14 MG6	0,5	0,004	0,005	0,019	0,006	n.r.	0,002	0,007	0,002	0,005
	12,5	0,001	0,005	0,010	0,002	n.r.	n.r.	0,009	0,001	0,005
	50	0,006	0,005	0,025	0,010	n.r.	n.r.	0,033	0,014	0,003
	70	0,011	0,005	0,107	0,040	0,003	n.r.	0,062	0,063	0,077
P14 MG7	0,5	0,006	0,004	0,023	0,011	n.r.	n.r.	0,010	0,002	0,007
	12,5	0,001	0,003	0,012	0,001	n.r.	n.r.	0,007	0,001	0,012
	50	0,008	0,005	0,023	0,012	n.r.	n.r.	0,033	0,013	0,030
	70	0,011	0,006	0,049	0,023	0,001	0,001	0,046	0,032	0,031
P14 MG9	0,5	0,008	0,006	0,026	0,008	n.r.	n.r.	0,008	0,005	0,022
	12,5	0,003	0,006	0,011	0,003	n.r.	n.r.	0,015	0,002	0,019
	50	0,005	0,004	0,021	0,007	0,001	n.r.	0,031	0,017	0,014
	70	0,010	0,006	0,072	0,023	0,001	0,001	0,039	0,030	0,045
P14 MG10	0,5	0,007	0,004	0,020	0,007	n.r.	n.r.	0,008	n.r.	0,006
	12,5	0,004	0,005	0,014	0,006	n.r.	n.r.	0,005	0,002	0,008
	50	0,006	0,005	0,025	0,013	n.r.	0,001	0,028	0,008	0,011
	70	0,011	0,004	0,074	0,033	0,002	0,001	0,048	0,043	0,058
P14 MG12	0,5	0,006	0,005	0,027	0,008	n.r.	n.r.	0,009	0,003	0,007
	12,5	0,005	0,004	0,015	0,006	n.r.	n.r.	0,008	0,003	0,005
	50	0,010	0,003	0,029	0,014	n.r.	n.r.	0,039	0,018	0,021
	70	0,012	0,005	0,093	0,039	0,002	0,001	0,052	0,047	0,059
P14 MG13	0,5	0,003	0,006	0,017	0,007	0,001	0,001	0,006	0,003	0,026
	12,5	0,001	0,005	0,012	0,002	n.r.	n.r.	0,009	0,001	0,010
	50	0,005	0,005	0,025	0,012	n.r.	n.r.	0,036	0,019	0,019
	70	0,009	0,005	0,114	0,037	0,002	0,002	0,056	0,060	0,082

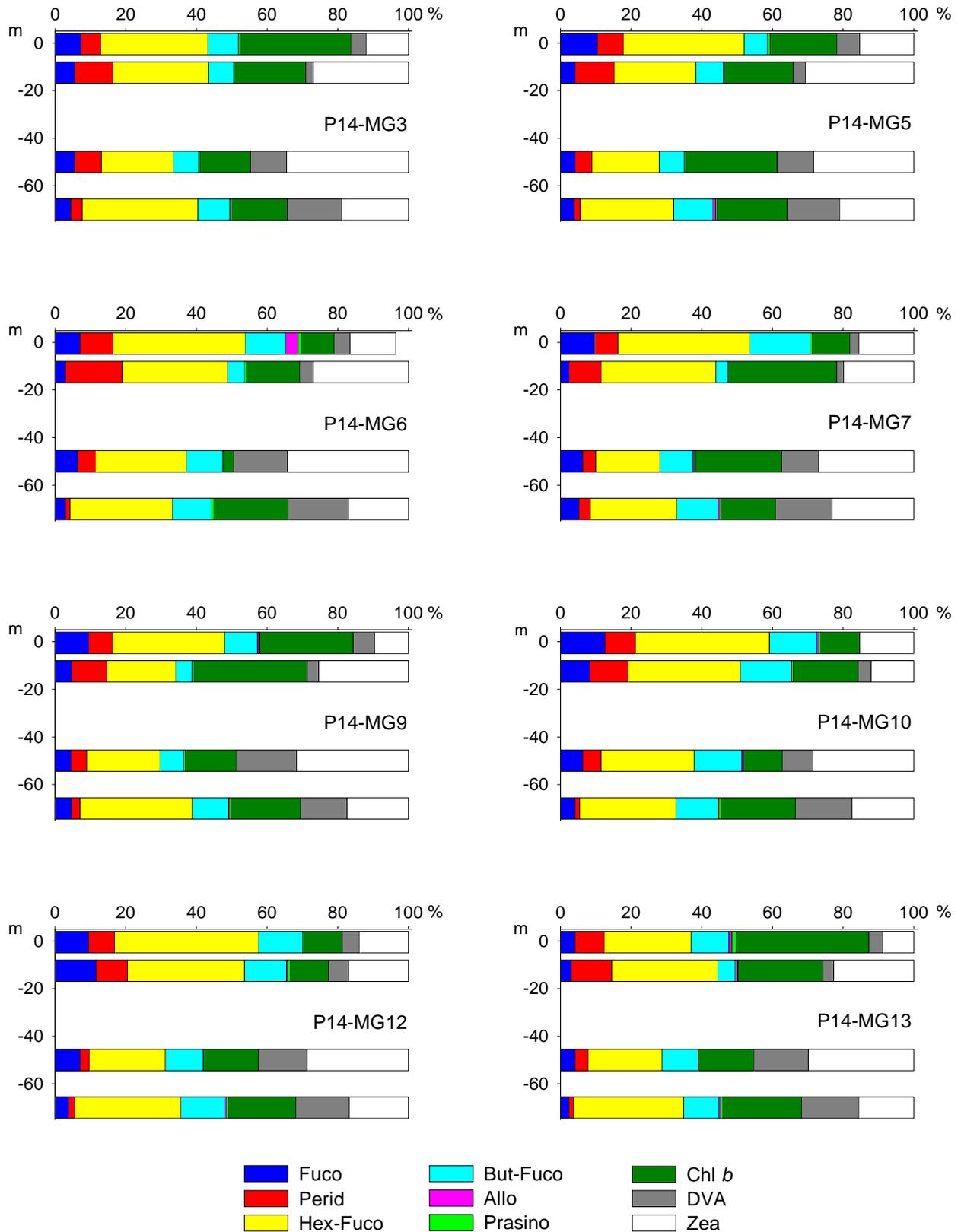


Figura 15 – Istogrammi della composizione percentuale di ognuno dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).

I rapporti dei singoli pigmenti rispetto alla somma totale dei diagnostici fornisce informazioni riguardo alla composizione tassonomica del popolamento fitoplanctonico (Figura 15). La composizione pigmentaria risulta sempre ben differenziata con i singoli pigmenti che non superano mai il 41 % del totale. Il pigmento più rappresentativo è la Hex-Fuco (marker delle Prymnesiophyceae coccolitofori). La percentuale media di Hex-Fuco è di circa il 28 %, il valore minimo è del 18 % alla stazione P14 MG7 50 m, mentre il max è circa il 41 % a 0,5 m alla stazione P14 MG12. Il pigmento che segue per rappresentatività è la Zea (marker delle forme assimilabili al genere *Synechococcus*) che in media risulta circa il 21 %, i massimi in genere si collocano a 50 m ed arrivano fino a circa il 35 % alla stazione P14

MG3 50 m ed i minimi superficiali che si attestano a circa 9 % (P14 MG13 0,5 m). La Chl *b* (indicatore delle Chlorophyta) è in media il 19 %, con i valori maggiori negli strati superficiali, e minimi fino al 3 % a 50 m nella stazione P14 MG6 mentre i più elevati (38 %) si registrano a 0,5 m alla stazione P14 MG13. La But-Fuco (marker di Dictyochophyceae, Chrysophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori) risulta presente con una frazione percentuale abbastanza costante in tutti i campioni con valori medi di circa 10 %. La DVA (marker del genere *Prochlorococcus*) risulta rappresentata con una frazione rilevante, che in media è circa il 9 %, è più abbondante, fino al 17 % (P14 MG6 70 m) alle due profondità maggiori. La Perid (marker dei Dinoflagellati) è presente con una percentuale media del 6 % e massima del 16 % (P14 MG6 12,5 m). Anche la Fuco (marker delle Diatomee) è presente con valori medi di circa il 6 %, con i valori massimi negli strati superficiali (max 12 % stazione P14 MG10 0,5 m) e minimi profondi (min 2 % stazione P14 MG13 70 m). Da questi dati risulta che la frazione picoplanctonica totale relativa ai cianobatteri costituita dalla somma di Zea (marker delle forme assimilabili al genere *Synechococcus*) e DVA (marker del genere *Prochlorococcus*) è sempre una frazione importante del popolamento fitoplanctonico (con una media del 30 %) soprattutto nelle acque più profonde.

Tensioattivi

Le concentrazioni dei tensioattivi non ionici (Tabella 6) risultano al di sotto del limite di quantificazione della metodica in quasi tutti i campioni. Fanno eccezione P14 MG3 (livello 0,5m). Al contrario sono presenti i tensioattivi anionici.

Tabella 6 - 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	P14 MG3				P14 MG5				P14 MG6				P14 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	0,11	0,030	0,060	0,040	0,10	< 0,03	0,060	0,060	0,060	0,070	0,080	0,090	0,050	0,090	0,080	0,090
tensioattivi non ionici	0,054	< 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
Profondità	P14 MG9				P14 MG10				P14 MG12				P14 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	0,035	0,12	0,090	0,040	0,030	0,040	0,15	< 0,03	0,070	0,090	< 0,03	0,10	0,050	< 0,03	0,070	0,050
tensioattivi non ionici	< 0,03	0,054	< 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 7. Sono sporadicamente presenti bromoformio e 1,1,1-Tricloro Etano.

Tabella 7 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.

Profondità (m)	P14 MG3				P14 MG5				P14 MG6				P14 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 Bromodicloroacetico	<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 Dicloroacetico	<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
Aloacetoniitrili (µg/l)																
Dibromoacetoniitrile	<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
Dicloroacetoniitrile	<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
Tricloroacetoniitrile	<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

Tabella 7 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione.

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	0,03
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
	P14 MG9				P14 MG10				P14 MG12				P14 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 Bromodicloroacetico	<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 Dicloroacetico	<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
Aloacetoniatri (µg/l)																
Dibromoacetoniatri	<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
Dicloroacetoniatri	<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
Tricloroacetoniatri	<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	<0,01	<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	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	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	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<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 8 sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli idrocarburi totali. Questi contaminanti sono risultati assenti, tranne nella stazione P14 MG12 livello 50 metri.

Tabella 8 - 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.															
P14 MG3				P14 MG5				P14 MG6				P14 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
P14 MG 9				P14 MG 10				P14 MG 13				P14 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	72	< 10

Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica (Tabella 9) emerge l'assenza di contaminazione fecale.

Tabella 9 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml.								
	P14 MG3	P14 MG5	P14 MG6	P14 MG 7	P14 MG 9	P14 MG 10	P14 MG 13	P14 MG 12
Coliformi fecali	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptococchi fecali (enterococchi)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformi totali	-	-	-	-	-	-	-	-

5.1.3 Plancton

5.1.3.1 Fitoplancton

Analisi quantitativa e qualitativa del fitoplancton da bottiglia

Tutte le stazioni analizzate presentano le maggiori densità cellulari in superficie (Figura 16), fino a massimi intorno a $100 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ (P14 MG6 e P14 MG7). A partire dalla quota di 12,5 m le abbondanze rimangono sostanzialmente costanti, con in media $57 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ e poca variabilità ($\pm 6,8 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$) tra le diverse stazioni.

La componente più rappresentata è quella del gruppo "Altro" (Tabella 10) che costituisce una frazione notevole di tutta la comunità, con contributi da circa il 30% al 70% (Figura 17), confermando la presenza maggioritaria in queste acque della frazione dei nanoflagellati, comprendenti anche gran parte dei coccolitofori e i dinoflagellati $\leq 20 \mu\text{m}$.

Le diatomee hanno densità scarse, con un contributo relativo raramente superiore al 10% mentre sono più abbondanti i dinoflagellati che contribuiscono maggiormente a tutto il popolamento, fino a circa il 40%, come da aspettarsi in relazione alla stagione tardo-primaverile. Anche i coccolitofori, come le diatomee, hanno densità scarse e più basse rispetto ad l14, contribuendo in media con circa il 17%. Il gruppo "Altro" si presenta sempre notevolmente differenziato per la presenza di più classi fitoplanctoniche, tra le quali la classe più abbondante appare quella delle Prasinophyceae (*Tetraselmis* spp., *Pyramimonas* spp.), evidenziato anche dalla presenza della Chl *b* (Figura 15).

Le comunità fitoplanctoniche appaiono sempre notevolmente diversificate, con un totale di 201 taxa totali identificati a diversi livelli tassonomici (200 più la categoria dei flagellati $< 10 \mu\text{m}$) prevalentemente a carico dei dinoflagellati (Tabella 11). La diversità specifica (H'), calcolata per ogni campione tramite l'indice di Shannon, varia tra 3,9 e 4,9 bit cell^{-1} , e la distribuzione degli organismi tra le specie non evidenzia particolari dominanze dovute a fioriture anomale ma una situazione di medio-alta equitabilità (Pielou) variabile tra 0,64 e 0,80.

I taxa più abbondanti sono sostanzialmente gli stessi per tutte le stazioni, con una certa alternanza nella dominanza tra *Tetraselmis* sp., *Phaeocystis* sp., altri piccoli flagellati ed *Emiliania huxleyi*, che domina particolarmente nelle acque più profonde (50 e 70 m).

In Tabella 12 è riportato l'elenco di tutti i taxa individuati dalle analisi microscopiche.

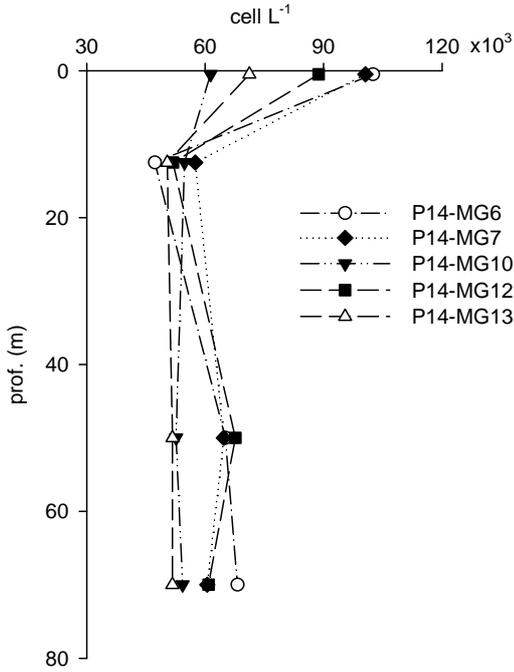


Figura 16 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali (cell L⁻¹ 10³) nelle diverse stazioni.

Tabella 10 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati (cell L ⁻¹ 10 ³).						
Stazione	prof. (m)	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Altro	Totale
P14 MG6	0,5	9,47	12,46	8,20	72,41	102,54
	12,5	2,49	19,16	9,64	15,99	47,27
	50	4,83	15,77	8,26	36,43	65,16
	70	6,70	13,40	16,29	31,79	68,18
P14 MG7	0,5	2,74	26,89	10,88	60,07	100,58
	12,5	4,08	18,72	10,78	23,91	57,48
	50	5,26	14,61	10,86	33,40	64,72
	70	3,95	15,18	13,55	27,85	60,53
P14 MG10	0,5	2,40	20,65	7,02	31,30	61,36
	12,5	4,02	19,58	11,00	20,19	54,79
	50	6,30	12,34	10,67	23,33	52,65
	70	6,29	13,96	11,81	22,25	54,31
P14 MG12	0,5	3,17	26,05	9,76	49,77	88,74
	12,5	3,10	16,74	10,79	21,20	51,84
	50	5,30	15,77	13,67	32,93	67,66
	70	5,72	13,68	14,64	26,83	60,87
P14 MG13	0,5	3,42	20,43	9,39	37,97	71,20
	12,5	2,66	16,95	9,96	20,84	50,40
	50	6,24	15,60	4,87	25,02	51,73
	70	6,17	14,83	11,84	18,86	51,70

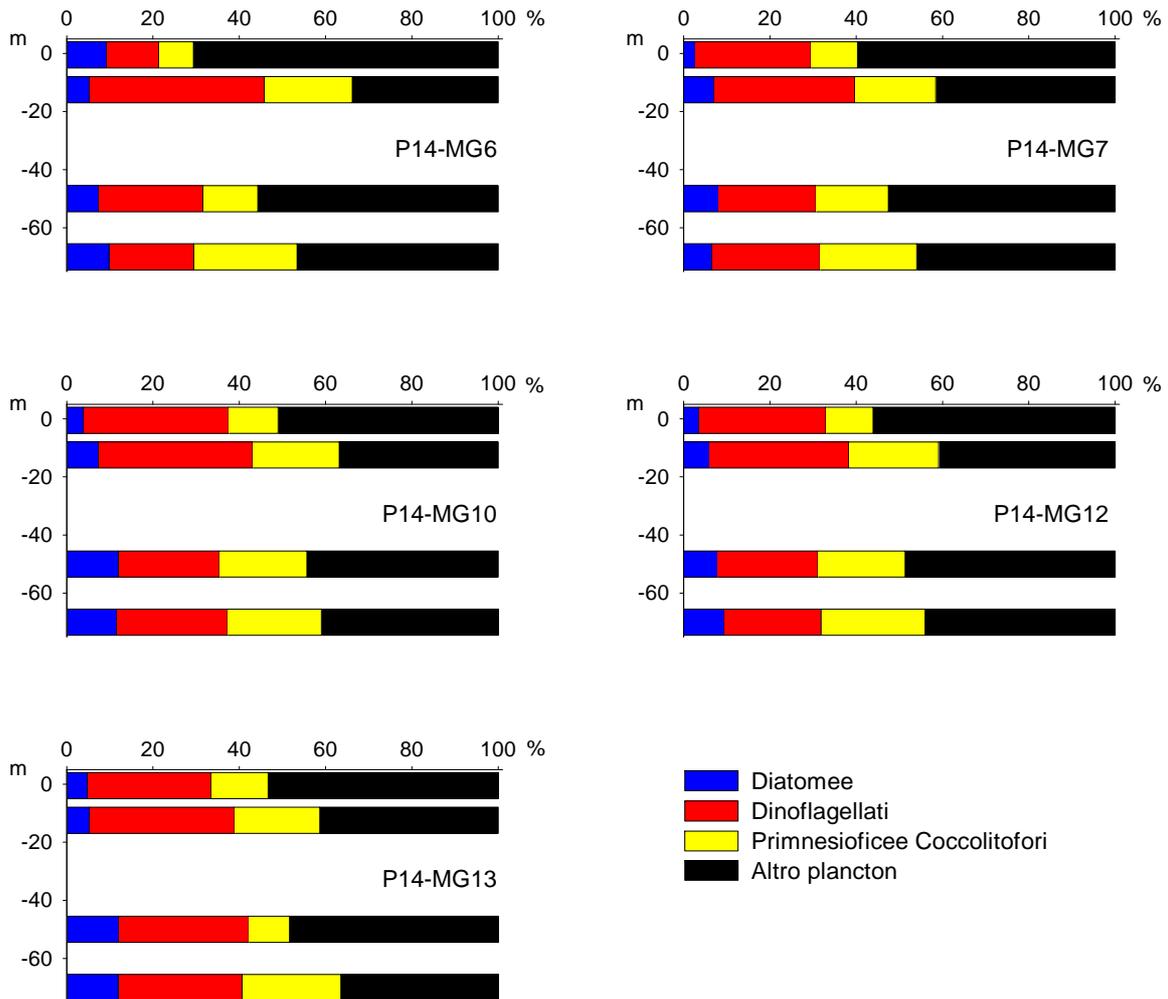


Figura 17 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.

Tabella 11 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati.			
Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	47	10	4
Dinoflagellati	72	7	1
Prymnesiophyceae coccolitofori	25	4	3
Cryptophyceae	1		1
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	4		1
Euglenoidea/Chlorophyta			2
Prasinophyceae	3	3	1
Prymnesiophyceae non coccolitofori	1	3	
Altro	6	1	
Totale	159	28	13

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

Tabella 12 – Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.

DIATOMEAE		
<i>Attheya</i> sp. West 1860	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle 1996	Diatomee pennate $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey 1937	<i>Diatomea</i> cf. <i>Paralia</i>	Diatomee pennate $> 20 \mu\text{m}$ n.i.
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder 1864	Diatomee centriche $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1845
<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grunow 1882	Diatomee centriche $> 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Fragilariopsis</i> sp.
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder 1864	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	<i>Haslea wawriakae</i> (Hustedt) Simonsen 1974
<i>Chaetoceros crinitus</i> Schütt 1895	<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck 1882	<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) Agardh 1831
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve 1889	<i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wallich 1860	<i>Nitzschia bicapitata</i> Cleve 1901
<i>Chaetoceros dadayi</i> Pavillard 1913	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	<i>Nitzschia sicula</i> (Castracane) Hustedt
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975	<i>Nitzschia</i> spp.
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve 1873	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran 1915	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin 1897
<i>Chaetoceros lauderi</i> Ralfs 1864	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström 1986	<i>Pseudo-nitzschia galaxiae</i> Lundholm & Moestrup 2002
<i>Chaetoceros lorentzianus</i> Grunow 1863	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström 1986	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden 1928
<i>Chaetoceros pelagicus</i> Cleve	<i>Rhizosolenia acicularis</i> Sundström 1986	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell 1856	<i>Rhizosolenia hebelata</i> f. <i>semitripina</i> (Hensen) Gran 1905	<i>Pseudo-nitzschia subfraudulenta</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros pseudocrinitus</i> Ostenfeld 1901	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell 1858	<i>Synedra</i> cf. <i>pulchella</i>
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mangin 1910	<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostenfeld 1901	<i>Thalassiosira angulata</i> (Gregory) Hasle 1978	<i>Thalassionema</i> cf. <i>bacillare</i> (Heiden) Kolbe 1955
<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Thalassiosira gravida</i> Cleve 1896	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraaff 1986
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightwell 1856	<i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902
<i>Coccolindiscus granii</i> Gough 1905	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	<i>Tropidoneis</i> sp.
<i>Cyclotella</i> spp.		
DINOFLAGELLATI		
<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hirasaka) Hansen & Moestrup 2000	<i>Diplopsalis</i> sp.	<i>Phalacroma doryphorum</i> Stein 1883
<i>Amphidinium</i> cf. <i>globosum</i> Schröder 1911	<i>Goniodyma polyedricum</i> (Pouchet) Jörgensen 1899	<i>Phalacroma</i> sp.
<i>Amphidinium</i> cf. <i>sphenoides</i> Wulff 1916	<i>Gonyaulax fragilis</i> (Schütt) Kofoid 1911	<i>Phalacroma mitra</i> Schütt 1895
<i>Amphidinium</i> sp.	<i>Gonyaulax kofoidii</i> Pavillard 1909	<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911
<i>Cochlodinium</i> sp.	<i>Heterocapsa minima</i> Pomroy 1989	<i>Podolampas bipes</i> Stein 1883
<i>Cochlodinium pulchellum</i> Lebour 1917	<i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich 1970
<i>Dicroerisma psilonereia</i> Taylor & Cattell 1969	<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen 1995	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975
<i>Gymnodiniaceae</i> $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein 1883	<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt 1895
<i>Gymnodiniaceae</i> $> 20 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Mesoporos adriaticus</i> (Schiller) Lillick	<i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) Stein 1878
<i>Gyrodinium aciculatum</i> Hansen & Larsen 1992	<i>Mesoporos perforatus</i> (Gran) Lillick 1937	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg 1833
<i>Gyrodinium coeruleum</i> Dogiel 1906	<i>Micracanthodinium setiferum</i> (Lohmann) Deflandre 1937	<i>Prorocentrum rathymum</i> Loeblich, Sherley & Schmidt 1979
<i>Gyrodinium corallinum</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Minuscula bipes</i> (Paulsen) Lebour 1925	<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller 1918
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Neoceratium carnegiei</i> (Graham & Bronikowsky) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède & Lachmann) Butschli 1885
<i>Gyrodinium</i> spp.	<i>Neoceratium contrarium</i> (Gourret) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia 2010	<i>Protoperidinium brochii</i> (Kofoid & Swezy) Balech
<i>Karenia papilionacea</i> Haywood & Steidinger 2004	<i>Neoceratium declinatum</i> (Karsten) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium breve</i> Paulsen 1907
<i>Karenia</i> spp.	<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech 1974
<i>Pronoctiluca acuta</i> (Lohmann) Schiller 1933	<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech 1974
<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domergue 1889	<i>Neoceratium hexacanthum</i> (Gourret) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia 2010	<i>Protoperidinium diabolium</i> (Cleve) Balech 1974
<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt 1896	<i>Neoceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech 1974
<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>globulus</i> (Stein) Balech 1974
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i> Halim 1960	<i>Oxytoxum caudatum</i> Schiller 1937	<i>Protoperidinium leonis</i> (Pavillard) Balech 1974
<i>Alexandrium taylori</i> Balech 1994	<i>Oxytoxum crassum</i> Schiller 1937	<i>Protoperidinium</i> sp.
<i>Alexandrium</i> sp.	<i>Oxytoxum laticeps</i> Schiller 1937	<i>Protoperidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech 1973
<i>Amphidoma caudata</i> Halldal 1953	<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein 1883	<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech 1974
<i>Ceratocorys horrida</i> Stein 1883	<i>Oxytoxum sphaeroideum</i> Stein 1883	<i>Protoperidinium tuba</i> (Schiller) Balech 1974
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent 1881	<i>Oxytoxum strophalatum</i> Dodge & Saunders 1985	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich III 1965
<i>Dinophysis ovum</i> (Schütt) Abé	<i>Oxytoxum variabile</i> Schiller 1937	Dinoflagellati tectati $\leq 20 \mu\text{m}$ n.i.
<i>Dinophysis parva</i> Schiller 1928	<i>Oxytoxum viride</i> Schiller 1937	Dinoflagellati tectati $> 20 \mu\text{m}$ n.i.

Tabella 12 – Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.		
PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI		
<i>Acanthoica quattrosina</i> Lohmann 1903	Coccolitofori $\leq 10 \mu\text{m}$ n.i.	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann 1902
<i>Algirosphaera robusta</i> (Lohmann) Norris 1984	<i>Corisphaera</i> sp.	<i>Rhabdosphaera clavigera</i> Murray & Blackman 1898
<i>Alisphaera ordinata</i> (Kamptner) Heimdal 1973	<i>Coronosphaera binodata</i> (Kamptner) Gaarder 1977	<i>Rhabdosphaera hispida</i> Lohmann
<i>Anacanthoica acanthos</i> (Schiller) Deflandre 1952	<i>Coronosphaera mediterranea</i> (Lohmann) Gaarder 1977	Holococcolitofore sp. 1
<i>Anthosphaera fragaria</i> Kamptner 1937	<i>Cyrtosphaera aculeata</i> (Kamptner) Kleijne 1992	<i>Syracosphaera cf. molischii</i> Schiller 1925
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young 2003	<i>Discosphaera tubifer</i> (Murray & Blackman) Ostefeld 1900	<i>Syracosphaera nodosa</i> Kamptner 1941
<i>Calyptrosphaera oblonga</i> Lohmann 1902	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler 1967	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann 1902
<i>Calyptrosphaera sphaeroidea</i> Schiller 1913	<i>Helicosphaera carterii</i> (Wallich) Kamptner 1954	<i>Syracosphaera</i> sp.
<i>Calyptrosphaera</i> sp.	<i>Helladosphaera cornifera</i> (Schiller) Kamptner 1937	<i>Zigosphaera hellenica</i> Kamptner 1937
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller 1930	<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann 1913	<i>Zigosphaera</i> sp.
<i>Coccolitofore</i> sp. $5 \mu\text{m}$	<i>Periphyllaphora mirabilis</i> (Schiller) Kamptner 1937	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann 1902
CRYPTOPHYCEAE		
<i>Plagioselmis cf. prolunga</i> Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall 1994	<i>Cryptophyceae</i> n.i.	
CHRYSOPHYCEAE/DICTYOPHYCEAE		
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg 1839	<i>Pseudopedinella pyriformis</i> Carter 1937	<i>Chrysophyceae</i> spp. $< 10 \mu\text{m}$
<i>Parapedinella reticulata</i> Pedersen & Thomsen 1986	<i>Ollicola vangoorii</i> (Conrad) Vørs 1992	
EUGLENOIDEA		
<i>Euglenoidea</i> n.i.		
CHLOROPHYTA		
<i>Chlorophyta</i> n.i.		
PRASINOPHYCEAE		
<i>Halosphaera viridis</i> Schmitz 1878	<i>Pseudoscurfieldia marina</i> (Thronsen) Manton 1975	<i>Prasinophyceae</i> $< 10 \mu\text{m}$
<i>Tetraselmis</i> sp.	<i>Pterosperma</i> Pochet 1893	
<i>Pachysphaera pelagica</i> Ostefeld 1899	<i>Pyramimonas</i> spp.	
PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI		
<i>Chrysochromulina</i> spp.	<i>Prymnesium</i> sp.	<i>Phaeocystis</i> spp.
<i>Imantonia rotunda</i> Reynolds 1974	<i>Phaeocystis</i> sp. forma coloniale	
ALTRO		
Flagellati indeterminati $< 10 \mu\text{m}$	<i>Mesodinium rubrum</i>	<i>Telonema</i> sp.
<i>Commatum 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	<i>Telonema</i> sp.

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 P14 MG6, P14 MG7, P14 MG10, P14 MG12 e P14 MG13.

Sono stati individuati 201 taxa, di cui 181 identificati a livello di specie, 16 taxa a livello di genere e 4 categorie soprageneriche (Tabella 13). Considerando il numero di taxa per ogni classe nell'insieme di tutte le stazioni, 63 appartengono alle diatomee, 104 ai dinoflagellati, 27 ai coccolitofori, mentre per la componente "altro plancton" sono state identificate solo 1 specie appartenente alle Dictyochophyceae e 4 specie appartenente alla classe Euglenoidea. Non si evidenziano differenze nella numerosità dei taxa individuati in ogni stazione, che vanno da 111 a 128. L'osservazione qualitativa del microfitorplancton ha permesso quindi di rilevare la presenza di numerose specie rare, che sono meno frequentemente osservate nei campioni raccolti con le bottiglie (Tabella 14).

Tabella 13 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati durante il campionamento P14.

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	55	7	1
Dinoflagellati	95	7	2
Prymnesiophyceae coccolitofori	26	1	
Dictyochophyceae	1		
Euglenoidea/Chlorophyta	4		1
Prymnesiophyceae non coccolitofori		1	
Totale	181	16	4

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

Tabella 14 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni P14 MG6, P14 MG7, P14 MG10, P14 MG12 e P14 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).

Specie	6	7	10	12	13	Specie	6	7	10	12	13
DIATOMEAE											
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round 1990	x					Diatomee centriche n.i.		x	x		x
<i>Asteromphalus flabellatus</i> Ehrenberg 1844		x	x			<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	x				x
<i>Asterolampra marylandica</i> Ehrenberg 1844	x	x		x		<i>Haslea wawrikae</i> (Hustedt) Simonsen 1974		x	x	x	x
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve 1897				x		<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck 1882	x	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium elongatum</i> Cleve 1897			x	x		<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	x	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium furcatum</i> Shadbolt 1854	x					<i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wallich 1860	x	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder 1864	x				x	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	x	x	x	x	x
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendeby 1937	x					<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder 1864					x	<i>Navicula</i> sp.			x		
<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grunow 1882	x					<i>Nitzschia sicula</i> (Castracane) Husted	x		x	x	x
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder 1864	x				x	<i>Nitzschia</i> spp.	x		x		
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran 1897				x	x	<i>Pleurosigma</i> spp.					x

Tabella 14 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni P14 MG6, P14 MG7, P14 MG10, P14 MG12 e P14 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).

Chaetoceros costatus Pavillard 1911						Porosira/Stellarima sp.	x	x	x	x	x
Chaetoceros curviretus Cleve 1889	x					Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986	x	x	x	x	x
Chaetoceros dadayi Pavillard 1913	x	x	x	x		Pseudo-nitzschia cf. galaxiae N.Lundholm & Ø.Moestrup, 2002	x				x
Chaetoceros debilis Cleve 1894						Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden 1928	x	x	x	x	
Chaetoceros decipiens Cleve 1873	x	x	x	x	x	Pseudo-nitzschia fraudulenta (Cleve) Hasle 1993	x				x
Chaetoceros diversus Cleve 1873	x					Pseudo-nitzschia multistriata (Takano) Takano 1995				x	x
Chaetoceros eibonii Grunow 1882						Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima (Hasle) Hasle 1993	x	x	x	x	x
Chaetoceros laciniosus Schütt 1895						Pseudo-nitzschia sp. (delicatissima complex)					x
Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863	x	x				Pseudo-nitzschia subfraudulenta (Hasle) Hasle 1993	x				x
Chaetoceros neogracile S.L. Van Landingham 1968	x	x	x	x	x	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström 1986	x	x	x	x	x
Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856	x					Rhizosolenia acicularis B.G.Sundström 1986	x	x	x	x	x
Chaetoceros similis Cleve 1896						Rhizosolenia cf. clevei Ostenfeld 1902	x				x
Chaetoceros spp.	x	x	x	x	x	Rhizosolenia cf. hebetata J.W.Bailey, 1856			x	x	
Chaetoceros tenuissimus Meunier 1913	x					Rhizosolenia imbricata Brightwell 1858	x	x			x
Chaetoceros teres Cleve 1896	x					Rhizosolenia styliformis T.Brightwell 1858	x	x	x	x	x
Chaetoceros tetrastichon Cleve 1897	x	x	x	x		Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Hallegraef 1986	x	x	x	x	x
Chaetoceros wighamii Brightwell 1856	x					Thalassionema nitzschoides (Grunow) Mereschkowsky 1902	x	x	x	x	x
Coscinodiscus cf. marginatus Ehrenberg 1844	x					Thalassiosira rotula Meunier 1910					x
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	x	x	x			Thalassiosira spp.			x	x	x
Dactylosolen blavyanus (Peragallo) Hasle 1975											x
DINOFAGELLATI											
Alexandrium sp.					x	Neoceratium incisum (Karsten) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010	x				
Amphidinium cf. sphenoides Wulff 1916	x	x	x	x	x	Neoceratium karstenii (Pavillard) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010	x			x	
Amphidoma caudata Halldal 1953					x	Neoceratium longirostrum (Gourret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x
Ceratium limulus (Pouchet) Gourret 1883	x				x	Neoceratium macroceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010				x	x
Ceratocorys horrida Stein 1883					x	Neoceratium massiliense (Gourret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010	x	x			x
Cochlodinium cf. brandtii Wulff 1916					x	Neoceratium pentagonum (Gourret) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010					x
Cochlodinium cf. cereum Kofoid & Swezy 1921					x	Neoceratium pulchellum (Schröder) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010				x	x
Cochlodinium pulchellum Lebour 1917					x	Neoceratium setaceum (Jørgensen) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010	x				
Cochlodinium sp.					x	Neoceratium teres (Kofoid) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x
Corythodinium tessellatum (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III 1966	x	x			x	Neoceratium trichoceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x	x	x	x	x
Dinoflagellati tecati n.i.	x	x	x	x	x	Ornithocercus magnificus Stein 1883			x	x	x
Dinophysis acuta Ehrenberg 1839					x	Oxytoxum caudatum Schiller 1937			x	x	x
Dinophysis caudata Saville-Kent 1881					x	Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli 1885					x
Dinophysis fortii Pavillard 1923	x				x	Oxytoxum curvatum (Kofoid) Kofoid 1911					x
Dinophysis mitra (F.Schütt) T.H.Abé 1967					x	Oxytoxum laticeps Schiller, 1937			x	x	x
Dinophysis parva Schiller 1928	x	x	x	x	x	Oxytoxum longiceps Schiller			x		
Dinophysis tripos Gourret 1883					x	Oxytoxum mediterraneum Schiller			x		
Diplopsalis sp.	x	x	x	x		Oxytoxum milneri Murray & Whitting 1899	x	x			x
Goniodoma polyedricum (Pouchet) Jørgensen 1899	x	x	x	x	x	Oxytoxum punctulatum Rampi	x	x			x
Gonyaulax hyalina Ostenfeld & Schmidt 1901					x	Oxytoxum scolopax Stein 1883	x	x	x		x
Gonyaulax polygramma Stein 1883	x	x			x	Oxytoxum sphaeroideum Stein 1883					x
Gonyaulax scrippsaе Kofoid 1911					x	Oxytoxum strophalatum Dodge & Saunders 1985	x	x			x
Gonyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866	x	x	x			Oxytoxum variabile Schiller 1937	x	x	x	x	x
Gonyaulax sp.					x	Oxytoxum viride Schiller 1937	x	x	x	x	x
Gymnodiniaceae n.i.	x	x	x	x	x	Phalacroma rapa Jørgensen 1923					x
Gymnodinium elongatum Hope 1954	x	x	x	x	x	Phalacroma rotundatum (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911	x	x	x	x	x
Gyrodinium fusiforme Kofoid & Swezy 1921	x	x	x	x	x	Podolampas bipes Stein 1883					x
Gyrodinium spp.					x	Podolampas palmipes Stein 1883	x	x			x
Heterocapsa minima Pomroy 1989	x	x	x	x	x	Podolampas spinifer Okamura 1912	x	x			x
Heterocapsa niei (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	x	x	x	x	x	Pronoctiluca acuta (Lohmann) Schiller 1933	x	x	x	x	x
Heterocapsa rotundata (Lohmann) Hansen 1995	x	x	x	x	x	Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889	x				
Heterocapsa spp.	x	x	x	x	x	Pronoctiluca spinifera (Lohmann) Schiller 1932					x
Heterocapsa triquetra (Ehrenberg) F.Stein 1883	x					Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970	x				x
Histioneis depressa Schiller 1928	x					Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975	x	x	x		x
Histioneis robusta Rampi 1969					x	Prorocentrum gracile Schütt 1895	x	x	x	x	x
Karenia cf. papilionacea A.J.Haywood & K.A.Steidinger 2004	x	x			x	Prorocentrum lima (Ehrenberg) F.Stein 1878	x	x	x	x	x
Karenia sp.	x	x	x	x		Prorocentrum micans Ehrenberg 1833	x	x	x	x	x
Kofoidinium velleloides Pavillard 1928	x				x	Prorocentrum triestinum Schiller 1918	x	x	x		
Lingulodinium polyedrum (Stein) Dodge 1989					x	Protoceratium cf. areolatum Kofoid 1907	x				
Mesoporos adriaticus (Schiller) Lillick	x	x				Protoperidinium breve Paulsen 1907					x
Mesoporos perforatus (Gran) Lillick 1937	x	x	x	x	x	Protoperidinium cf. globulus (Stein) Balech 1974	x	x	x	x	x
Micracanthodinium bacilliferum (Schiller) Deflandre 1937					x	Protoperidinium crassipes (Kofoid) Balech 1974	x	x			x
Minuscula bipes (Paulsen) Lebour 1925	x				x	Protoperidinium depressum Bailey 1854	x	x	x		
Neoceratium candelabrum (Ehrenberg) F.Gómez, D.Moreira & P.López-Garcia 2010	x				x	Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech, 1974	x	x	x	x	x
Neoceratium carnegiei (Graham & Bronikowsky) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010					x	Protoperidinium leonis (Pavillard) Balech 1974					x
Neoceratium concilians (Jørgensen) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x	Protoperidinium ovum (Schiller) Balech 1974	x				
Neoceratium declinatum (Karsten) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x	x				Protoperidinium pellucidum Bergh ex Loeblich Jr. & Loeblich III 1881					x

Tabella 14 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni P14 MG6, P14 MG7, P14 MG10, P14 MG12 e P14 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).													
Neoceratium eucaratum (Jørgensen) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x		Protoperidinium steinii (Jørgensen) Balech 1974		x	x	x	x	x
Neoceratium extensum (Gourret) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010					x		Protoperidinium tuba (Schiller) Balech 1974		x			x	x
Neoceratium furca (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x	x	x	x	x		Pyrocystis lunula (J.Schütt) J.Schütt 1896			x	x		x
Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x	x	x	x	x		Scrippsiella trochoidea (Stein) Balech ex Loeblich III 1965		x	x	x	x	x
Neoceratium hexacantum (Gourret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010					x	x	Torodinium robustum Kofoid & Swezy 1921		x	x		x	x
PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI													
Acanthoica quattropsina Lohmann 1903	x	x	x	x			Helicosphaera carterii (Wallich) Kamptner 1954		x	x	x	x	x
Alisphaera ordinata (Kamptner) Heimdal 1973					x		Helladosphaera cornifera (Schiller) Kamptner 1937		x		x	x	x
Anacanthoica acanthos (Schiller) Deflandre 1952	x	x	x	x	x		Periphylophora mirabilis (Schiller) Kamptner 1937					x	
Anthosphaera fragaria Kamptner 1937						x	Pontosphaera syracusana Lohmann 1902			x			
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	x					x	Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman 1898		x	x	x	x	x
Calciosolenia brasiliensis (Lohmann) Young 2003	x	x	x	x	x		Scyphosphaera apsteinii Lohmann 1902		x		x		
Calyptosphaera oblonga Lohmann 1902	x	x	x	x	x		Sphaerocalypta quadridentata (Schiller) Deflandre 1952		x	x	x	x	x
Calyptosphaera sp.						x	Syracosphaera cf. molischii Schiller 1925			x			
Corisphaera gracilis Kamptner 1937					x		Syracosphaera histrica Kamptner 1941			x	x	x	x
Coronosphaera binodata (Kamptner) Gaarder 1977	x	x				x	Syracosphaera nodosa Kamptner 1941		x	x			
Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder 1977	x		x	x	x		Syracosphaera prolongata Gran ex Lohmann 1913		x				
Cyrtosphaera aculeata (Kamptner) Kleijne 1992	x	x	x	x	x		Syracosphaera pulchra Lohmann 1902		x	x	x	x	x
Daktylethra pirus (Kamptner) R.E.Norris 1985	x	x	x	x	x		Zigosphaera hellenica Kamptner 1937			x	x	x	x
Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld, 1900					x	x							
DICTYOCOPHYCEAE													
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839	x	x	x	x	x	x							
EUGLENOIDEAE													
Eutreptia viridis Perty 1852					x		Eutreptiella marina da Cunha 1914			x		x	x
Eutreptiella gymnastica Thronsen 1969					x	x	Euglenoidea n.i.					x	x
CHLOROPHYCEAE													
Desmodesmus communis (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald					x								
PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI													
Phaeocystis sp. (forma coloniale)	x	x	x	x	x	x							

5.1.3.2 Zooplancton

Oloplancton

Il numero più elevato di individui (976,93 individui m⁻³) è stato registrato nei campioni prelevati tra 0 e 50 m di profondità. Seguono, Tuttavia, la specie dominante di questo survey (P14) è il Centropagidae *Centropages typicus* che costituisce il 32,23% del popolamento rinvenuto nei campioni orizzontali; anche nelle pescate verticali questa specie costituisce oltre un quinto dei copepodi rinvenuti. Da segnalare, inoltre, il Corycaidae *Farranula rostrata* (seconda specie dominante) rinvenuto unicamente nelle pescate orizzontali dove costituisce il 14,5% del campione. Esso risulta assente nelle stazioni profonde. Complessivamente, le quattro specie sopracitate rappresentano da sole il 60,08%, il 48,67% e il 43,21% rispettivamente del campione orizzontale, del campione prelevato tra 0 e 50 m e di quello tra 50 m e il fondo. Da segnalare infine, che anche nel campione primaverile è stato rinvenuto il copepode Harpacticoide Miracidae *Distiocolus minor* nuova segnalazione per le acque del Tirreno settentrionale e del Mar Ligure.

Tabella 15 – 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
Famiglia Acartiidae				<i>Lucicutiagause</i>			*	<i>Oithona</i> spp.	*	*	*
<i>Acartia danae</i>	*	*		Famiglia Mecynoceridae				Famiglia Oncaeidae			
<i>Acartia longiremis</i>	*	*		<i>Mecynocera clausi</i>	*	*	*	<i>Oncaea curta</i>	*		*
<i>Acartia negligens</i>	*	*	*	Famiglia Metridinidae				<i>Oncaea media</i>	*	*	*
<i>Acartia</i> spp.	*	*		<i>Pleuromamma abdominalis</i>			*	<i>Oncaea mediterranea</i>	*	*	*
Famiglia Aetideidae				<i>Pleuromamma borealis</i>			*	<i>Oncaea scottodicarloi</i>	*	*	*
<i>Aetideopsis armata</i>			*	<i>Pleuromamma gracilis</i>	*	*	*	<i>Oncaea venusta</i>	*	*	*
<i>Euchirella rostrata</i>			*	<i>Pleuromamma piseki</i>			*	<i>Oncaea</i> spp.	*	*	*
Famiglia Augaptilidae				<i>Pleuromamma robusta</i>			*	Famiglia Ozmanidae			
<i>Haloptilus longicornis</i>			*	Famiglia Paracalanidae				<i>Pachospunctatum</i>		*	
Famiglia Calanidae				<i>Calocalanus contractus</i>	*	*	*	Famiglia Sapphirinidae			
<i>Calanus helgolandicus</i>	*		*	<i>Calocalanus pavo</i>	*	*	*	<i>Copilia quadrata</i>	*	*	*
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	*		*	<i>Calocalanus styliremis</i>	*	*	*	<i>Sapphirina auronitens</i>	*	*	
<i>Nannocalanus minor</i>	*	*	*	<i>Calocalanus</i> spp.	*	*	*	<i>Sapphirina iris</i>	*	*	
<i>Neocalanus gracilis</i>	*	*	*	<i>Paracalanus parvus</i>	*	*	*	<i>Sapphirina ovato lanceolata</i>	*	*	*
Famiglia Candaciidae				<i>Paracalanus</i> spp.	*	*	*	<i>Sapphirina sali</i>	*	*	
<i>Candacia aethiopica</i>	*			Famiglia Pontellidae				<i>Sapphirina</i> sp.	*	*	*

Tabella 15 – 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.

<i>Candacia armata</i>	*	*	*	<i>Pontella mediterranea</i>	*	*	Famiglia Clytemnestridae			
<i>Candacia bispinosa</i>				<i>Pontellopsis regalis</i>	*		<i>Clytemnestra rostrata</i>	*	*	*
<i>Candacia giesbrechti</i>	*	*	*	Famiglia Scolecitrichidae			<i>Clytemnestras cutellata</i>	*	*	*
<i>Paracandacia simplex</i>	*	*	*	<i>Scolecithricella abyssalis</i>		*	Famiglia Ectinosomatidae			
<i>Candacia</i> spp. juv.	*	*	*	<i>Scolecithricella dentata</i>			<i>Microsetella norvegica</i>			*
Famiglia Centropagidae				<i>Scolecithrix danae</i>	*	*	<i>Microsetella rosea</i>	*	*	
<i>Centropages typicus</i>	*	*	*	<i>Scaphocalanus invalidus</i>		*	Famiglia Miracidae			
<i>Centropages violaceus</i>	*	*		Famiglia Temoridae			<i>Distiocolus minor</i>	*		*
Famiglia Clausocalanidae				<i>Temora stylifera</i>	*	*	<i>Macrosetella gracilis</i>	*		*
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	*	*	*	Famiglia Corycaeidae			Famiglia Euterpinidae			
<i>Clausocalanus furcatus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus brehmi</i>	*	*	<i>Euterpina acutifrons</i>			*
<i>Clausocalanus jobei</i>	*	*	*	<i>Corycaeus flaccus</i>	*	*	Famiglia Pennellidae			
<i>Clausocalanus lividus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus furcifer</i>	*	*	<i>Pennella</i> sp.	*		
<i>Clausocalanus mastigophorus</i>		*		<i>Corycaeus limbatus</i>	*					
<i>Clausocalanus spaululus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	*	*				
<i>Clausocalanus pergens</i>	*	*	*	<i>Corycaeus ovalis</i>	*	*				
<i>Clausocalanus</i> spp.	*	*	*	<i>Corycaeus typicus</i>	*	*				
Famiglia Eucalanidae				<i>Corycaeus</i> spp.	*	*				
<i>Eucalanus elongatus</i>			*	<i>Farranula rostrata</i>	*	*				
<i>Rhincalanus nasutus</i>	*			Famiglia Lubbockiidae						
Famiglia Euchaetidae				<i>Lubbockia aculeata</i>						
<i>Euchaeta acuta</i>			*	Famiglia Oithonidae						
<i>Euchaeta marina</i>	*	*	*	<i>Oithona decipiens</i>	*	*				
<i>Euchaeta spinosa</i>			*	<i>Oithona longispina</i>						
<i>Paraeuchaeta hebes</i>			*	<i>Oithona nana</i>	*	*				
<i>Paraeuchaeta sarsi</i>		*	*	<i>Oithona plumifera</i>	*	*				
<i>Paraeuchaeta</i> sp.			*	<i>Oithona similis</i>	*	*				
Famiglia Lucicutiidae				<i>Oithona setigera</i>	*					
<i>Lucicutia flavicornis</i>		*	*	<i>Oithona tenuis</i>		*				

Tabella 16 - 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)	P14 MG6	P14 MG7	P14 MG10	P14 MG12	P14 MG13
OR	49	55	42,5	62	58
50-0	44	21,5	8,5	13	36,5
100-50	6	5	12	9	6

Meroplancton

Nel survey P14 (Tabella 17) sono stati determinati complessivamente 46 *taxa* di crostacei decapodi, tra i quali 17 *singleton*, ovvero presenti con un solo esemplare e osservati solo nel campione *in toto*. 28 *taxa* sono stati pescati esclusivamente nelle stazioni orizzontali, 2 specie sono esclusive delle stazioni verticali (0m - 50m), 6 specie sono presenti nei soli campioni profondi (100m - 50m). Solo 3 specie compaiono in tutte le profondità investigate.

Questa caratteristica suddivisione conferma la distribuzione superficiale dei crostacei decapodi che, durante la notte, migrano verso le fasce superficiali della colonna d'acqua dove tende a concentrarsi oltre il 60% dei *taxa*. *Alpheus glaber*, *Sergestes vigilax* e *Pilumnus* sp. risultano, in termini quantitativi, i *taxa* maggiormente rappresentati nelle stazioni superficiali, mentre *Anapagurus aculeatus* è la specie quantitativamente dominante nella porzione profonda della colonna d'acqua (100m - 50m).

Gli Echinodermi sono presenti con le fasi larvali appartenenti a Echinopluteus, Ofiopluteus, larve auricularie, brachiolarie e doliolarie.

Le larve degli Echinodermi, a differenza dei Crostacei Decapodi, prediligono le fasce profonde della colonna d'acqua. Le specie dominanti sono gli Ofiuroidei *Ophiura albida* e *Ophiotrix fragilis*, la prima concentrata soprattutto nella fascia intermedia 0m-50m, la seconda omogeneamente distribuita tra 0m-50m e 100m-50m. Tra le specie dominanti si annovera l'Echinoide Irregolare *Brissopsis lyrifera*.

Infine si segnala la presenza di fasi giovanili, riconoscibili per il caratteristico avvolgimento sinistrorso, del gasteropode *Monophorus* sp. appartenente alla famiglia Triphoridae. Gli individui raccolti sono stati pescati in tutte le profondità indagate.

Ittioplancton

Nel complesso sono stati raccolti 25 *taxa* (Tabella 18) tutti prevalentemente concentrati nei retinaggi orizzontali. Solo *Engraulis encrasicolus* è presente, sebbene con un numero esiguo di esemplari, anche nel campione profondo. Il 52% dei *taxa* consta di un solo individuo (*singleton*) ed è stato raccolto nel solo campione osservato *in toto*.

La famiglia Sparidae è la più rappresentata; annovera 6 *taxa*, tutti rinvenuti nei campioni superficiali tra i quali *Diplodus sargus* è la specie dominante.

La fase larvale di *Engraulis encrasicolus* risulta scarsamente rappresentata. Il significativo contingente di uova appartenente a questa specie indica il verificarsi di un picco riproduttivo che tipicamente si osserva nel Mar Ligure durante il periodo primaverile.

Tabella 17 – 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						MALACOSTRACA						<i>Jaxea nocturna</i> **															
<i>Efira</i> ind.						*	*	*	<i>Cirripedialarvae</i> ind.						*	*	*	<i>Ilia nucleus</i> **									
<i>Euphysa aurata</i>								*	Decapoda						<i>Liocarcinus</i> sp.						*						
MOLLUSCA						<i>Alpheus glaber</i>						*	<i>Lysmata seticaudata</i>						*								
<i>Gastropodalarvae</i> ind.						*	*	*	<i>Alpheus macrocheles</i>						*	<i>Maja crispata</i> **											
<i>Monophorus</i> sp.						*		*	<i>Anapagurus breviculeatus</i>							<i>Maja</i> sp.**											
<i>Bivalvialarvae</i> ind.						*	*	*	<i>Anapagurus chirocanthus</i> **							<i>Palaemon</i> sp.						*					
POLYCHAETA						<i>Anapagurus laevis</i>							<i>Palinurus sephas</i>						*		*						
<i>Chaetopterus variopedatus</i>						*			<i>Anapagurus</i> sp.**							<i>Planes minutus</i>							*				
<i>Phyllococidae</i> ind.								*	<i>Anemathia rissoana</i> **							<i>Philocheras bispinosus</i>						*					
<i>Polynoidae</i> larvae ind.								*	<i>Athanas nitescens</i> **							<i>Pilumnus hirtellus</i>						*					
<i>Scolecipis foliosa</i>								*	<i>Athelecyclus royundatus</i> **							<i>Pilumnus</i> sp.						*					
<i>Spionidae</i> ind.								*	<i>Calappa granulata</i>						*	<i>Primela denticulata</i> **											
<i>Polychaetalarvae</i> ind.						*		*	<i>Callianassa truncata</i>						*	<i>Processa canaliculata</i>						*	*	*			
ECHINODERMATA						<i>Clybanarius erithropus</i>						*	<i>Processa edulisedulis</i>						*	*	*						
<i>Amphiura filiformis</i>								*	<i>Crangon crangon</i> **							<i>Processa modica carolii</i> **											
<i>Brissoopsis lyrifera</i>							*	*	<i>Ebalia tuberosa</i>						*	<i>Processa nouvelinouveli</i>							*	*			
<i>Echinocardium</i> sp.						*	*	*	<i>Ebalia</i> sp.**							<i>Sergestes vigilax</i>						*		*			
<i>Ophiactis</i> sp.							*		<i>Eriphia verrucosa</i>						*	<i>Sergia robusta</i>						*		*			
<i>Ophiura albida</i>							*	*	<i>Eualus</i> sp.**							<i>Sirpus zariquelyi</i> **											
<i>Ophiura</i> sp.								*	<i>Eusergestes arcticus</i>						*	*		<i>Solenocera membranacea</i>							*		
<i>Ophiotrix fragilis</i>							*	*	<i>Galathea</i> sp.						*	<i>Stenopus spinosus</i> **											
<i>Auricularialarvae</i> ind.							*		<i>Gennadaselegans</i>						*	<i>Xantho</i> sp.**											
<i>Bipinnarialarvae</i> ind.						*	*	*	<i>Goneplax rhomboides</i>						*	<i>Brachyura megalopaind.</i>						*					
<i>Doliolarialarvae</i> ind.						*	*	*	<i>Herbstia condyliata</i>						*	Stomatopoda											
NEMERTEA												<i>Squillamantis</i>						*									
<i>Pilidium</i> larvae ind.							*								<i>Jaxea nocturna</i> **												

Tabella 18 – 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				O.le	50-0	100-50				O.le	50-0	100-50						
BLENNIDAE						GONOSTOMATIDAE						SPARIDAE											
<i>Blennidae</i> ind.**						<i>Cyclothone braueri</i>						*	<i>Boops boops</i> **										
BOTHIDAE						<i>Gonostoma denudatum</i>						*	<i>Diplodus puntazzo</i> **										
<i>Arnoglossus rueppellii</i> **						MYCTOPHIDAE						<i>Diplodus sargus</i>						*					
CLUPEIDAE						<i>Benthoosema glaciale</i> **						<i>Diplodus</i> sp.						*					
<i>Sardina pilchardus</i>						<i>Myclophum punctatum</i> **						<i>Lithognathus mormyrus</i>						*					
<i>Sprattus sprattus</i>						SCOMBRIDAE						<i>Pagrus pagrus</i> **						*					
<i>Clupeidae</i> larvae juv. ind.						*		*	<i>Sarda sarda</i>						*	<i>Sparidae</i> larvae juv. ind.						*	
ENGRAULIDAE						SCORPAENIDAE						STERNOPTYCHIDAE											
<i>Engraulis encrasicolus</i>						*	*	*	<i>Scorpaena</i> sp.**						<i>Maurollicus muelleri</i>						*		
GADIDAE						SERRANIDAE						TRIGLIDAE											
<i>Trisopterus minutus</i>						*	*		<i>Serranus cabrilla</i>						*	<i>Lepidotrigla cavillone</i> **							
<i>Gadiculus argenteus</i>									<i>Serranus hepatus</i> **						<i>Larvae</i> ind.								
<i>Gadiculus argenteus</i> **									SPHYRENIDAE						<i>Uova Engraulis encrasicolus</i>						*	*	*
GOBIIDAE						<i>Sphyrena</i> sp.**						<i>Uova</i> ind.						*	*	*			
<i>Gobius niger</i> **															SPARIDAE								
<i>Gobius</i> sp.						*									<i>Boops boops</i> **								

5.2 BIOTA

5.2.1 Macrozoobenthos

Lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 4928 individui appartenenti a 193 specie (Tabella 19) comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi, echinodermi, nemertini.

Tabella 19 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna primaverile del 2014.

Crustacea	Echinodermi	
<i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843
<i>Ampelisca</i> cf. <i>pseudospinimana</i> Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	<i>Harmothoe antilopes</i> Mc Intosh, 1876
<i>Ampelisca</i> cf. <i>ledoyeri</i> Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	<i>Amphiura filiformis</i> (O. F. Müller, 1776)	<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)

Tabella 19 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna primaverile del 2014.

<i>Ampelisca</i> sp.	<i>Labidoplax digitata</i> (Montagu, 1815)	<i>Heteromastus filiformis</i> Eisig, 1887
<i>Anapagurus</i> sp.	<i>Ophiura albida</i> juv. Forbes, 1839	<i>Heterospio mediterranea</i> Laubier, Picard & Ramos, 1972
<i>Anthura gracilis</i> (Montagu, 1808)	Ophiuroidea juv ind.	<i>Hyalinoecia tubicola</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Callianassa</i> sp.	<i>Phyllophorus urna</i> Grube, 1840	<i>Hydroidea elegans</i> (Hanswell, 1883)
<i>Campylaspis glabra</i> Sars, 1879	<i>Pseudothyone sculponea</i> Cherbonnier, 1958	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)
<i>Campylaspis macrophthalma</i> Sars, 1879	<i>Thyone fusus</i> (O. F. Müller, 1788)	<i>Laonice cirrata</i> L. Sars, 1851
<i>Carangoliopsis spinulosa</i> Ledoyer, 1970	<i>Trachythyone tergestina</i> (M. Sars, 1857)	<i>Laonome salmacidis</i> Claparède, 1869
<i>Cerapopsis longipes</i> Della Valle, 1893	Molluschi	<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)
<i>Cirolana borealis</i> Lilljeborg, 1852	<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin and Milne-Edwards, 1834
<i>Corophium rotundirostre</i> Stephensen, 1915	<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg, 1891)	<i>Magelona allenii</i> Wilson 1958
<i>Desmosoma</i> sp.	<i>Bathyarca pectunculoides</i> (Scacchi, 1834)	<i>Maldane glebiflex</i> Grube, 1860
<i>Eudorella nana</i> Sars, 1879	<i>Cardiomya costellata</i> (Deshayes, 1835)	<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865
<i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890	<i>Cuspidaria cuspidata</i> (Olivi, 1792)	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
<i>Eusirus longipes</i> Boeck, 1861	<i>Cuspidaria rostrata</i> (Spengler, 1793)	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870
<i>Galathea</i> sp.	<i>Falcidiens gutturosus</i> (Kowalevsky, 1901)	<i>Micronephyts sphaerocirrata</i> (Wesenberg-Lund, 1949)
<i>Gammaropsis</i> sp.	<i>Hyalia vitrea</i> (Montagu, 1803)	<i>Minuspio cirrifer</i> Wiren, 1883
<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	<i>Kurtiella (Mysella) bidentata</i> Montagu, (1803)	<i>Monticellina dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959)
<i>Gnathia maxillaris</i> (Montagu, 1804)	<i>Mendicula ferruginosa</i> (Forbes, 1844)	<i>Myriochele oculata</i> Spencer, 1975
<i>Gnathia oxyuraea</i> (Lilljeborg, 1855)	<i>Modiolula faseolina</i> (Philippi, 1844)	<i>Nematonereis unicomis</i> (Schmarda, 1861)
<i>Goneplax rhomboides</i> (Pennant, 1777)	<i>Myrtea spinifera</i> juv. (Montagu, 1803)	<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818
<i>Halice abyssii</i> Boeck, 1871	<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)	<i>Nereiphylla castanea</i> (Marenzeller, 1879)
<i>Halice walkeri</i> (Ledoyer, 1973)	<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930	<i>Nothria conchylega</i> (Sars, 1835)
<i>Haploops dellavallei</i> Chevreux, 1900	<i>Nucula sulcata</i> Bronn, 1831	<i>Notomastus aberans</i> Day, 1963
<i>Haploops nirae</i> Kaim Malka, 1976	<i>Pandora pinna</i> (Montagu, 1803)	<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851
<i>Harpinia antennaria</i> Meinert, 1890	<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)	<i>Panthalis oerstedii</i> Kinberg, 1855
<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1759)	<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913
<i>Harpinia dellavallei</i> Chevreux, 1910	<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)
<i>Harpinia pectinata</i> G.O. Sars, 1891	<i>Poromya granulata</i> (Nyst & Westendorp, 1839)	<i>Pectinaria auricoma</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Hippomedon bidentatus</i> Chevreux, 1903	<i>Saccella commutata</i> (Philippi, 1844)	<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)
<i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965	<i>Tellina balaustina</i> Linnaeus, 1758	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)
<i>Iphimedia minuta</i> G.O. Sars, 1882	<i>Thracia corbuloides</i> Deshayes, 1830	<i>Phyllodoce</i> sp.
<i>Leptocheirus mariae</i> G. Karaman, 1973	<i>Thyasira alleni</i> Carozza, 1981	<i>Pilargis verrucosa</i> Saint-Joseph, 1899
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	<i>Thyasira biplicata</i> (Philippi, 1836)	<i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i> Sars, 1871	<i>Thyasira granulosa</i> (Monterosato, 1874)	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
<i>Leucon mediterraneus</i> Sars, 1879	<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	<i>Poecilochaetus fauchaldi</i> Pilato & Cantone, 1976
<i>Leucon</i> sp. 2	<i>Vitreolina philippii</i> (Rayneval & Ponzi, 1854)	<i>Polycirrus medusa</i> Grube, 1850
<i>Leucothoe oboa</i> G. Karaman, 1971	Policheti	<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)
<i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906	<i>Amage adspersa</i> (Grube, 1863)	<i>Prionospio caspersi</i> Laubier, 1962
<i>Lysianassa</i> sp.	<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	<i>Prionospio fallax</i> Söderström, 1920
<i>Lysianassina longicornis</i> (Lucas, 1849)	<i>Amplicteis midas</i> (Gosse, 1855)	<i>Prionospio sp.</i>
<i>Maera grossimana</i> (Montagu, 1808)	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i> Mc Intosh, 1879	<i>Pseudopolydora</i> sp.
<i>Medicorophium rotundirostre</i> (Stephensen, 1915)	<i>Aphelochaeta marioni</i> (de Saint Joseph, 1894)	<i>Sabellides octocirrata</i> (M. Sars, 1835)
<i>Metaphoxus simplex</i> (Bate, 1857)	<i>Apomatus similis</i> Philippi, 1844	<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843
<i>Monodaes couchii</i> (Couch, 1851)	<i>Aponuphis bilineata</i> (Baird, 1870)	<i>Scolecopsis cantabra</i> (Rjoia, 1918)
<i>Nymphon gracile</i> Leach, 1814	<i>Aricidea f. mediterranea</i> Laubier & Ramos, 1974	<i>Scolecopsis</i> sp.
<i>Orchomene grimaldii</i> Chevreux, 1890	<i>Armandia</i> sp.	<i>Scoletoma emandibulata mabiti</i> (Ramos, 1976)
<i>Orchomene massiliensis</i> Ledoyer, 1977	<i>Branchiomma bombyx</i> (Dalyell, 1853)	<i>Scoletoma tetraura</i> (Schmarda, 1861)
<i>Perrierella audouiniana</i> (Bate, 1857)	<i>Capitomastus minimus</i> (Langerhans, 1880)	<i>Scoloplos armiger</i> (Müller, 1776)
<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	<i>Sphaerodoron flavum</i> Örsted, 1845
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	<i>Chirimia biceps</i> (M. Sars, 1861)	<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870
<i>Processa</i> sp.	<i>Chloea venusta</i> Quatrefages, 1865	<i>Spio filicornis</i> (O.F. Müller, 1766)
<i>Pseudocuma</i> sp.	<i>Chone</i> sp.	<i>Spio multioculata</i> (Rjoia, 1918)
<i>Scalpellum scalpellum</i> (Linnaeus 1767)	<i>Chrysopetalum debile</i> (Grube, 1855)	<i>Spio</i> sp.
<i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)	<i>Cossura soyeri</i> Laubier, 1962	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)
<i>Stenothoe</i> sp.	<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren, 1867)	<i>Sternaspis scutata</i> (Renier 1807)
<i>Tuberapseudes echinatus</i> (G.O. Sars, 1882)	<i>Dorvillea (Schistomeringos) rudolphii</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)
<i>Urothoe</i> sp.	<i>Eteone</i> sp.	<i>Tachytrypane jeffreysii</i> McIntosh, 1878
<i>Westwoodilla rectirostris</i> (Delle Valle, 1892)	<i>Euclumene oerstedii</i> (Claparède, 1863)	<i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835
<i>Zenobiana prismatica</i> (Risso, 1826)	<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	Nemertea ind.
Sipunculidi	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	

Tabella 19 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna primaverile del 2014.

<i>Aspidosifon muelleri</i> Diesing, 1851	<i>Exogone verugera</i> (Claparède, 1868)
<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris</i> (Blainville, 1827)	<i>Glyceria alba</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Golfingia elongata</i> (Keferstein, 1863)	<i>Glyceria tessellata</i> Grube, 1863
<i>Onchnesoma s. steenstrupii</i> Koren & Danielssen, 1875	<i>Glyceria tridactyla</i> Schmarida, 1861

La classe dei policheti risulta essere il gruppo dominante che con 3923 individui costituisce l'80% dell'abbondanza totale. I crostacei, secondi unicamente ai policheti, rappresentano solo il 12% 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 18).

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 (47%). Circa un terzo del panorama faunistico è fornito dai crostacei (30%) seguiti dai molluschi che rappresentano il 15% delle specie totali.

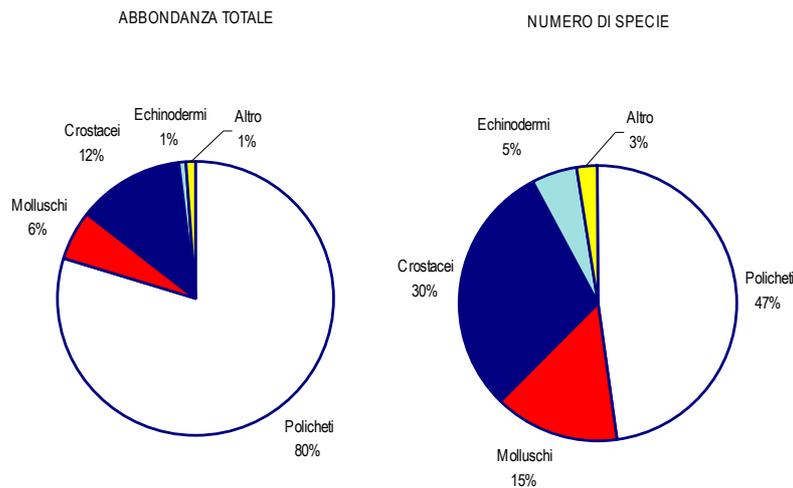


Figura 18 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro= nematodi, sipunculidi.

Ai policheti appartengono le specie rinvenute col maggior numero di individui, tra le quali *Levinsenia gracilis*, la più abbondante costituisce da sola, il 23% dell'abbondanza totale (Figura 19). Ad essa segue *Nothria conchylega* (19% dell'abbondanza totale), una specie misticola che preferisce fondali infangati. Le restanti specie a partire da *Ampharete acutifrons*, rappresentano una modestissima percentuale dell'abbondanza totale sempre inferiore al 3,5%. Come emerso anche dalle campagne precedenti i dati suggeriscono 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 173 specie (ossia 90% del totale) contribuiscono per meno dell'1% all'abbondanza totale.

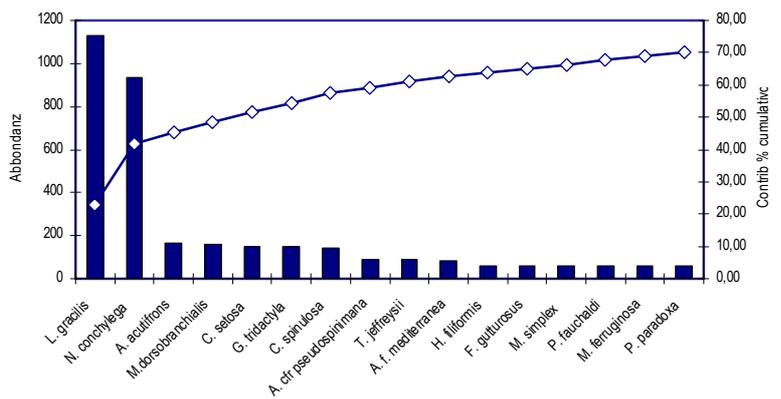


Figura 19 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.

Inoltre, oltre il 20% delle specie sono presenti con un unico individuo.

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 33,5% e 70%.

Il valore massimo è stato osservato nella stazione P14 MG14 quello minimo in P14 MG10.

Queste due specie presentano abbondanze confrontabili tra loro come nelle stazioni P14 MG2, P14 MG7, P14 MG9, P14 MG10, P14 MG13, sono, al contrario, molto diverse, nelle stazioni P14 MG11, P14 MG12, P14 MG14.

Dall'analisi dei dati di abbondanza le stazioni esibiscono tra loro valori di similarità che oscillano tra il 40% e il 60%.

Nel piano di ordinamento ottenuto tramite non-Metric Multidimensional Scaling (n-MDS) basato sui valori di abbondanza le stazioni risultano disperse senza formare cluster riconducibili alla loro reale distribuzione spaziale.

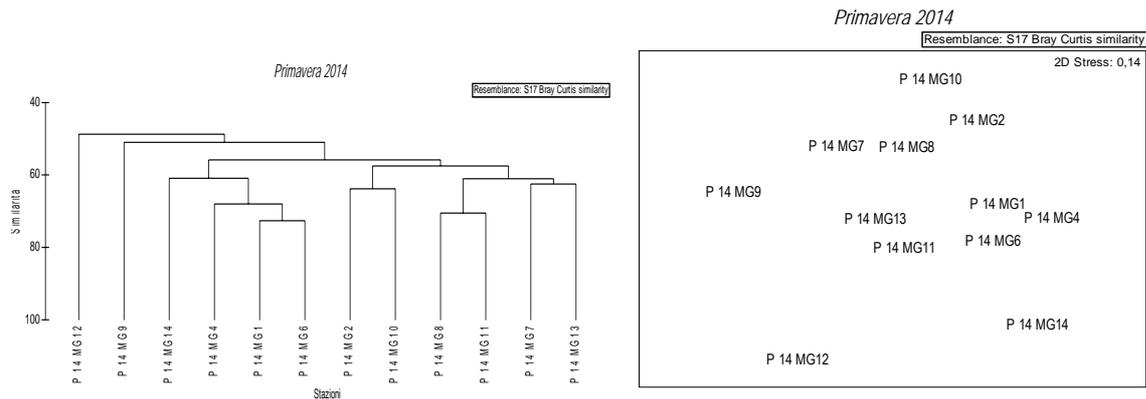


Figura 20 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. Le analisi sono state effettuate senza aver trasformato i dati. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

La stazione P14 MG9, in particolare, risulta separata dalle altre ed occupa la parte alta e sinistra del plot. Anche la stazione P14 MG12 risulta separata dalle altre e localizzata nella parte bassa del plot. Tale ordinamento è in accordo alla cluster analysis sulla base della quale si evince una bassa percentuale di similarità di queste stazioni con le altre.

Dall'analisi macroscopica dei campioni è emerso che la tipologia di biodeposito presente variava 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 P14 MG9, in particolare, è caratterizzata da una elevata percentuale di biodeposito conchifero che in tutte le repliche rappresenta la quasi totalità del campione. Tale biodeposito è costituito in gran parte da briozoi non rivenuti così cospicui in alcun'altra stazione. Nella stazione P14 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 e ghiaia. In altre stazioni il sedimento risulta maggiormente eterogeneo per la contemporanea presenza di sabbia, fibre vegetali e biodeposito.

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

Per quanto riguarda P14 MG9 poco simile alle altre, occorre mettere in evidenza che alcune specie come *Chetozone setosa*, *Harpinia crenulata*, *Paralacydonia paradoxa* diffuse nel panorama faunistico risultano pressoché assenti in questa stazione. *Tachytrypae jeffreysi*, in particolare abbondante nel complesso, 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 20 infatti, si evince che sia S sia N subiscono un brusco calo proprio in corrispondenza di P14 MG9. Parallelamente, in questa stazione si verifica un calo di ricchezza specifica.

Anche la stazione P14 MG12 risulta più povera e meno strutturata rispetto alle altre. Anche in questo caso, infatti, molte specie diffusamente presenti sono scarsamente rappresentate in questa stazione. In particolare *Levinsenia gracilis* presenta abbondanze molto inferiori rispetto alle altre stazioni. La stazione con il popolamento meno strutturato risulta essere la P14 MG14, stazione caratterizzata dalla dominanza di *Levinsenia gracilis* che rappresenta quasi il 70% del popolamento. Tutti i parametri strutturali mostrano in questa stazione il valore più basso dell'intera indagine. Complessivamente, l'area studiata ospita un popolamento con modesti valori di diversità specifica. Questo dato è 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 20 - 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	H'(log2)	d	J'
P 14 MG1	36,75 \pm 5,25	137,25 \pm 18,12	4,02 \pm 0,10	7,26 \pm 0,94	0,77 \pm 0,01
P 14 MG2	36,75 \pm 14,17	118,00 \pm 38,50	4,29 \pm 0,72	7,43 \pm 2,48	0,84 \pm 0,06
P 14 MG4	29,5 \pm 4,73	134,5 \pm 31,47	3,45 \pm 0,37	5,83 \pm 0,82	0,71 \pm 0,07
P 14 MG6	35 \pm 5,94	132,75 \pm 43,29	3,82 \pm 0,54	7,00 \pm 1,02	0,75 \pm 0,09
P 14 MG7	38 \pm 3,83	99,5 \pm 23,69	4,58 \pm 0,10	8,07 \pm 0,41	0,87 \pm 0,01
P 14 MG8	31,25 \pm 4,57	96,75 \pm 7,18	4,03 \pm 0,61	6,63 \pm 1,07	0,81 \pm 0,10
P 14 MG9	19,25 \pm 6,40	52,25 \pm 23,46	3,37 \pm 0,50	4,61 \pm 1,09	0,80 \pm 0,04
P 14 MG10	36,5 \pm 5,26	135,25 \pm 46,21	4,28 \pm 0,29	7,32 \pm 0,81	0,83 \pm 0,04
P 14 MG11	30,5 \pm 9,29	90,5 \pm 31,04	3,90 \pm 0,54	6,54 \pm 1,63	0,80 \pm 0,07
P 14 MG12	26,75 \pm 5,38	61 \pm 30,99	3,85 \pm 0,23	6,35 \pm 0,59	0,82 \pm 0,08
P 14 MG13	29,5 \pm 4,43	95 \pm 16,59	3,99 \pm 0,26	6,29 \pm 1,01	0,82 \pm 0,04
P 14 MG14	17,25 \pm 3,59	79,25 \pm 26,20	2,65 \pm 0,51	3,72 \pm 0,58	0,65 \pm 0,09

5.2.2 Bioaccumulo

Metalli

I risultati della ricerca dei metalli in *M. gallorprovincialis* sono riportati nella Tabella 21.

Le concentrazioni di Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo e Zinco sono analoghe in tutte le stazioni. Lo stesso andamento si verifica per Vanadio con un picco nella stazione di Bianco, di valore assoluto molto modesto.

Relativamente a Ferro, Manganese e Rame si osserva che la concentrazione maggiore è quella degli organismi al Tempo zero.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Arsenico	1,13	1,43	1,62	1,26	1,19	1,31
Bario	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20
Cadmio	0,163	0,361	0,404	0,290	0,265	0,272
Rame	10,01	3,65	4,10	6,79	6,56	4,92
Cromo	1,85	1,51	1,38	1,53	1,61	1,39
Ferro	242,82	97,50	35,26	53,33	82,42	62,67
Nichel	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20
Manganese	13,61	4,91	3,03	4,85	4,74	5,50
Piombo	1,19	0,38	0,65	1,11	1,33	0,71
Vanadio	1,23	1,36	1,95	1,51	1,91	5,46
Zinco	113,79	122,03	131,57	123,73	117,62	138,19
Mercurio	0,0848	0,0819	0,0889	0,0747	0,0698	0,0806

Idrocarburi totali

Nella Tabella 22 sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli idrocarburi (C<12 e C>12).

Questi composti sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità del metodo.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Idrocarburi C<12 (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Idrocarburi C>12 (mg/kg)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

IPA ed composti organo stannici

Dalla Tabella 23 si osserva una sostanziale assenza di contaminazione da IPA e composti organo stannici. I tenori di Benzo (a) antracene, Benzo (a) pirene, Crisene e Naftalene sono estremamente bassi. Si rileva la presenza di fenantrene nella stazione B (posizione 2).

Tabella 23 - Concentrazione degli IPA e dei composti organostannici presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in mg/kg, salvo ove indicato.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Acenaftene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenafilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (a) antracene	0,26	0,096	0,2	0,18	0,16	0,17
Benzo (a) pirene	0,026	0,032	0,031	0,016	0,023	0,04
Benzo (b) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (g,h,i) perilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (k) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Crisene	0,38	0,14	0,29	0,2	0,19	0,25
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fenantrene	< 0,001	< 0,001	0,049	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluorene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Naftalene	0,71	1,2	1,8	0,72	0,61	0,54
Pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Composti Organostannici (come Stagno)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibutilstagno (µg/kg)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Monobutilstagno (µg/kg)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tributilstagno (µg/kg)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella Tabella 24.

Si osserva una sostanziale assenza di contaminazione da questi composti. Risulta rilevabile l'Acido Dicloroacetico nella stazione C (Posizione 3) e nella stazione D (Posizione 4), ma anche nei mitili di Gorgona.

Tabella 24 - Concentrazione degli cloroderivati presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in µg/kg.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Acidi Aloacetici						
Dalapon	<2	<2	<2	<2	3	<2
Acido Dibromoacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Tribromoacetico	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acido Monobromoacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Bromodichloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Bromocloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Dicloroacetico	<3	<3	<3	3	6,3	5
Acido Tricloroacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Monocloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Acido Clorodibromoacetico	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fenoli						
2,4,6-tricloro fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2,4-dicloro fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
4-cloro-3-metil fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
pentacloro fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
V.O.C.						
1,1,1-Tricloro Etano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,1,2-Tricloro Etano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bromo Dicloro Metano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bromoformio	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Carbonio Tetracloruro	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cloroformio	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dibromo Cloro Metano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Tetracloro Etilene	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Tricloro Etilene	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
1,2,3-Tricloro propano	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60
1,2-Dibromo Etano	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Dicloroacetoneitrile	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80
Tricloroacetoneitrile	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica emerge l'assenza di contaminazione fecale (Tabella 25).

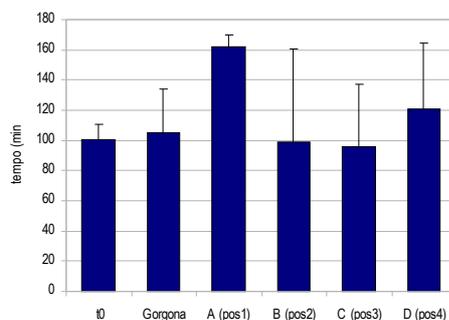
Tabella 25 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna P14, sono espressi in ufc/g.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Coliformi fecali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Streptococchi fecali (enterococchi)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Coliformi totali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

5.2.3 Biomarkers

Neutral Red Retention Time (NRRT). Il tempo di ritenzione del colorante vitale Neutral Red nei lisosomi dei mitili utilizzati per il monitoraggio risulta elevato (tempo medio superiore a 100 min) in tutte le stazioni, sebbene con una variabilità piuttosto elevata nelle stazioni poste lungo il FRSU.

In nessun caso i mitili traslocati presso il terminale hanno mostrato un decremento del tempo di ritenzione rispetto a quelli prelevati dall'impianto di acquicoltura (tempo zero) e a quelli della stazione di controllo mantenuti presso l'Isola di Gorgona. In un caso (posizione 1 del terminale) i mitili hanno mostrato un tempo di ritenzione significativamente superiore a quello dei controlli. (Figura 21).


 Figura 21 - Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) negli emociti di mitilo. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie ($p < 0,05$).

Comet Assay. I risultati relativi alla valutazione del grado di integrità della doppia elica di DNA nelle cellule branchiali dei mitili mostrano leggere fluttuazioni.

Tuttavia, nel confronto tra la stazione di controllo (Isola di Gorgona) e le 4 stazioni poste lungo il terminale FRSU non si osservano variazioni significative (Figura 22).

Il leggero incremento del grado di frammentazione del DNA è stato osservato nei mitili di Gorgona rispetto a quello misurato al momento del prelievo presso l'impianto di acquicoltura (tempo zero).

Tale incremento non è significativo ed è verosimilmente imputabile allo stress indotto dalla traslocazione in un ambiente marino con caratteristiche diverse da quelle tipiche del Golfo di La Spezia.

Questo dato sottolinea l'importanza di riferire i dati di monitoraggio del terminale non ai mitili appena prelevati dall'impianto di acquicoltura ma prevalentemente a quelli della stazione di controllo.

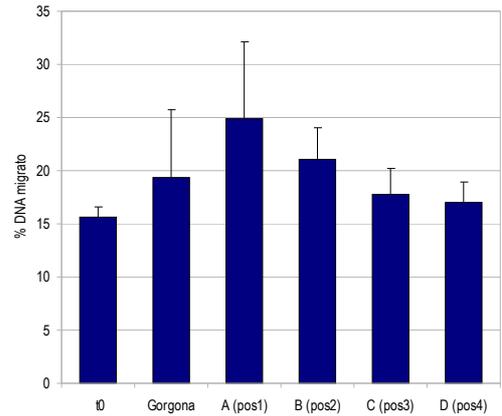


Figura 22 - Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie ($p < 0,05$).

Analisi istologica del tessuto branchiale. L'analisi istologica dell'epitelio branchiale dei mitili traslocati lungo il terminale FRSU mostra una normale morfologia, alla stregua di quella osservata negli esemplari della stazione di controllo (Isola di Gorgona) e degli esemplari prelevati dall'impianto di acquicoltura (Tempo 0), come dimostrano gli score compresi tra 1 e 2 in tutte le stazioni (Tabella 26). Ad eccezione della stazione C (posizione 3) dove per una sola replica su cinque è stata osservata una marcata riduzione delle ciglia (score epitelio 3).

Anche per quanto riguarda la presenza di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali, la cui abbondanza può indicare un processo infiammatorio in atto, non si è osservata alcuna sostanziale differenza tra i mitili traslocati lungo il terminale e quelli della stazione di controllo e del tempo zero (Figura 23).

Tabella 26 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale; 2, moderata riduzione delle ciglia; 3, marcata riduzione delle ciglia; 4, assenza delle ciglia; 5, erosione epitelio branchiale.

Nome sito	replica	Score epitelio	Nome sito	replica	Score epitelio
Mitili tempo zero	1	1	Stazione B (pos. 2)	1	1
	2	1		2	1
	3	2		3	2
	4	1		4	1
	5	1		5	1
Stazione E (Bianco Gorgona)	1	1	Stazione C (pos. 3)	1	2
	2	2		2	3
	3	1		3	1
	4	2		4	1
	5	1		5	1
Stazione A (pos. 1)	1	2	Stazione D (pos. 4)	1	1
	2	2		2	2
	3	1		3	1
	4	1		4	2
	5	1		5	1

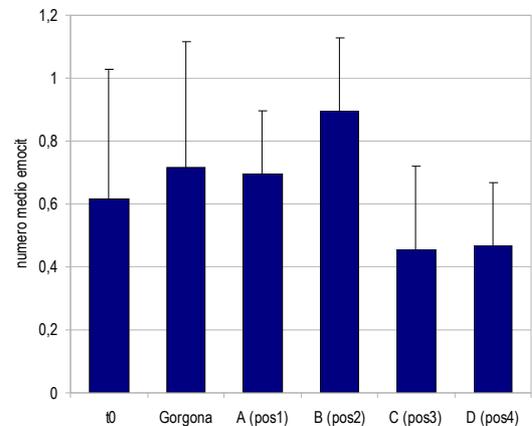


Figura 23 - Presenza di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie ($p < 0,05$).

5.2.4 Cetacei e tartarughe marine

Nella Figura 24 sono mostrate le rotte effettuate. Sono state percorse 219,8 nm, su un'area di 636 km² per un totale di 44,6h di navigazione. Sono stati effettuati due avvistamenti di cetacei appartenenti alla specie *Tursiops truncatus* ed uno di tartarughe appartenenti alla specie *Caretta caretta*. L'avvistamento di tursiopi in data 3 giugno con 18 esemplari di delfini adulti e piccoli in posizione (N 43° 45.855', E 10° 05.423') a 8,1 nm NE dal terminale, quello in data 4 giugno con 2 esemplari adulti in posizione (N 43° 44.949', E 10° 00.43') a 6 nm N dal terminale. L'avvistamento di tartaruga in data 6 giugno con 1 esemplare in posizione (N 43° 43.643', E 9° 58.044') a 5 nm N dal terminale.

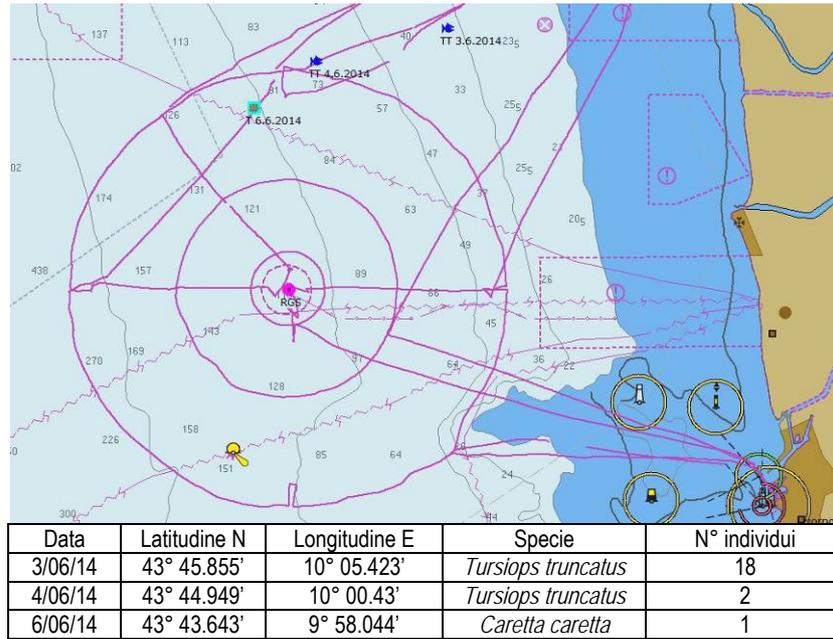


Figura 24 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo e avvistamenti relativi alla primavera 2014.



Avvistamento tursiopi in data 03/06/14



Avvistamento tursiopi in data 04/06/14



Avvistamento tartaruga in data 06/06/14

5.3 INDAGINI GENERALI

5.3.1 Misura del rumore

Risultati delle misure sperimentali

Si riportano di seguito i grafici relativi ai punti più vicini (a 100m e a 1km di distanza dalla posizione dal terminale) per la profondità di 55m con rappresentazione data dal calcolo della Fast Fourier Transform, con l'analisi in terza d'ottava sovrapposta (Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28).

Per ogni figura, nel plot superiore vengono mostrati sia la Power Spectral Density function (calcolate mediante Fast Fourier Transform) (frequenze spaziate in modo equidistante) sia la Power Spectral Density function in terzi d'ottava.

Il confronto tra la Power Spectral Density function dei dati registrati a 8m e quella relativa ai dati registrati a 55m di profondità è mostrato in Figura 29 per la posizione S100. I grafici risultano molto simili per frequenze superiori a 150 Hz.

Tra le misure a 10km di distanza, è stata selezionata quella registrata nel punto S10K (Figura 34), per permettere il confronto sulla direttrice Sud con le misure a 100m e 1km.

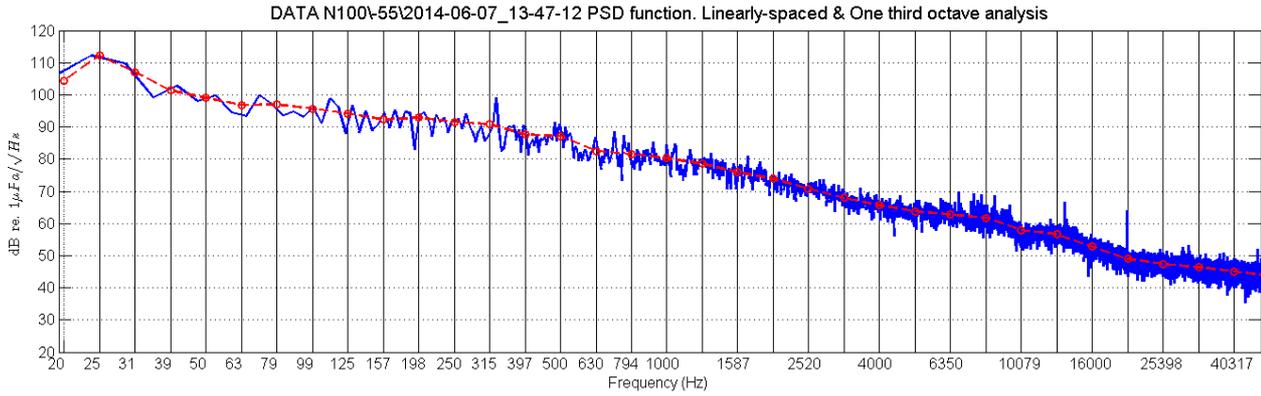


Figura 25 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N100 a 55m di profondità.

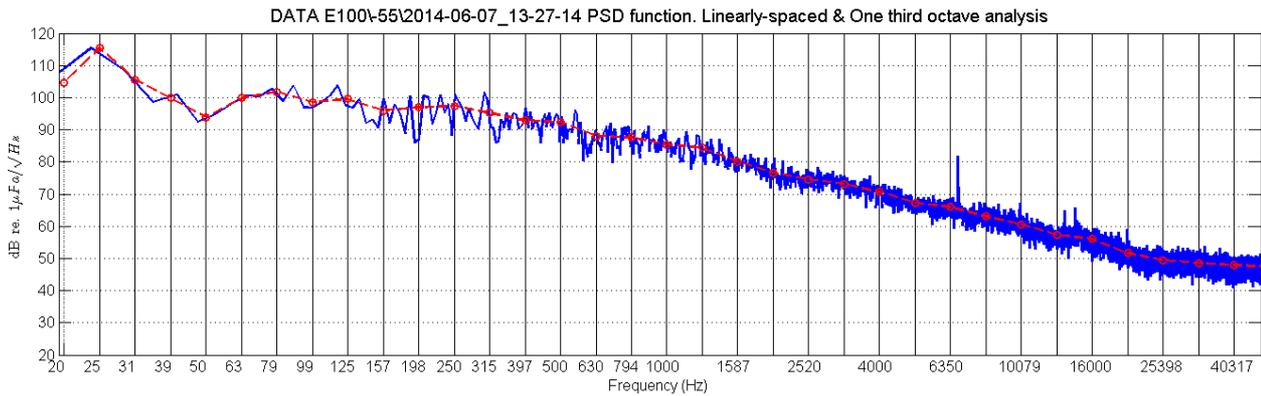


Figura 26 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E100 a 55m di profondità.

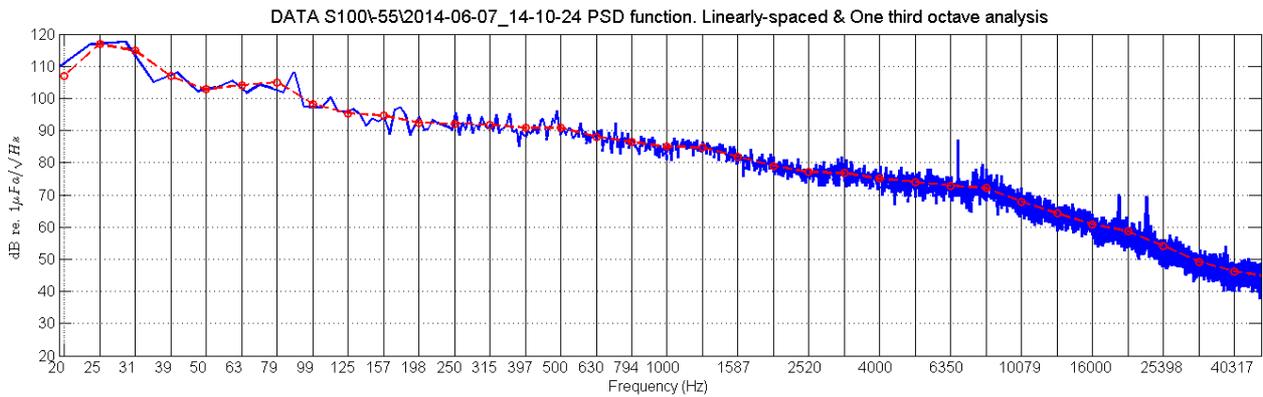


Figura 27 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 a 55m di profondità.

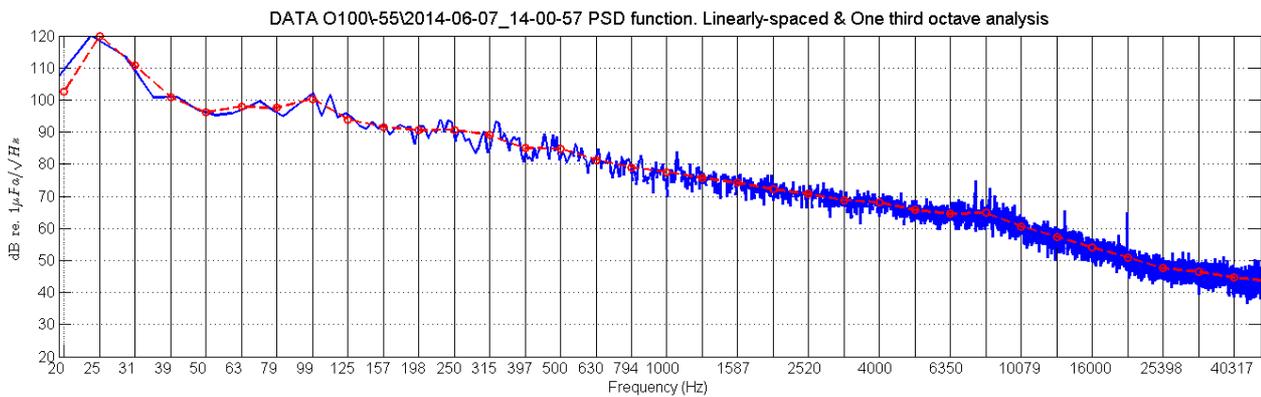


Figura 28 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W100 a 55m di profondità.

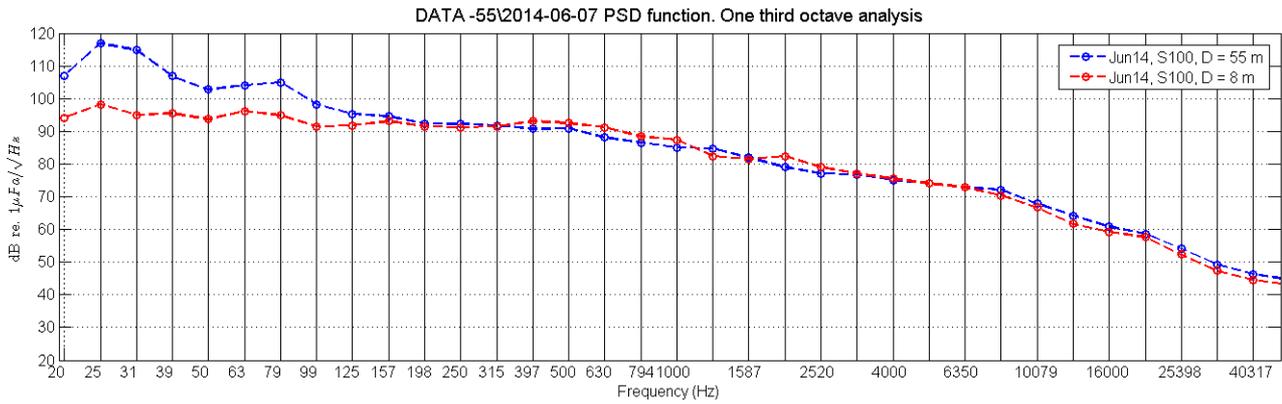


Figura 29 - Confronto Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 tra 8m e 55m di profondità. Oltre i 150 Hz le due curve di PSDf sono quasi sovrapposte.

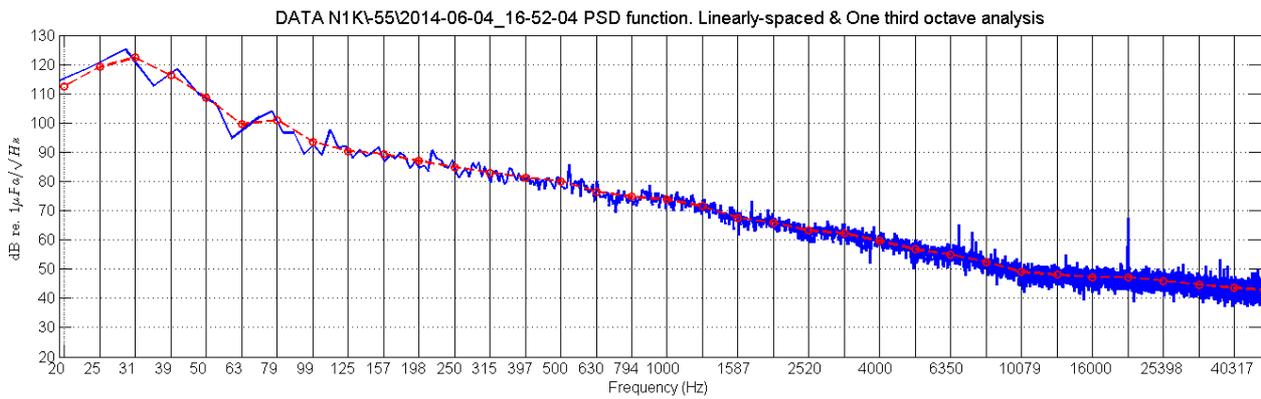


Figura 30 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N1K a 55m di profondità.

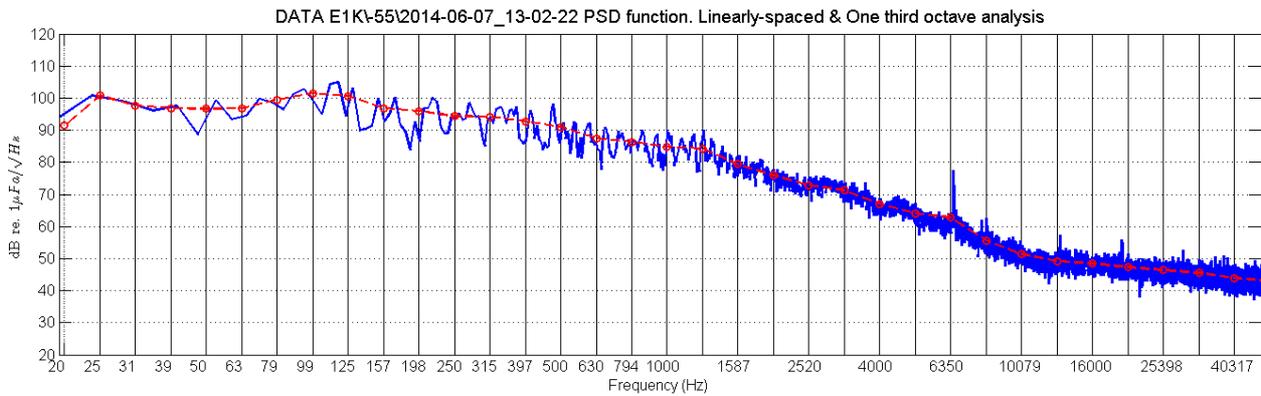


Figura 31 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E1K a 55m di profondità. Il rumore di fondo, a bassa frequenza, è piuttosto basso.

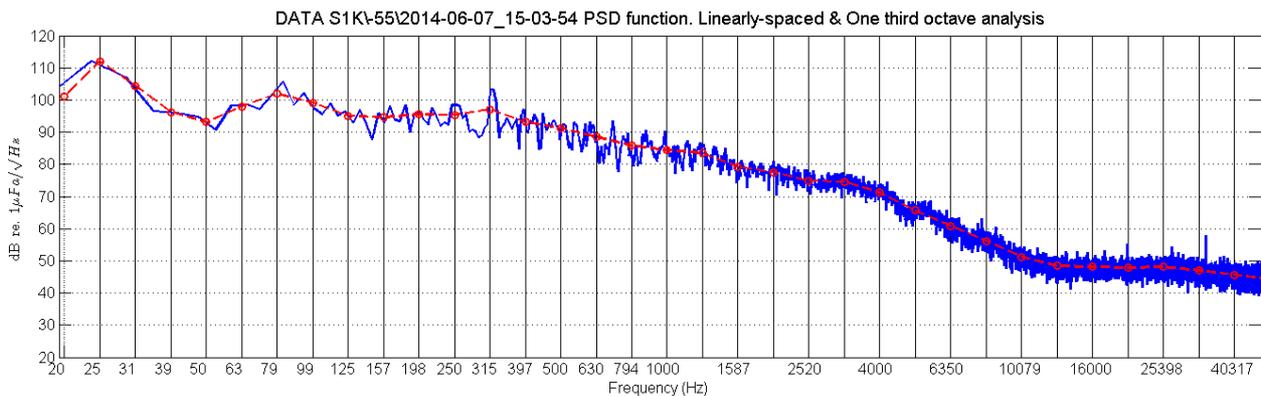


Figura 32 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S1K a 55m di profondità.

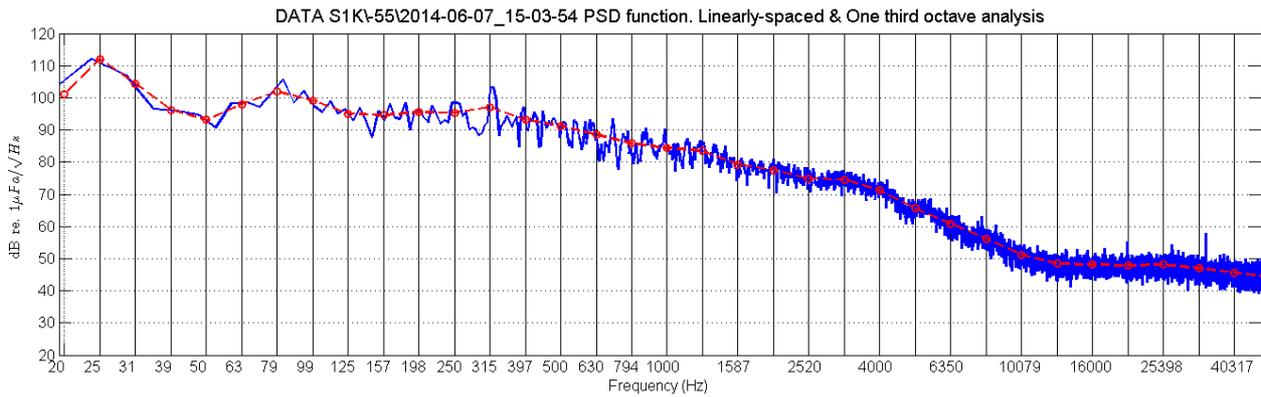


Figura 33 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W1K a 55m di profondità.

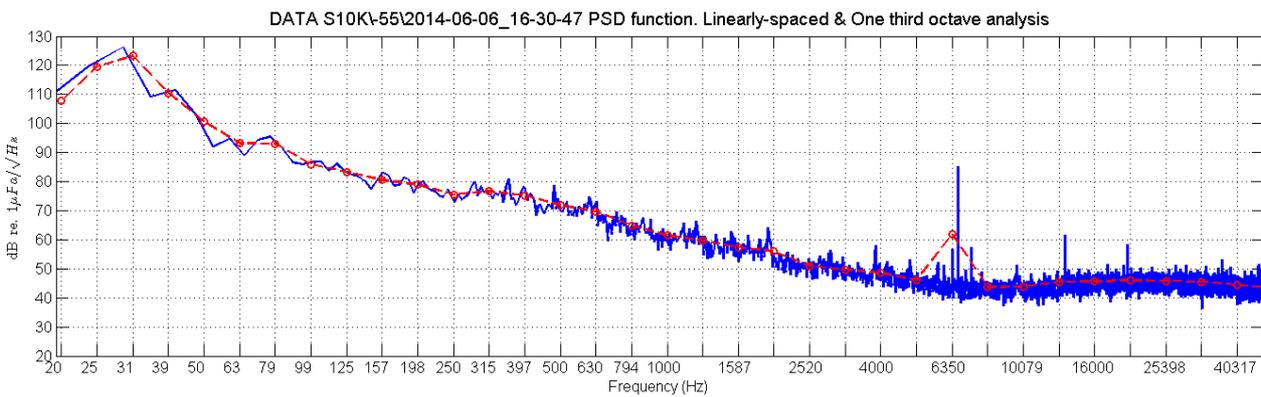


Figura 34 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S10K a 55m di profondità. Il picco a 6350 Hz è attribuito a interferenza elettromagnetica (EMI) che il sistema subisce a bordo della barca appoggio.

Verifica mediante simulazione

Definizione dei parametri oceanografici

Dal confronto dei vari profili misurati in P14 si desume che il range di variabilità di velocità è estremamente limitato da un punto all'altro, eccetto che per la misura condotta sul punto N10K (e parzialmente per la misura in E10K). Tutti i profili sono dominati da uno spiccato gradiente negativo (che implica quindi curvatura dei raggi verso il basso) che provocherà dei peculiari fenomeni di propagazione de suono.

Definizione della sorgente acustica

La sorgente viene definita in modo analogo a quanto già indicato per le campagne precedenti, in quanto non si assume che non vi siano variazioni legate alla stagionalità o alle condizioni meteo-marine.

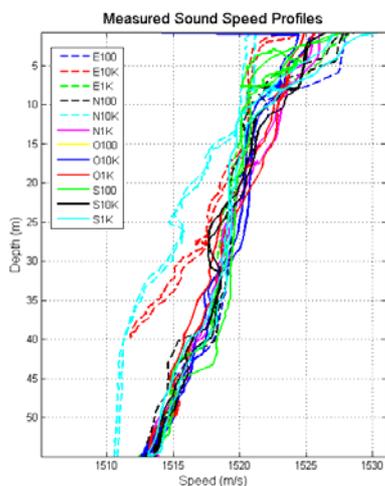


Figura 35 - Confronto di tutti i profili di velocità del suono misurati in P14. Tutti sono dominati da uno spiccato gradiente negativo, a causa della stagione.

Selezione di simulazioni significative e confronto con i dati reali

Sulla base delle considerazioni sui dati reali e delle assunzioni espone nella sezione relativa ai modelli ed utilizzando le misure di profilo di velocità del suono ottenuta dalla sonda multi-parametrica CTD, applichiamo il modello di propagazione del suono Bellhop a 12 kHz di frequenza (prendiamo di nuovo la direttrice S come riferimento). I risultati ottenuti (Figura 36; Figura 37) possono essere considerati validi per tutta la banda di interesse 7-20 kHz con piccole variazioni.

Il profilo di velocità, caratterizzato da gradiente sempre negativo o nullo, dà origine ad un pattern di propagazione "ray-tracing" piuttosto tipico in estate, e alquanto svantaggioso per la propagazione a lunga distanza: si verifica una propagazione così marcatamente "downrefracting" che il suono si disperde completamente (trasmettendosi attraverso il fondale) dopo solo 1.5 km dalla sorgente. La perdita di segnale tra 100m e 1km a 55m di profondità è predetto intorno a 15 dB, valore in ottimo accordo con i dati realmente misurati (17 dB di differenza misurati tra 100m e 1km a 55m di profondità).

Risultati simili si ottengono sulle altre direttrici. Se si considera per esempio la direttrice W (Figura 38;Figura 39) la caduta di livello tra 100m e 1km a 55m di profondità è nuovamente di 15 dB.

Poiché dai dati sperimentali a 100m di distanza dalla sorgente si misura un livello di rumore di circa 64 dB re 1 μ Pa/ \sqrt Hz sulla direttrice di riferimento (Sud), e il modello predice una TL di 38 dB, si può dedurre che il Source Level a 12 kHz sia attorno a 102 dB re 1 μ Pa @ 1m. Questo è consistente con i valori ricavati dalle misure e dai modelli riferiti alla campagne precedenti, e conferma che i valori emessi risultano comunque piuttosto bassi e ben al di sotto delle soglie di sicurezza per i mammiferi marini.

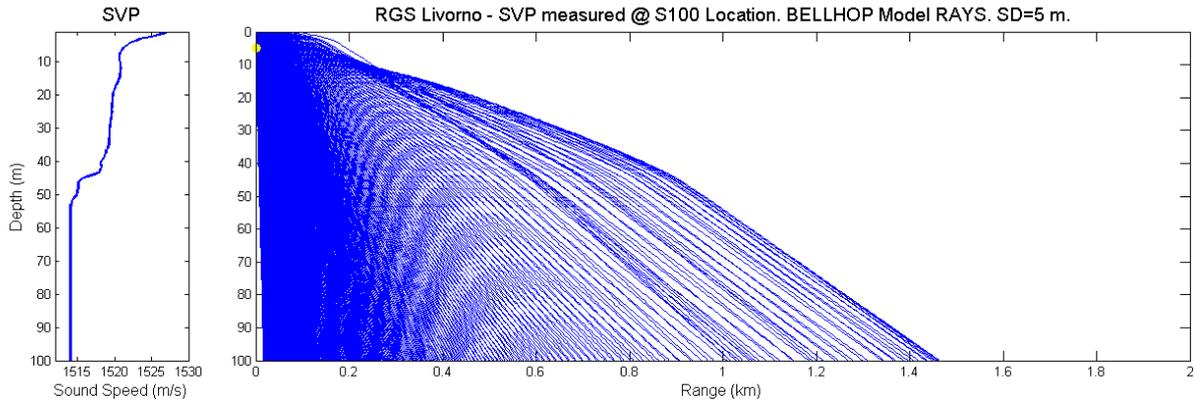


Figura 36 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in S100 (modello Bellhop).

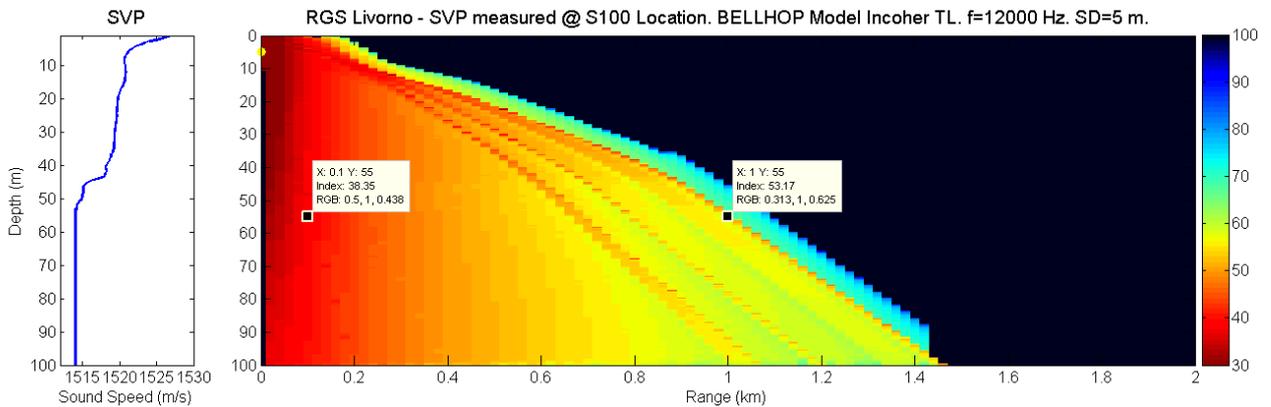


Figura 37 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato in Fig. 18 (modello Bellhop). I valori a 100m e 1km di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati per poter permettere un confronto con i dati reali misurati (vd. Fig. 12).

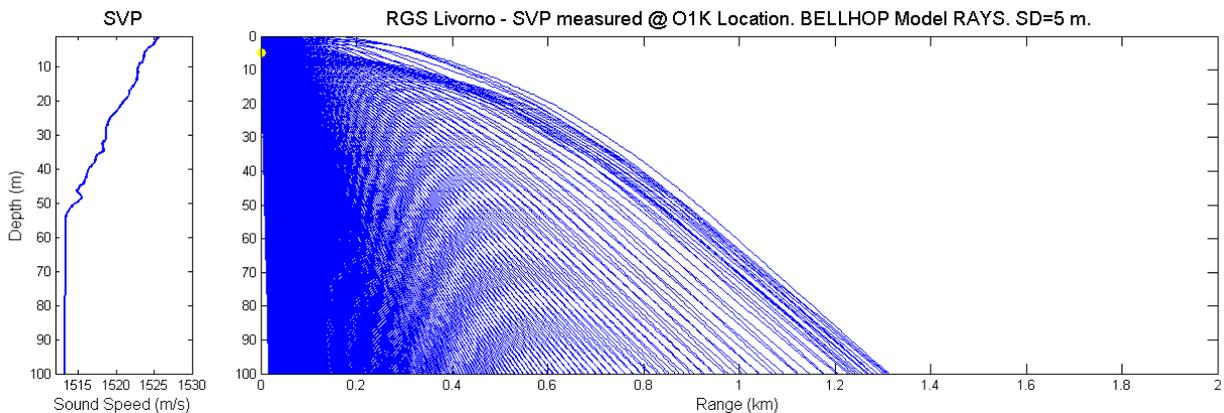


Figura 38 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità nel piano range-depth sulla direttrice W, assunto il profilo di velocità misurato in W1K (modello Bellhop).

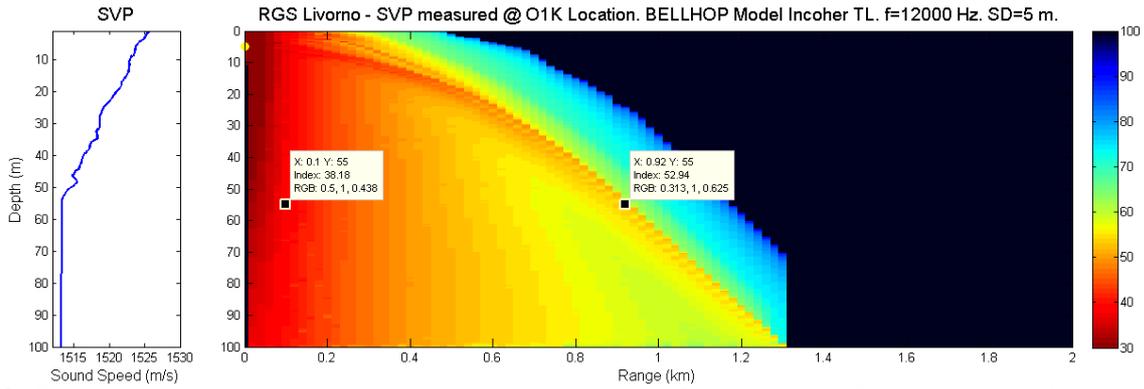


Figura 39 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato (modello Bellhop). I valori a 100m e 1km di horizontal range dalla sorgente a profondità 8 e 55m sono evidenziati.

5.3.2 Bioacustica

Sono stati effettuati 2 transetti ortogonali nel settore SW a 5 e 10 km dal terminale. Non sono stati avvistati cetacei.

6 RISULTATI SURVEY ESTATE 2014

6.1 COLONNA D'ACQUA

6.1.1 Profili idrologici

La temperatura (Figura 40) varia in un range compreso tra 14,09 e 25,6 °C in linea con le temperature tipiche del periodo estivo e della zona di indagine. E' evidente la presenza di un termocline molto marcato tanto che, anche alla massima profondità di indagine, non si rilevano ancora valori omogenei, situazione tipica del periodo estivo.

La salinità (Figura 41) mostra l'andamento tipico del periodo considerato ed i suoi valori variano in un range limitato, tra 37,21 ppt e 38,08 ppt. Questo parametro esibisce profili tipici dell'acqua di mare dove, in corrispondenza della parte bassa del termocline, si assiste ad una diminuzione della salinità che tende, subito dopo, ad aumentare.

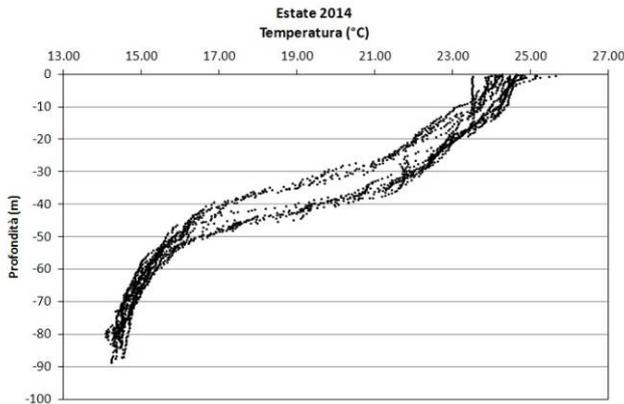


Figura 40 - Profili di temperatura (°C).

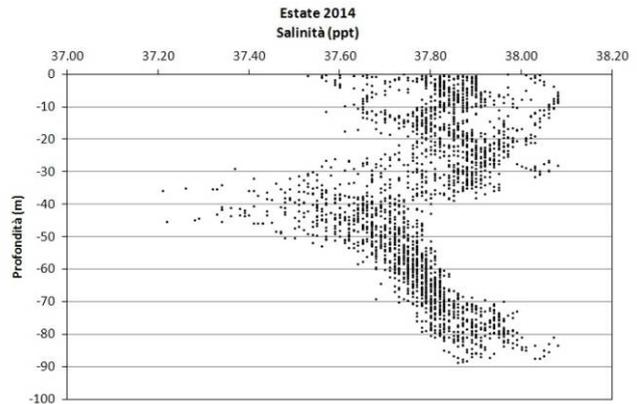


Figura 41 - Profili di salinità (ppt).

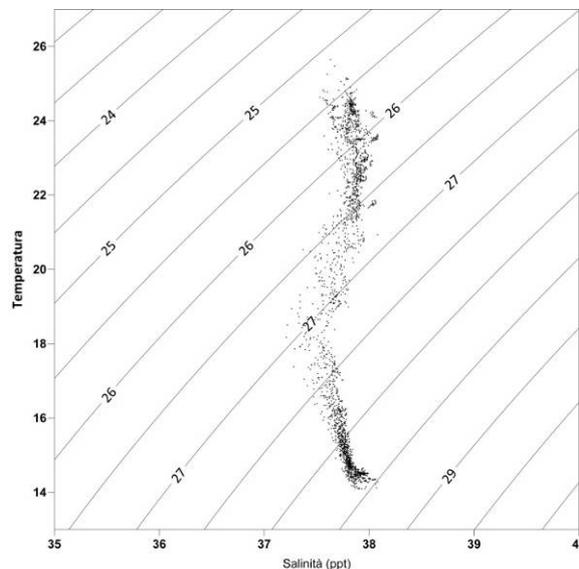


Figura 42 -Diagramma T/S.

Il diagramma T/S (Temperatura/Salinità) (Figura 42) mostra che le variazioni nelle masse d'acqua nell'intorno del Terminale sono legate soprattutto alle variazioni di temperatura, osservazione in accordo con il riscaldamento superficiale a cui sono soggette le masse d'acqua. Come precedentemente sottolineato, questo comportamento è tipico delle masse d'acqua fortemente influenzate dal periodo di campionamento.

La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto, DO%, (Figura 43) presenta valori compresi tra 82,9% e 107,6%; con le masse d'acqua più ossigenate localizzate nei primi 60 metri; l'andamento dei profili di questo parametro è praticamente simile in tutte le stazioni.

La fluorescenza (Figura 44) varia tra 0,000 e 0,027 Volts. Il numero maggiore di osservazioni si colloca nel range 0,001-0,003 Volts. I valori più alti sono stati osservati tra i 60 e gli 80 metri di profondità nelle stazioni E14 MG5, E14 MG7 e E14 MG9.

I valori di pH (Figura 45) sono compresi tra 7,07 e 8,95. I profili di questo parametro seguono l'andamento dei profili di temperatura e si sviluppano in maniera omogenea fino al termocline circa per poi diminuire leggermente negli strati più profondi.

I valori del potenziale redox, ORP, (Figura 46) sono compresi in un range ampio, 53 e 101 mV: questi valori non variano tanto nel singolo profilo, ma variano da stazione a stazione, ad indicare differenti situazioni ambientali. I valori di questo parametro variano in accordo all'andamento dei profili del pH e tendono a diminuire in corrispondenza dell'incremento di quest'ultimo.

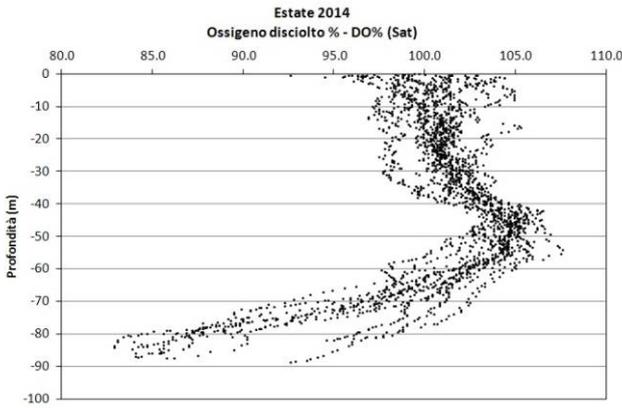


Figura 43 - Profili di saturazione dell'ossigeno disciolto (%).

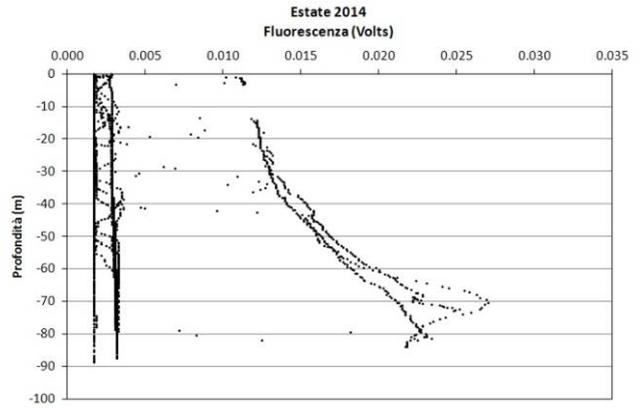


Figura 44 - Profili di fluorescenza.

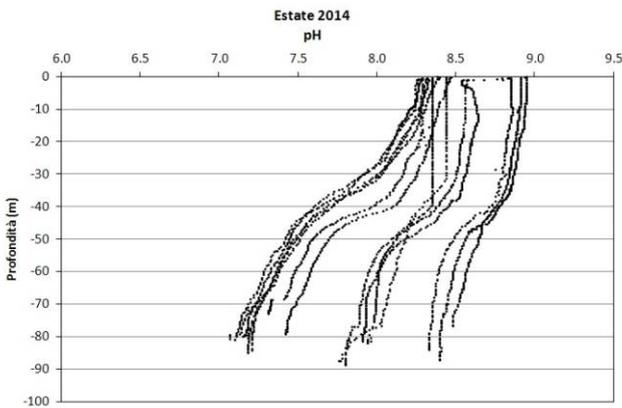


Figura 45 - Profili di pH.

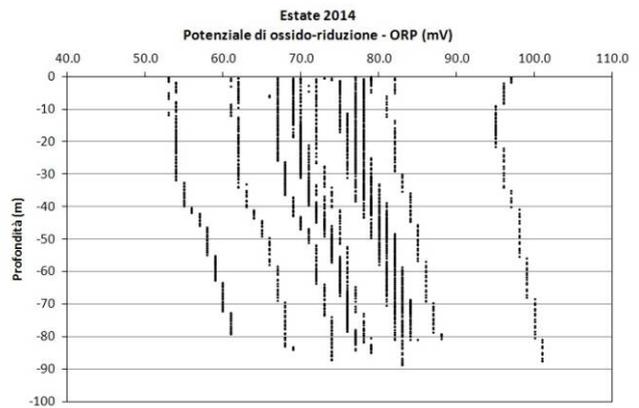


Figura 46 - Profili di potenziale di ossido riduzione (ORP) in mV.

Misure di irradianza e irradianza spettrale

In Figura 47 sono mostrati i profili di irradianza PAR (Photosynthetic Available Radiation) sottomarina normalizzati rispetto a quella contemporanea superficiale alle stazioni E14 MG7 e E14 MG10. La profondità della zona eufotica si attesta in entrambi i casi a 69 m, e considerando le altre stazioni varia fra 66 m (E14 MG9) e 72 m (E14 MG13).

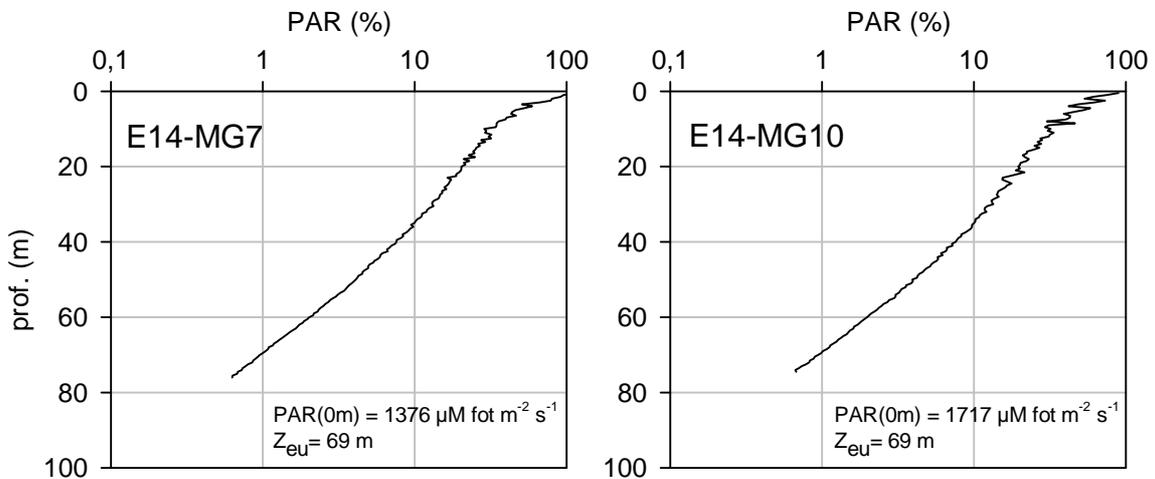


Figura 47 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), delle stazioni E14 MG7 e E14 MG10.

In Figura 48 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 normalizzate per i loro massimi alle stazioni E14 MG7 e E14 MG10. Le distribuzioni spettrali dell'irradianza alle profondità maggiori evidenziano che i massimi di irradianza (λ_{max}) si attestano alle lunghezze d'onda di 479-483nm.

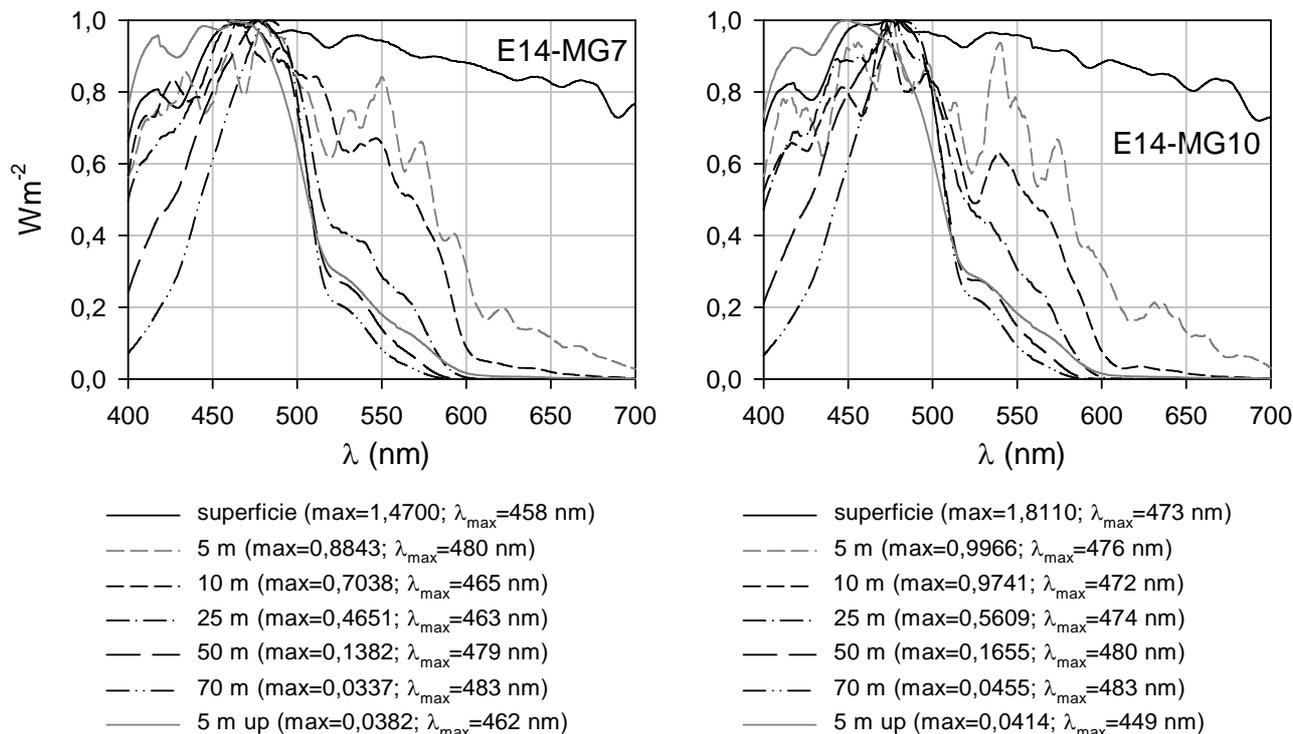


Figura 48 - Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ($E_{max}(\lambda)$) riportato nella legenda insieme con la lunghezza dove si colloca (λ_{max}).

6.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Nutrienti inorganici disciolti

In Tabella 27 sono riportate le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), silicati (SiO_2), rilevati nelle 8 stazioni campionate.

Tabella 27 - Concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti (μM).											
Stazione	Prof. m	SiO_2 μM	PO_4 μM	NO_2 μM	NO_3 μM	Stazione	Prof. m	SiO_2 μM	PO_4 μM	NO_2 μM	NO_3 μM
E14 MG3	0,5	1,036	0,076	<0,03	0,046	E14 MG9	0,5	0,795	0,059	<0,03	0,048
	12,5	0,910	0,069	<0,03	0,124		12,5	1,034	0,073	0,080	0,180
	50	1,209	0,088	<0,03	0,034		50	1,281	0,091	0,036	0,079
	70	1,657	0,113	0,058	0,307		70	1,993	0,133	0,068	0,725
E14 MG5	0,5	0,986	0,066	0,122	0,291	E14 MG10	0,5	1,165	0,07	0,032	0,334
	12,5	1,192	0,084	<0,03	0,110		12,5	1,376	0,091	0,038	0,282
	50	1,481	0,106	<0,03	0,184		50	1,197	0,078	0,040	0,048
	70	0,716	0,048	0,029	0,362		70	0,900	0,053	0,087	0,006
E14 MG6	0,5	1,090	0,081	0,013	0,211	E14 MG12	0,5	1,108	0,084	0,086	0,101
	12,5	0,939	0,065	<0,03	0,122		12,5	1,229	0,094	0,083	0,204
	50	1,246	0,084	0,031	0,048		50	1,546	0,116	0,035	0,073
	70	0,859	0,058	<0,03	0,021		70	1,604	0,113	<0,03	0,091
E14 MG7	0,5	1,210	0,083	<0,03	0,061	E14 MG13	0,5	0,963	0,06	<0,03	0,138
	12,5	1,113	0,077	0,053	0,013		12,5	0,997	0,064	<0,03	0,152
	50	1,070	0,081	0,071	0,010		50	1,169	0,08	0,035	0,129
	70	0,827	0,064	0,055	0,057		70	2,248	0,17	0,051	0,920

Le concentrazioni dei nutrienti disciolti, dato il periodo di campionamento estivo, sono basse, anche se leggermente più elevate di quelle rilevate in giugno. Le medie di ciascun nutriente sono: NO_2 0,055 μM , NO_3 0,172 μM , PO_4 0,084 μM e SiO_2 1,192 μM .

La distribuzione lungo la colonna d'acqua evidenzia la sostanziale omogeneità delle stazioni, che presentano profili molto simili tra loro. Solo nel caso del nitrito ci sono piccole differenze tra le stazioni.

Il profilo verticale (Figura 49) evidenzia anche come in molte stazioni (ad es. la E14 MG9 e la E14 MG13 per i nitrati e la E14 MG3, E14 MG9, E14 MG12 e E14 MG13 per i silicati) le concentrazioni maggiori siano al di sotto di 50 m, mentre negli strati superiori si ha una maggiore omogeneità. Questo può essere messo in relazione alla struttura termica della colonna d'acqua poichè, trattandosi della stagione estiva, gli strati superficiali (0 – 12,5m) rimangono separati da quelli più profondi (50 – 70m) per la presenza del termocline.

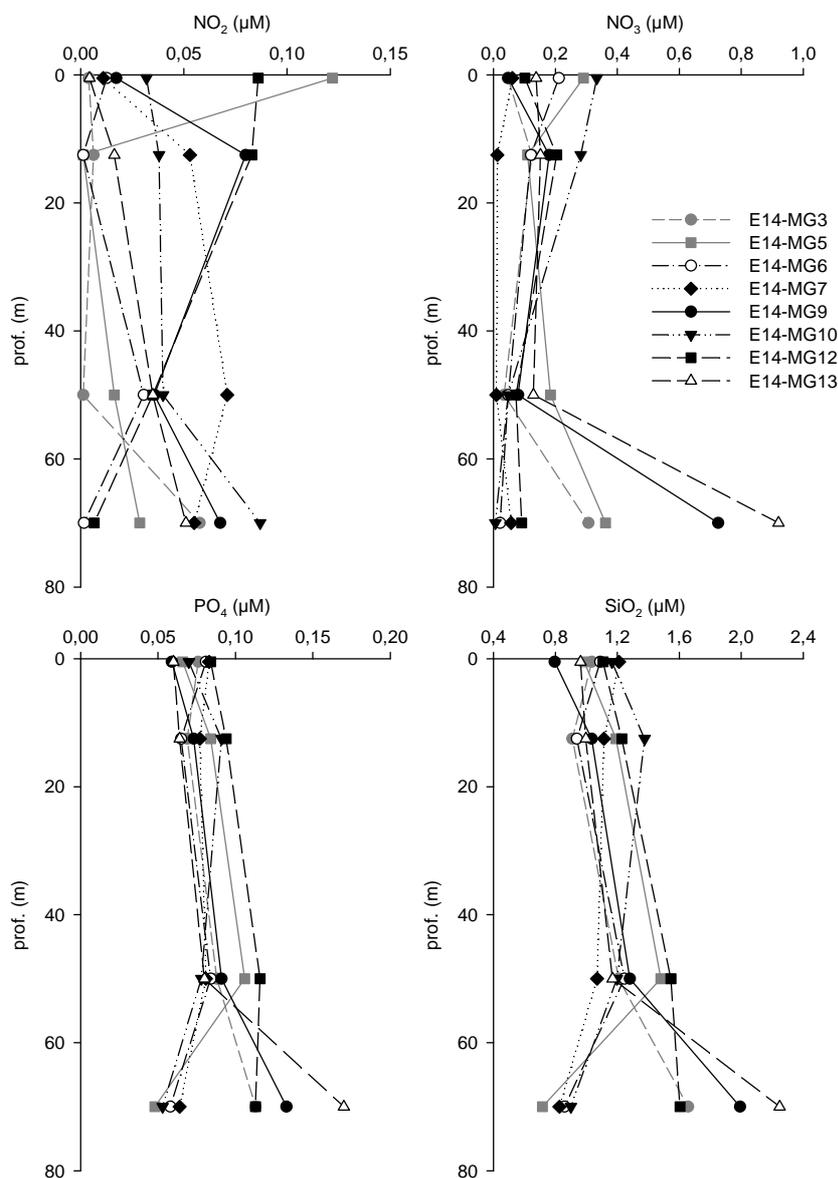


Figura 49 - Profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO_2 (nitriti), NO_3 (nitrati), PO_4 (fosfati), SiO_2 (silicati).

Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

Le concentrazioni di TSM in tutte le stazioni sono riportate in Tabella 28. La media generale è 1,50 mg L^{-1} , il valore minimo è 0,59 mg L^{-1} a 0,5 m alla stazione E14 MG5 e il massimo è 3,51 mg L^{-1} a 0,5 m alla stazione E14 MG7.

I profili batimetrici delle concentrazioni di TSM (Figura 50) mostrano per la maggior parte delle stazioni (E14 MG5, E14 MG6, E14 MG9, E14 MG10 e E14 MG12) un andamento simile con valori massimi da 2,80 a circa 3,47 mg L^{-1} a 12,5 m. Le stazioni E14 MG3 e E14 MG13 hanno valori simili (da 0,70 a 1,10 mg L^{-1}) a tutte le profondità. Alla stazione E14 MG7 il massimo del profilo (3,51 mg L^{-1}) è superficiale ed il valori minimo (0,679 mg L^{-1}) è a 50 m.

I profili batimetrici della frazione organica di TSM (POM) sono simili a quelli di TSM con i massimi a 12,5 m che raggiungono 0,783 mg L^{-1} alla stazione E14 MG12. Alle stazioni E14 MG3 e E14 MG13 le concentrazioni di POM sono simili a tutte le profondità e alla stazione E14

MG7 il massimo (0,783 mg L⁻¹) risulta superficiale. La frazione di POM rispetto al TSM è in media del 24,2 % e varia tra il 14,9 % (E14 MG6 50 m) ed il 38,2% (E14 MG7 50 m).

Tabella 28 - Concentrazione dei solidi sospesi (TSM) nelle diverse stazioni rilevate.				
Prof. m	Stazione	TSM mg L ⁻¹	Stazione	TSM mg L ⁻¹
0,5	E14 MG3	0,955	E14 MG9	1,066
12,5		0,701		3,190
50		0,847		0,821
70		0,739		0,755
0,5	E14 MG5	0,590	E14 MG10	1,941
12,5		2,796		3,267
50		0,868		2,636
70		0,883		1,507
0,5	E14 MG6	0,875	E14 MG12	0,829
12,5		3,249		3,471
50		0,856		1,577
70		0,926		1,744
0,5	E14 MG7	3,514	E14 MG13	0,980
12,5		1,721		0,820
50		0,679		0,869
70		1,223		1,094

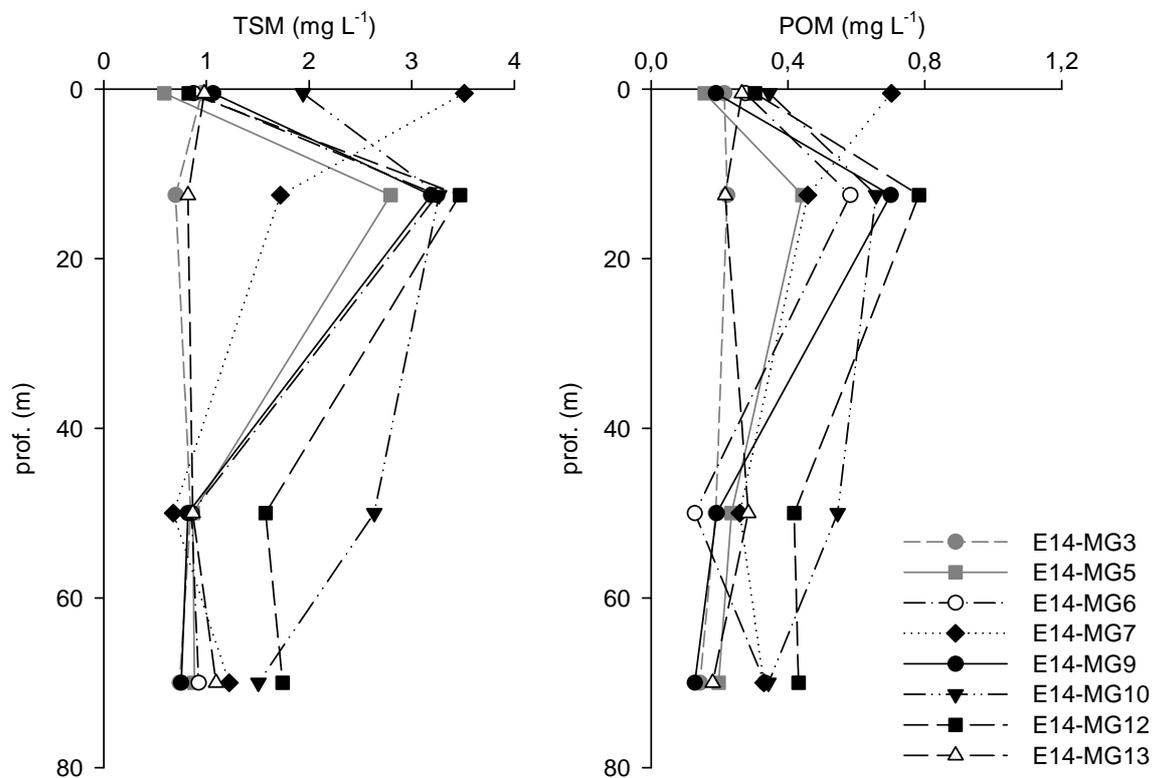


Figura 50 - Profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) nelle diverse stazioni.

Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)

Gli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM(325)}$) sono in media $0,285 \text{ m}^{-1}$ e variano da un minimo di $0,173 \text{ m}^{-1}$ alla stazione E14 MG6, a $0,5 \text{ m}$ ad un massimo di $0,379 \text{ m}^{-1}$ alla stazione E14 MG3, 50 m (Tabella 64). I profili batimetrici di $a_{CDOM(325)}$ presentano il loro massimo sia a 50 m come nelle stazioni E14 MG3, E14 MG9, E14 MG10, E14 MG13, oppure a 70 m (E14 MG5, E14 MG6, E14 MG7, E14 MG12). In E14 MG3, E14 MG7, E14 MG12, E14 MG13 le concentrazioni superficiali sono maggiori di quelle dei $12,5 \text{ m}$. (Figura 51).

Tabella 29 - Assorbimento della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm.				
Prof. m.	Stazione	$a_{CDOM(325)} \text{ m}^{-1}$	Stazione	$a_{CDOM(325)} \text{ m}^{-1}$
0,5		0,3127		0,2482
12,5	E14	0,2132	E14	0,1911
50	MG3	0,3791	MG9	0,3540
70		0,3434		0,3178
0,5		0,1770		0,2061
12,5	E14	0,1737	E14	0,3092
50	MG5	0,2895	MG10	0,3786
70		0,3437		0,3338
0,5		0,1726		0,2623
12,5	E14	0,1849	E14	0,2489
50	MG6	0,3137	MG12	0,3584
70		0,3535		0,3665
0,5		0,2068		0,2640
12,5	E14	0,1914	E14	0,2474
50	MG7	0,3620	MG13	0,3318
70		0,3752		0,2962

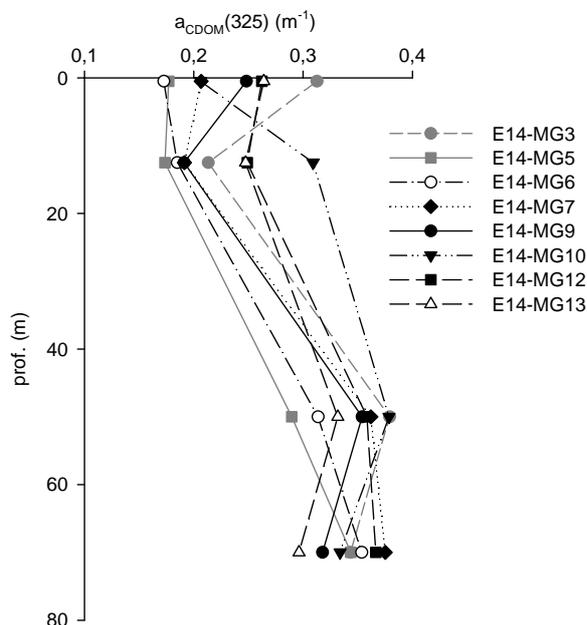


Figura 51- Profili degli assorbimenti della CDOM a 325 nm ($a_{CDOM(325)}$) nelle diverse stazioni.

Clorofilla a e diversità pigmentaria

La clorofilla *a* ha una concentrazione media di $0,166 \text{ mg m}^{-3}$ e varia da un minimo di $0,061 \text{ mg m}^{-3}$ alla stazione E14 MG13 ($12,5 \text{ m}$) a un massimo di $0,472 \text{ mg m}^{-3}$ alla stazione E14 MG9 (70 m) (Tabella 65).

Tabella 30 - Clorofilla a totale (somma della clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti).				
Prof. m	Stazione	chl <i>a</i> tot mg m^{-3}	Stazione	chl <i>a</i> tot mg m^{-3}
0,5		0,0746		0,0873
12,5	E14 MG3	0,0688	E14 MG9	0,0892
50		0,1684		0,1788
70		0,3951		0,4721
0,5		0,0823		0,1106
12,5	E14 MG5	0,0815	E14 MG10	0,0657
50		0,1542		0,1858
70		0,2761		0,2368
0,5		0,0830		0,1231
12,5	E14 MG6	0,0728	E14 MG12	0,0859
50		0,1432		0,1360
70		0,2694		0,2330
0,5		0,0760		0,0747
12,5	E14 MG7	0,0651	E14 MG13	0,0608
50		0,1815		0,1505
70		0,3594		0,4662

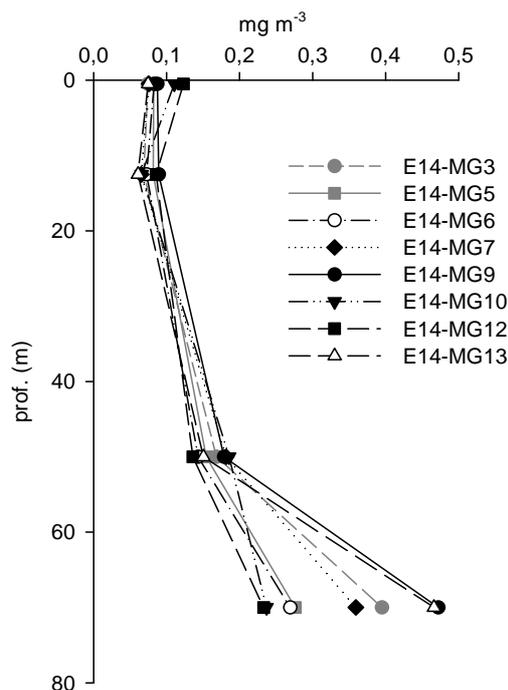


Figura 52 - Profili della concentrazione di clorofilla *a* tot.

I profili delle concentrazioni lungo la colonna d'acqua (Figura 52) sono tutti simili e presentano i massimi assoluti a 70 m che variano da 0,233 alla stazione E14 MG12 fino a 0,472 mg m⁻³ alla stazione E14 MG9; e minimi a 12,5 m (da 0,061 mg m⁻³ alla stazione E14 MG13 a 0,0892 a E14 MG9). In superficie inoltre si registra un leggero incremento rispetto ai minimo dei 12,5 m. Le concentrazioni dei nove pigmenti diagnostici principali (proporzionali alla biomassa dei gruppi tassonomici dei quali costituiscono i markers) sono riportate in Tabella 31. Il pigmento a maggiore concentrazione media è la Hex-Fuco (media 0,046, min 0,015, max 0,129 mg m⁻³), segue la Chl *b* (media 0,039, min 0,005, max 0,183 mg m⁻³), la Zea (media 0,036, min 0,010, max 0,072 mg m⁻³), la DVA (media 0,036, min 0,003, max 0,120 mg m⁻³), la But-Fuco (media 0,021, min 0,002, max 0,101 mg m⁻³), la Fuco (media 0,009, min 0,002, max 0,033 mg m⁻³), la Perid (media 0,005, min 0,003, max 0,007 mg m⁻³), la Prasino (media 0,002, max 0,002 mg m⁻³) e la Allo (media 0,001, max 0,003 mg m⁻³).

Tabella 31 - Concentrazioni (mg m ⁻³) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici. Fuco=Fucoxantina, Perid= Peridina, Hex-Fuco= Hesanolixifucoxantina, But-Fuco= Butanolixifucoxantina, Prasino= Prasincoxantina, Allo= Alloxantina, Zea= Zea= Zeaxantina, DVA=Divinilclorofilla <i>a</i> , Chl <i>b</i> = Clorofilla <i>b</i> +Divinilclorofilla <i>b</i> .										
Stazione	Prof.m	Fuco	Perid	Hex-Fuco	But-Fuco	Prasino	Allo	Zea	DVA	Chl b
E14 MG3	0,5	0,0030	0,0058	0,0213	0,0049	0,0003	n.r.	0,0202	0,0003	0,0131
	12,5	0,0028	0,0061	0,0233	0,0038	n.r.	n.r.	0,0265	0,0018	0,0108
	50	0,0087	0,0056	0,0485	0,0212	0,0011	0,0004	0,0517	0,0336	0,0254
	70	0,0192	0,0061	0,1026	0,0786	0,0104	0,0019	0,0600	0,1115	0,1463
E14 MG5	0,5	0,0043	0,0046	0,0240	0,0070	0,0003	0,0009	0,0154	0,0011	0,0130
	12,5	0,0055	0,0051	0,0301	0,0070	0,0003	n.r.	0,0240	0,0031	0,0103
	50	0,0074	0,0048	0,0463	0,0191	0,0013	0,0006	0,0415	0,0268	0,0268
	70	0,0106	0,0052	0,0846	0,0306	0,0014	0,0013	0,0538	0,0835	0,0530
E14 MG6	0,5	0,0043	0,0060	0,0267	0,0066	0,0001	n.r.	0,0231	0,0025	0,0101
	12,5	0,0046	0,0069	0,0269	0,0065	n.r.	n.r.	0,0178	0,0016	0,0139
	50	0,0077	0,0053	0,0387	0,0166	0,0003	n.r.	0,0416	0,0286	0,0339
	70	0,0085	0,0041	0,0748	0,0253	0,0012	0,0005	0,0568	0,0934	0,0531
E14 MG7	0,5	0,0041	0,0044	0,0222	0,0086	0,0003	n.r.	0,0129	0,0050	0,0063
	12,5	0,0037	0,0044	0,0217	0,0057	n.r.	n.r.	0,0126	0,0034	0,0203
	50	0,0129	0,0046	0,0506	0,0250	0,0018	n.r.	0,0563	0,0436	0,0182
	70	0,0150	0,0048	0,1058	0,0445	0,0016	0,0011	0,0717	0,1103	0,0886
E14 MG9	0,5	0,0050	0,0059	0,0228	0,0057	0,0002	n.r.	0,0271	0,0022	0,0110
	12,5	0,0044	0,0054	0,0285	0,0060	0,0007	n.r.	0,0301	0,0013	0,0119
	50	0,0104	0,0047	0,0508	0,0231	0,0012	0,0005	0,0583	0,0341	0,0372
	70	0,0317	0,0063	0,1285	0,1011	0,0175	0,0033	0,0562	0,1122	0,1829
E14 MG10	0,5	0,0050	0,0045	0,0169	0,0062	n.r.	n.r.	0,0104	0,0032	0,0284
	12,5	0,0018	0,0048	0,0154	0,0024	n.r.	n.r.	0,0196	0,0039	0,0075
	50	0,0113	0,0043	0,0549	0,0231	0,0014	0,0007	0,0454	0,0500	0,0349
	70	0,0137	0,0032	0,0777	0,0351	0,0009	0,0019	0,0491	0,0758	0,0770
E14 MG12	0,5	0,0033	0,0051	0,0188	0,0053	0,0001	n.r.	0,0129	n.r.	0,0061
	12,5	0,0044	0,0047	0,0220	0,0065	0,0005	n.r.	0,0179	0,0028	0,0141
	50	0,0063	0,0049	0,0353	0,0155	0,0010	0,0002	0,0410	0,0265	0,0270
	70	0,0050	0,0050	0,0500	0,0169	0,0007	0,0008	0,0402	0,0781	0,0531
E14 MG13	0,5	0,0047	0,0053	0,0235	0,0056	0,0002	0,0002	0,0236	0,0015	0,0148
	12,5	0,0029	0,0060	0,0201	0,0034	0,0007	n.r.	0,0225	0,0020	0,0051
	50	0,0079	0,0048	0,0385	0,0173	0,0008	0,0005	0,0452	0,0356	0,0183
	70	0,0327	0,0054	0,1155	0,0903	0,0156	0,0027	0,0544	0,1201	0,1893

I rapporti dei singoli pigmenti rispetto alla somma totale dei diagnostici fornisce una stima della composizione tassonomica del popolamento fitoplanctonico (Figura 53). La composizione pigmentaria risulta ben differenziata con i singoli pigmenti che al massimo raggiungono il 38 % del totale. Il pigmento più rappresentativo è la Hex-Fuco (marker delle Prymnesiophyceae coccolitofori), il suo contributo percentuale medio è del 27 %, quello minimo è del 18 % alla stazione E14 MG13 a 70 m, mentre quello max è il 36 % a 0,5 m alla stazione E14 MG12. Il pigmento che segue per rappresentatività è la Zea (marker delle forme assimilabili al genere *Synechococcus*)

che in media risulta il 23 %, i massimi in genere si collocano prevalentemente in superficie a 0,5 e 12,5 m (solo alle stazioni E14 MG7 e E14 MG12 si collocano a 50 m) ed arrivano fino al 36 % alla stazione E14 MG13 12,5 m; i minimi sono profondi ed raggiungono il 9 % alla stazione E14 MG13 a 70 m.

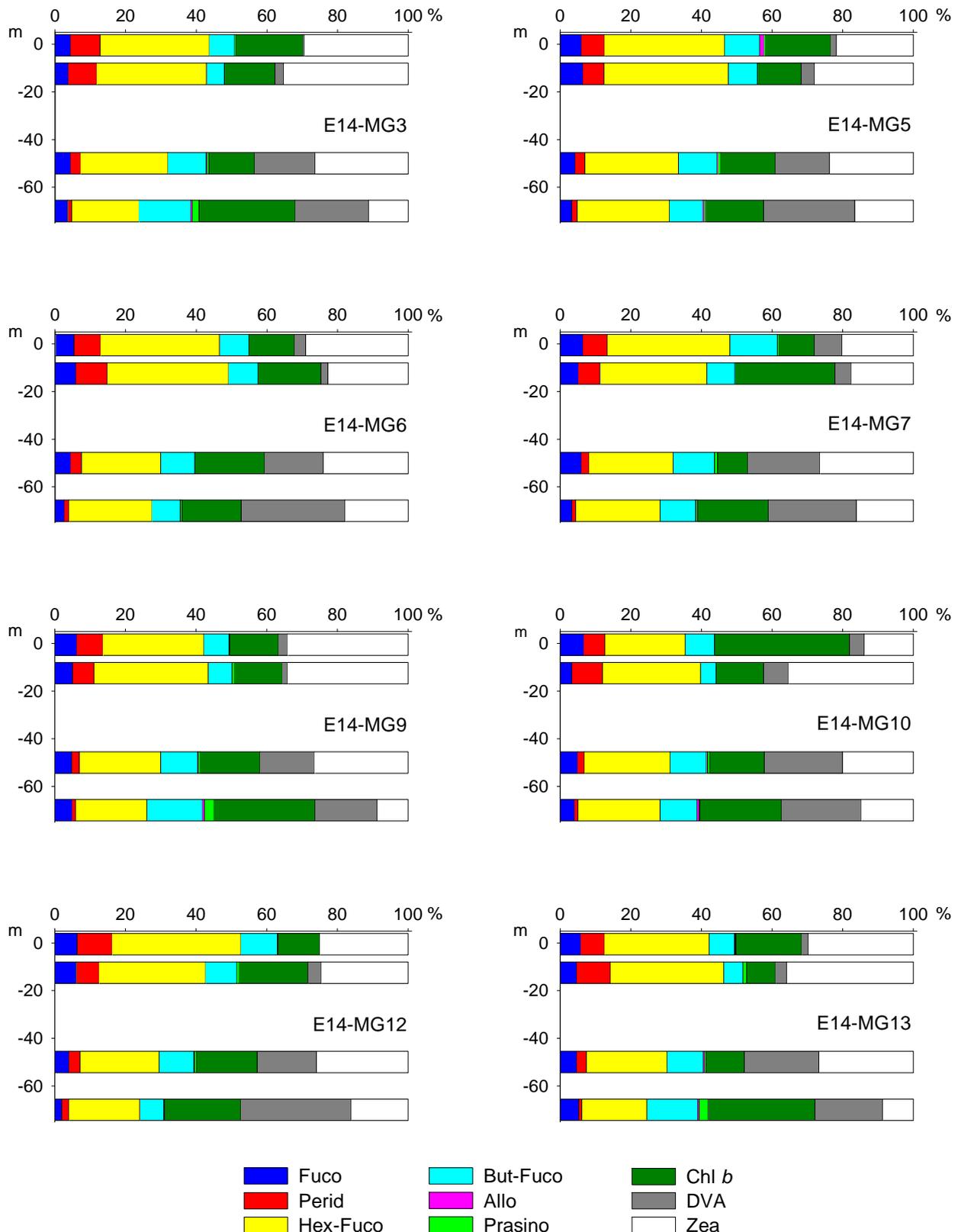


Figura 53 – Istogrammi della composizione percentuale di ognuno dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).

La Chl *b* (indicatore delle Chlorophyta) è in media il 18 %, in generale le percentuali più basse si collocano negli strati superficiali a 0,5, 12,5 (a 50 m alla stazione E14 MG3) con i valori minimi che raggiungono 8 % a 12,5 m alla stazione E14 MG13; fanno eccezione a questa modalità di distribuzione la stazioni E14 MG10, dove si registra la percentuale più alta in assoluto 38 % a 0,5 m e E14 MG7 dove il massimo (28 %) si colloca a 12,5 m. La DVA (marker del genere *Prochlorococcus*) è in media il 13 %, i massimi sono sempre alle profondità maggiori e raggiungono il 31 % alla stazione E14 MG12 70 m. La But-Fuco (marker di Dictyochophyceae, Chrysophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori) è presente con una frazione percentuale abbastanza costante in media 9 %. La Fuco (marker delle Diatomee) è presente con valori medi di circa il 5 %, con i con una leggera prevalenza negli strati superficiali (max 7 % stazione E14 MG10 0,5 m) e minimi profondi (min 2 % stazione E14 MG13 70 m). La Perid (marker dei Dinoflagellati) è presente con una percentuale media del 5 % i massimi sono superficiali e raggiungono il 10 % alla stazione E14 MG12 a 0,5 m. La frazione picoplanctonica totale relativa ai cianobatteri e costituita dalla somma di Zea (marker delle forme assimilabili al genere genere *Synechococcus*) e DVA (marker del genere *Prochlorococcus*) risulta una frazione importante del popolamento fitoplanctonico in media pari al 36 %.

Tensioattivi

Nella Tabella 32 sono riportati i risultati della ricerca dei tensioattivi. I tensioattivi non ionici sono stati riscontrati unicamente nei campioni superficiali delle stazioni E14 MG9 e E14 MG10. I tensioattivi anionici sono diffusamente presenti.

Tabella 32 - Risultati della ricerca dei tensioattivi anionici e non ionici in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in mg/l. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.

	E14 MG3				E14 MG5				E14 MG6				E14 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	<0.03	0,040	0,090	0,10	0,06	0,080	0,1	0,090	0,040	0,1	0,10	0,1	0,05	0,070	0,090	0,09
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
	E14 MG9				E14 MG10				E14 MG12				E14 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	0,09	0,070	0,080	0,11	0,16	0,11	0,10	0,080	0,070	0,13	0,15	0,10	0,090	0,11	0,11	0,090
Tensioattivi non ionici	0,05	<0.03	<0.03	0,05	0,05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

Cloroderivati

Questi composti non sono stati rilevati.

Tabella 33 - Risultati della ricerca dei cloroderivati in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in µg/l. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.

	E14 MG3				E14 MG5				E14 MG6				E14 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
Alocetonitrili. Sottoprodotti di disinfezione da clorazione (µg/l)																
Dibromoacetoneitrile	<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
Dicloroacetoneitrile	<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
Tricloroacetoneitrile	<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 V.O.C. (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

Tabella 33 - Risultati della ricerca dei cloroderivati in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in µg/l. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.

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	0,04	<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 SVOC (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

Continua Tabella 33

	E14 MG9				E14 MG10				E14 MG12				E14 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	<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
Aloacetoniitrili. Sottoprodotti di disinfezione da clorazione (µg/l)																
Dibromoacetoniitrile	<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
Dicloroacetoniitrile	<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
Tricloroacetoniitrile	<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 V.O.C. (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	0,03	<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 SVOC (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

Sono stati rilevati in soli due campioni.

Tabella 34 - Risultati della ricerca di idrocarburi totali in acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espressi in microgrammi/litro. In neretto (0,5; 12,5; 50; 70) sono espresse, in metri, le profondità di prelievo.

E14 MG3				E14 MG5				E14 MG6				E14 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
<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
E14 MG9				E14 MG10				E14 MG12				E14 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
<10	<10	27	<10	<10	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica condotta nelle acque superficiali (Tabella 35) non è stata rilevata la presenza né di coliformi, né di streptococchi fecali.

Tabella 35 - Risultati delle analisi microbiologiche condotte nei sedimenti durante la stagione estiva. I dati sono espressi in ufc/100ml.

	E14 MG3	E14 MG5	E14 MG6	E14 MG7	E14 MG9	E14 MG10	E14 MG12	E14 MG13
Streptococchi fecali (Enterococchi)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformi Fecali	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformi totali	-	-	-	-	-	-	-	-

6.1.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua

I valori chimico-fisici delle acque prelevate con cui sono stati effettuati i saggi biologici sono riportati in Tabella 36.

Tabella 36 - Parametri registrati nell'acqua dei campioni testati con *V. fischeri*, *P. lividus*, *P. tricornutum* e *D. labrax*. Salinità (‰); Ossigeno disciolto (mg/l).

Campione	Prof. m	Salinità	pH	Ossigeno disciolto	Campione	Prof. m.	Salinità	pH	Ossigeno disciolto
Controllo		36	8,18	7,89		0,5	38	8,34	7,80
E14 MG3	0,5	38	8,05	7,81	E14 MG9	12,5	38	8,35	7,85
	12,5	38	8,22	7,82		50	38	8,30	7,81
	50	38	8,21	7,76		0,5	38	8,36	7,86
	0,5	38	8,29	7,75		E14 MG10	12,5	38	8,35
E14 MG5	12,5	38	8,32	7,78	50		38	8,30	7,70
	50	38	8,28	7,80	0,5		38	8,34	7,63
	0,5	38	8,33	7,84	E14 MG12		12,5	38	8,35
	E14 MG6	12,5	38	8,33		7,90	50	38	8,29
50		38	8,30	7,81		0,5	38	8,32	7,71
0,5		38	8,33	7,84		E14 MG13	12,5	38	8,31
E14 MG7		12,5	38	8,35	7,86		50	37	8,27
	50	38	8,30	7,80					

Vibrio fischeri

Nella Tabella 37 sono riportati i risultati relativi al test di inibizione della bioluminescenza batterica di *V. fischeri* effettuato con il lotto batterico n. 13F4067 (scadenza 06/15) sui campioni di colonna di acqua. I risultati sono espressi come EC20/50 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 EC20/50.

I valori di EC50 di 0,86 mg/l (5 minuti di incubazione) e di 0,49 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.

Tabella 37 - 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
E14 MG3	0,5	>90	11,76	9,29	12,37		E14 MG9	0,5	>90	5,15	6,24	8,26	
	12,5	>90	-0,82	-1,15	-3,35			12,5	>90	16,95	7,65	11,94	
	50	>90	4,22	7,11	10,87			50	>90	7,14	11,84	15,61	
E14 MG5	0,5	>90	8,63	6,28	11,76		E14 MG 10	0,5	>90	8,78	8,01	10,77	
	12,5	>90	3,37	4,35	8,68			12,5	>90	15,63	6,8	13,81	
	50	>90	7,59	13,49	12,64			50	>90	7,17	13,23	13,19	
E14 MG6	0,5	>90	5,26	5,34	9,65		E14 MG 12	0,5	>90	8,56	9,79	12,55	
	12,5	>90	-0,7	0,13	2,46			12,5	>90	6,87	3,92	7,81	
	50	>90	7,61	11,86	13,52			50	>90	7,63	12,45	13,29	
E14 MG7	0,5	>90	5,7	6,24	9,32		E14 MG 13	0,5	>90	10,05	9,85	12,44	
	12,5	>90	2,26	0,29	4,76			12,5	>90	2,14	1,45	4,81	
	50	>90	4,63	12,35	14,37			50	>90	5,24	9,52	10,93	

Pheodactylum tricorutum

Nella Tabella 38 sono riportati risultati relativi al test d'inibizione della crescita algale (72 h) con il *P. tricorutum*.

I risultati sono espressi come le EC_{20/50} e come la media \pm DS del numero di cellule (n. di repliche/campione=3, campione al 100% in assenza di diluizioni).

Il test con il tossico di riferimento (potassio dicromato) ha mostrato valore di EC₅₀ pari 13,44 mg/l (L.C. 95%: 9,12-20,56), valore che rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio. 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, tranne il campione E14 MG09 (0,5 m di profondità).

I valori delle EC_{20/50} > 90% hanno dimostrato l'assenza di tossicità dei campioni di acqua testati, eccetto che per il campione E14 MG9 (0,5 m di profondità) che ha mostrato tossicità bassa con un valore di EC₂₀ pari a 72,75%; lo stesso campione ha mostrato una EC₅₀ >90%.

 Tabella 38 - Risultati del test con *Phaeodactylum tricorutum* condotti su campioni di acqua (incubazione 72 h) prelevati a diverse profondità (esprese in metri). EC_{20/50} (L.C. 95%) espressa in %.

Campione	Prof.	EC _{20/50}	Media N. cell. \pm DS x 10 ⁶ /ml	Tossicità	Campione	Prof.	EC _{20/50} %	Media N. cell. \pm DS x 10 ⁶ /ml	Tossicità
E14 MG3	0,5	>90	1,51 \pm 0,13		E14 MG9	0,5	72,75* (42,42-85,64)	0,68 \pm 0,09	bassa
	12,5	>90	1,35 \pm 0,10			12,5	>90	1,32 \pm 0,17	
	50	>90	1,63 \pm 0,13			50	>90	1,40 \pm 0,16	
E14 MG5	0,5	>90	1,37 \pm 0,28		E14 MG 10	0,5	>90	1,27 \pm 0,15	
	12,5	>90	1,25 \pm 0,12			12,5	>90	1,29 \pm 0,22	
	50	>90	1,57 \pm 0,09			50	>90	1,27 \pm 0,12	
E14 MG6	0,5	>90	1,54 \pm 0,04		E14 MG 12	0,5	>90	1,34 \pm 0,07	
	12,5	>90	1,40 \pm 0,01			12,5	>90	1,28 \pm 0,17	
	50	>90	1,43 \pm 0,08			50	>90	1,47 \pm 0,12	
E14 MG7	0,5	>90	1,23 \pm 0,07		E14 MG 13	0,5	>90	1,29 \pm 0,22	
	12,5	>90	1,32 \pm 0,09			12,5	>90	1,31 \pm 0,11	
	50	>90	1,24 \pm 0,13			50	>90	1,35 \pm 0,10	

*: I numeri esprimono il valore di EC₂₀ (L.C. 95%); il valore di EC₅₀ è >90%.

Dicentrarchus labrax

Nella Tabella 39 sono riportati i risultati relativi al saggio di tossicità acuta condotto sui campioni di colonna d'acqua utilizzando giovanili di *D. labrax* (5,1±0,6 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 2,12 E14 mg/l (L,C, 95%: 1,15 mg/l -2,75 mg/l), valore che rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio.

Tabella 39 - Risultati del test con giovanili di *Dicentrarchus labrax* 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. R=replica.

Campione	Prof, m	N. pesci esposti			% mortalità media	Tossicità acuta	Campione	Prof, m	N. pesci esposti			% mortalità media	Tossicità acuta
		R1	R2	R3					R1	R2	R3		
Controllo	-	10	10	10	0,0	assente	E14 MG9	0,5	10	10	10	0,0	assente
	0,5	10	10	10	0,0			12,5	10	10	10	0,0	
E14 MG3	12,5	10	10	10	3,3		50	10	10	10	0,0		
	50	10	10	10	0,0		0,5	10	10	10	0,0		
E14 MG5	0,5	10	10	11	6,4		E14 MG10	12,5	10	10	10	6,7	
	12,5	10	10	10	0,0			50	10	10	10	0,0	
	50	10	10	10	0,0			0,5	10	10	10	0,0	
E14 MG6	0,5	10	10	10	0,0		E14 MG12	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			0,5	10	10	10	3,3	
E14 MG7	0,5	10	10	10	0,0		E14 MG13	12,5	10	11	10	0,0	
	12,5	10	10	10	0,0			50	10	10	10	0,0	
	50	10	10	10	3,3								

Paracentrotus lividus

QA-QC – Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha fornito una EC₅₀ di 16,81 µg l⁻¹ di Cu (LC=14,91 e UC=18,95), che rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio. La percentuale media di embrioni allo stadio di pluteo (85 ± 2,52%) 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 seguente.

Tabella 40 - Risultati del test di embriotossicità (72ore) con <i>P.lividus</i> e successiva stima della tossicità cronica.							
Campione	Concentrazione (% del campione)	% media di plutei	% media di embrioni non sviluppati	Correzione ABBOTT	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Stima di tossicità
Controllo		85 ± 2,52	15	0	> 90	>100	Assente
	100	0 ± 0,00	100	100			
E14 MG3/0,5	50	62 ± 2,00	38	27	49,3	52,9	Media
	25	80 ± 0,58	20	7			
E14 MG3/12,5	100	55 ± 1,15	45	35			
	50	76 ± 1,53	24	11	68	>100	Bassa
	25	83 ± 1,15	17	3			
E14 MG3/50	100	0 ± 0,00	100	100			
	50	52 ± 1,53	48	39	28,3	43,4	Media
	25	80 ± 1,53	20	6			
E14 MG 05/0,5	100	0 ± 0,00	100	100			
	50	57 ± 2,00	43	33	29	44,7	Media
	25	80 ± 1,53	20	6			
E14 MG 05/12,5	100	0 ± 0,00	100	100			
	50	68 ± 2,00	32	20	31,4	48,5	Media
	25	82 ± 1,53	18	4			
E14 MG5/50	100	67 ± 2,00	33	21			
	50	77 ± 2,00	23	10	33,8	>100	Bassa
	25	82 ± 2,08	18	4			
E14 MG6/0,5	100	0 ± 0,00	100	100			
	50	75 ± 1,15	25	12	32,9	51	Media
	25	82 ± 2,00	18	4			

Tabella 40 - Risultati del test di embriotossicità (72ore) con <i>P.lividus</i> e successiva stima della tossicità cronica.							
	100	19 ± 2,00	81	78			
E14 MG 06/12,5	50	77 ± 1,15	23	9	34,2	62,9	Media
	25	84 ± 0,58	16	2			
	100	36 ± 2,00	64	58			
E14 MG6/50	50	74 ± 2,08	26	14	32,1	76,7	Media
	25	83 ± 2,31	17	3			
	100	30 ± 2,00	70	65			
E14 MG7/0,5	50	75 ± 1,15	25	13	31,7	70,1	Media
	25	82 ± 1,53	18	4			
	100	34 ± 2,00	66	60			
E14 MG7/12,5	50	76 ± 1,15	24	11	32,6	75,5	Media
	25	82 ± 0,58	18	4			
	100	60 ± 1,53	40	29			
E14 MG7/50	50	77 ± 2,08	23	10	33,1	>100	Bassa
	25	82 ± 1,53	18	4			
	100	77 ± 1,15	23	9			
E14 MG9/0,5	50	80 ± 0,58	20	7	> 90	>100	Assente
	25	83 ± 0,58	17	3			
	100	45 ± 1,53	55	48			
E14 MG9/12,5	50	78 ± 1,53	22	9	33,8	95,8	Media
	25	83 ± 1,53	17	3			
	100	76 ± 2,00	24	11			
E14 MG9/50	50	80 ± 0,58	20	7	> 90	>100	Assente
	25	83 ± 1,15	17	3			
	100	75 ± 2,31	25	13			
E14 MG10/0,5	50	80 ± 1,00	20	6	> 90	>100	Assente
	25	83 ± 1,53	17	3			
	100	78 ± 1,15	22	9			
E14 MG10/12,5	50	80 ± 0,58	20	6	> 90	>100	Assente
	25	83 ± 1,00	17	3			
	100	14 ± 2,00	86	84			
E14 MG 10/50	50	66 ± 1,00	34	23	29,9	54,1	Media
	25	81 ± 1,53	19	5			
	100	0 ± 0,00	100	100			
E14 MG 12/0,5	50	56 ± 2,52	44	35	29,2	44,7	Media
	25	81 ± 1,15	19	5			
	100	0 ± 0,00	100	100			
E14 MG 12/12,5	50	76 ± 1,00	24	11	32,7	51	Media
	25	81 ± 1,53	19	5			
	100	21 ± 2,08	79	76			
E14 MG 12/50	50	70 ± 1,53	30	18	31,2	60,3	Media
	25	82 ± 2,08	18	4			
	100	75 ± 1,00	25	12			
E14 MG 13/0,5	50	79 ± 1,00	21	7	> 90	>100	Assente
	25	82 ± 2,08	18	4			
	100	66 ± 1,53	34	23			
E14 MG 13/12,5	50	79 ± 1,53	21	8	34,7	>100	Bassa
	25	82 ± 2,00	18	4			
	100	6 ± 1,15	94	93			
E14 MG 13/50	50	72 ± 2,00	28	16	32,2	52,7	Media
	25	82 ± 1,15	18	4			

La tossicità cronica media, rilevata nella gran parte dei campioni di acqua ha contrastato lo sviluppo regolare degli embrioni che hanno raggiunto solo lo stadio di blastula e/o prisma. Nei campioni E14 MG03/12,5, E14 MG05/50, E14 MG07/50 e E14 MG13/12,5 nei quali è stata rilevata la presenza di tossicità cronica bassa sono stati osservati i plutei che presentavano le diverse malformazioni. I campioni E14 MG09/0,5, E14 MG09/50, E14 MG10/0,5, E14 MG10/12,5 e E14 MG13/0,5 non hanno presentato alcuna tossicità cronica per gli embrioni di *P. lividus*.

6.1.4 Plancton

6.1.4.1 Fitoplancton

Analisi quantitativa e qualitativa del fitoplancton da bottiglia

Le densità fitoplanctoniche variano tra un minimo di circa $30 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ (E14 MG12, 0m) ad un massimo di circa $70 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ (E14 MG10, 70m), abbondanze relativamente basse, come da aspettarsi per il periodo stagionale.

I profili verticali sono piuttosto omogenei tra tutte le stazioni (Figura 54), con la tendenza ad un aumento delle densità cellulari verso le acque più profonde. Le abbondanze delle singole classi fitoplanctoniche sono relativamente scarse (Tabella 41), in particolare per le diatomee (in media circa $4 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$) che raramente superano $10 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ e solo in un paio di campioni a 70m. Il contributo di questa classe tende infatti ad aumentare con la profondità (Figura 54). I dinoflagellati mostrano le maggiori densità (in media circa $14 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$) con quantità generalmente simili per tutte le stazioni e profondità, e un contributo medio di circa il 28% seguiti dai coccolitofori (in media $9,5 \cdot 10^3 \text{ cell L}^{-1}$) che presentano una maggiore variabilità nella loro distribuzione (Figura 55).

Il raggruppamento "Altro plancton" rappresenta sempre una componente maggioritaria, in media con il 45% degli organismi (Figura 55), con le diverse classi che presentano abbondanze raramente superiori a 10^3 cell L^{-1} . Le Prasinophyceae e altri nanoflagellati (Prymnesiophyceae non coccolitofori, flagellati eterotrofi di incerta collocazione sistematica) rappresentano generalmente la componente più abbondante, con una variabilità di contributo tra il 5 ed il 20% circa.

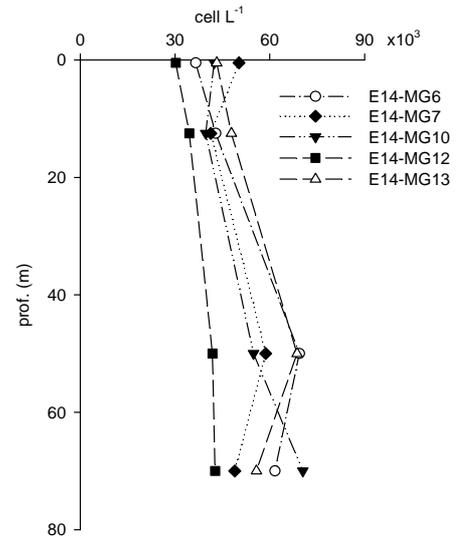


Figura 54 - Profili verticali delle densità fitoplanctoniche totali ($\text{cell L}^{-1} \cdot 10^3$) nelle diverse stazioni.

Tabella 41 - Densità fitoplanctonica totale e delle classi o gruppi identificati ($\text{cell L}^{-1} \cdot 10^3$).						
Stazione	prof. (m)	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Altro	Totale
E14 MG6	0,5	1,1	10,3	7,7	17,4	36,6
	12,5	1,4	9,8	6,2	25,5	42,9
	50	3,2	19,0	14,6	32,6	69,4
	70	3,0	14,7	17,6	26,3	61,6
E14 MG7	0,5	1,7	19,2	11,3	18,0	50,2
	12,5	1,0	12,3	14,2	13,8	41,3
	50	2,3	18,2	13,2	24,9	58,7
	70	5,2	11,0	16,2	16,5	48,9
E14 MG10	0,5	5,4	9,7	11,1	16,2	42,4
	12,5	1,7	12,1	11,0	14,2	38,9
	50	4,6	13,5	11,7	24,8	54,7
	70	15,4	14,2	15,6	25,3	70,4
E14 MG12	0,5	2,5	10,2	0,11	17,3	30,2
	12,5	2,7	11,5	0,06	20,3	34,5
	50	3,8	16,4	0,12	20,9	41,2
	70	2,6	14,5	0,06	25,5	42,7
E14 MG13	0,5	1,7	11,5	7,6	22,4	43,2
	12,5	0,98	14,9	12,4	19,5	47,8
	50	3,9	19,2	13,2	32,4	68,7
	70	17,7	9,7	6,2	22,1	55,8

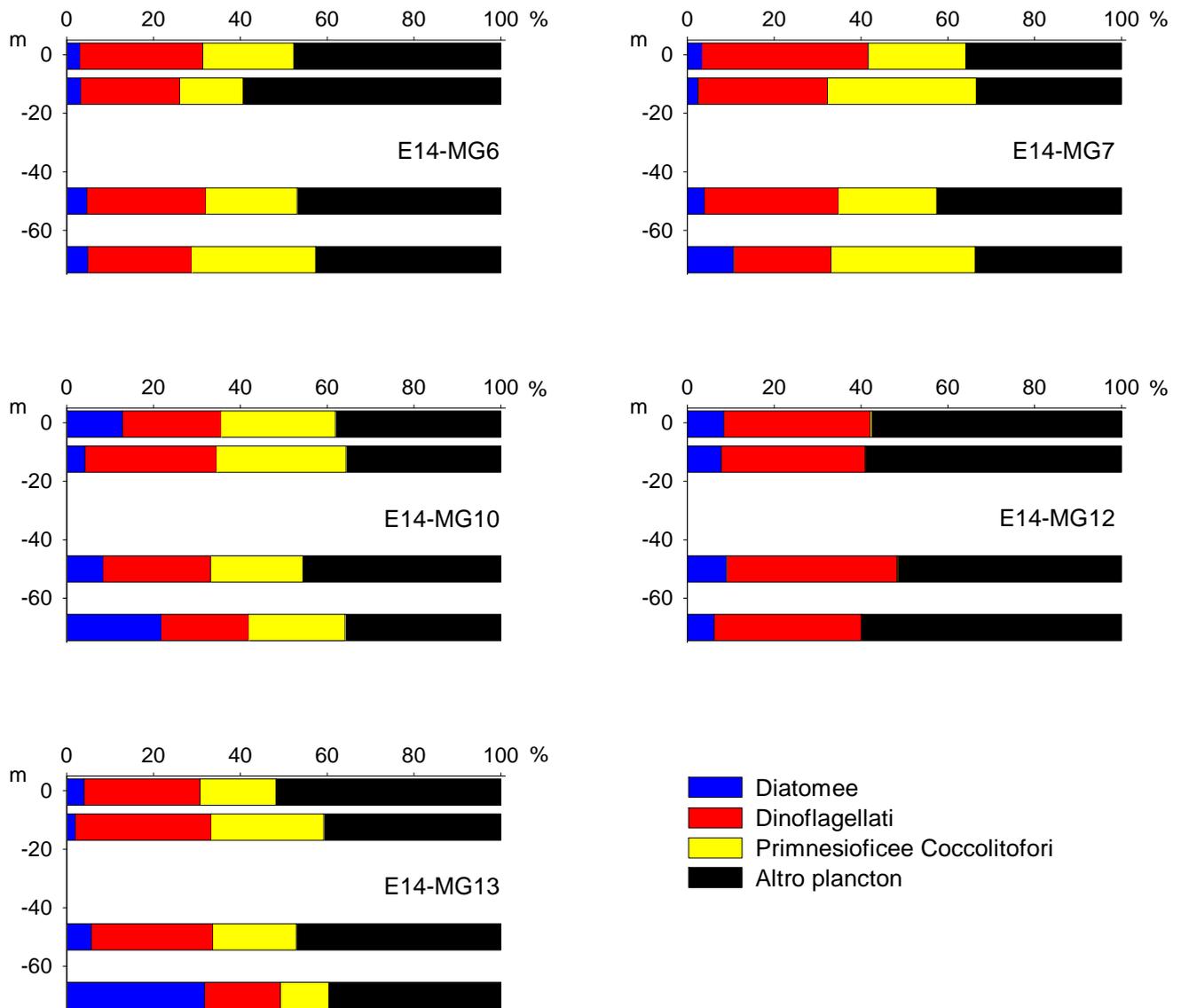


Figura 55 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda nelle diverse stazioni.

La distribuzione dei taxa tra le diverse classi è mostrata in Tabella 42, per un totale di 198 taxa individuati più la categoria dei “flagellati non identificati”.

Tabella 42 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati.

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	47	11	4
Dinoflagellati	60	6	3
Prymnesiophyceae coccolitofori	36	4	3
Cryptophyceae	1		1
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	5		1
Euglenoidea/Chlorophyta			1
Prasinophyceae	3	2	1
Prymnesiophyceae non coccolitofori	1	3	
Altro	4	1	
Totale	157	27	14

*Con il termine “Categorie superiori” si intendono livelli tassonomici sopragenerici

Tabella 43 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.

DIATOMEE		
<i>Asteromphalus flabellatus</i> Ehrenberg 1844	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	<i>Nitzschia</i> spp.
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve 1897	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle 1996	<i>Plagiotropis</i> sp.
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Shadbol 1854	Diatomee centriche $\leq 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström 1986
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey 1937	Diatomee centriche $> 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden 1928
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder 1864	Diatomee pennate $\leq 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Pseudo-nitzschia galaxiae</i> Lundholm & Moestrup 2002
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve 1873	Diatomee pennate $> 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i> (Takano) Takano 1995
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder 1864	<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1854	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros curviseletus</i> Cleve 1889	<i>Entomoneis</i> sp.	<i>Pseudo-nitzschia subfraudulenta</i> (Hasle) Hasle 1993
<i>Chaetoceros dadayi</i> Pavillard 1913	<i>Fragilariopsis</i> sp.	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström 1986
<i>Chaetoceros diversus</i> S.L. Van Landingham 1968	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i> (Hensen) Gran 1905
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow 1863	<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck 1882	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell 1858
<i>Chaetoceros neogracile</i> S.L. Van Landingham 1968	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	<i>Rhizosolenia</i> sp.
<i>Chaetoceros pelagicus</i> Cleve	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell 1856	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran 1915	<i>Synedra</i> cf. <i>affinis</i> Kützing 1844
<i>Chaetoceros pseudocurvisetulus</i> Mangin 1910	<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) Agardh 1831	<i>Synedra</i> sp.
<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Navicula smithii</i> Brébisson 1854	<i>Thalassionema</i> cf. <i>bacillare</i> (Heiden) Kolbe 1955
<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meunier 1913	<i>Nitzschia</i> (sez. <i>sigmatae</i>) sp.	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff 1986
<i>Chaetoceros vivisibilis</i> Schiller	<i>Nitzschia bicapitata</i> Cleve 1901	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightwell 1856	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Rafts 1861	<i>Thalassiosira</i> sp.
<i>Coccinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1840	<i>Nitzschia sicula</i> (Castracane) Hustedt	<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow 1880
<i>Cyclotella</i> spp.		
DINOFAGELLATI		
<i>Actiniscus pentasterias</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1844	<i>Heterocapsa minima</i> Pomroy 1989	<i>Oxytoxum viride</i> Schiller 1937
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i> Halim 1960	<i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911
<i>Alexandrium taylora</i> Balech 1994	<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen 1995	<i>Podolampas palmipes</i> Stein 1883
<i>Amphidinium</i> cf. <i>globosum</i> Schröder 1911	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein 1883	<i>Pronoctiluca acuta</i> (Lohmann) Schiller 1933
<i>Amphidinium</i> cf. <i>sphenoides</i> Wulff 1916	<i>Histioneis joergensenii</i> Schiller 1928	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich 1970
<i>Cladopyxis brachiolata</i> Stein 1883	<i>Histioneis robusta</i> Rampi 1969	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975
<i>Cochlodinium pulchellum</i> Lebour 1917	<i>Histioneis</i> spp.	<i>Prorocentrum dentatum</i> Stein 1883
<i>Cochlodinium</i> sp.	<i>Karenia papilionacea</i> Haywood & Steidinger 2004	<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt 1895
Dinoflagellati tecati $\leq 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Karenia</i> spp.	<i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) Stein 1878
Dinoflagellati tecati $> 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Lessardia elongata</i> Saldarriaga & Taylor 2003	<i>Prorocentrum maximum</i> (Gouret) Schiller 1937
<i>Dinophysis infundibula</i> Schiller 1928	<i>Mesoporos perforatus</i> (Gran) Lillick 1937	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg 1833
<i>Dinophysis pusilla</i> Jörgensen 1923	<i>Micracanthodinium setiferum</i> (Lohmann) Deflandre 1937	<i>Prorocentrum rathymum</i> Loeblich, Sherley & Schmidt 1979
<i>Dinophysis tripossp.</i>	<i>Neoceratium concilians</i> (Jörgensen) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia 2010	<i>Protoperidinium breve</i> Paulsen 1907
<i>Diplopsalis</i> sp.	<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>globulus</i> (Stein) Balech 1974
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jörgensen 1899	<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García 2010	<i>Protoperidinium mediterraneum</i> (Kofoid) Balech 1974
<i>Gonyaulax minima</i> Matzenauer	<i>Oxytoxum adriaticum</i> Schiller 1937	<i>Protoperidinium steinii</i> (Jörgensen) Balech 1974
<i>Gonyaulax monacantha</i> Pavillard 1916	<i>Oxytoxum caudatum</i> Schiller 1937	<i>Protoperidinium tuba</i> (Schiller) Balech 1974
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein 1883	<i>Oxytoxum crassum</i> Schiller 1937	<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt 1896
Gymnodiniaceae $< 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Oxytoxum mediterraneum</i> Schiller	<i>Pyrocystis robusta</i> Kofoid 1907
Gymnodiniaceae $> 20 \mu\text{m n.i.}$	<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein 1883	<i>Scrippsiella spinifera</i> Honsell & Cabrini 1991
<i>Gymnodinium voukii</i> Schiller 1928	<i>Oxytoxum sphaeroideum</i> Stein 1883	<i>Scrippsiella</i> spp.
<i>Gyrodinium aciculatum</i> Hansen & Larsen 1992	<i>Oxytoxum strophalatum</i> Dodge & Saunders 1985	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich III 1965
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy 1921	<i>Oxytoxum variabile</i> Schiller 1937	<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy 1921
PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI		
<i>Acanthoica quattrosina</i> Lohmann 1903	<i>Corisphaera</i> spp.	<i>Periphyllaphora mirabilis</i> (Schiller) Kamptner 1937
<i>Acanthoica</i> sp.	<i>Coronosphaera binodata</i> (Kamptner) Gaarder 1977	<i>Pontosphaera</i> cf. <i>steueri</i>
<i>Algirosphaera robusta</i> (Lohmann) Norris 1984	<i>Coronosphaera mediterranea</i> (Lohmann) Gaarder 1977	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann 1902
<i>Alisphaera ordinata</i> (Kamptner) Heimdal 1973	<i>Cyrtosphaera aculeata</i> (Kamptner) Kleijne 1992	<i>Rhabdosphaera clavigera</i> Murray & Blackman 1898
<i>Anacanthoica acanthos</i> (Schiller) Deflandre 1952	<i>Daktylethra pirus</i> (Kamptner) Norris 1985	<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann 1902
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler 1967	<i>Sphaerocalyptra quadridentata</i> (Schiller) Deflandre 1952
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young 2003	<i>Helicosphaera carterii</i> (Wallich) Kamptner 1954	<i>Syracosphaera anthos</i> (Lohman) Janin 1987
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran 1912	<i>Helladosphaera aurisinae</i> Kamptner 1941	<i>Syracosphaera</i> cf. <i>molischii</i> Schiller 1925
<i>Calyptrosphaera oblonga</i> Lohmann 1902	<i>Helladosphaera cornifera</i> (Schiller) Kamptner 1937	<i>Syracosphaera histrica</i> Kamptner 1941
<i>Calyptrosphaera</i> sp.	Holococcolitofore sp. 1	<i>Syracosphaera nodosa</i> Kamptner 1941
<i>Calyptrosphaera sphaeroidea</i> Schiller 1913	<i>Homozygosphaera arethusae</i> (Kamptner) A.Kleijne 1991	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann 1902
<i>Ceratolithus cristatus</i> Kamptner 1950	<i>Michaelsarsia elegans</i> Gran 1912	<i>Syracosphaera</i> sp.
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller 1930	<i>Oolithus fragilis</i> (Lohmann) Martini & Müller	<i>Umbilicosphaera sibogae</i> (Weber-van Bosse) Gaarder 1970
Coccolitofori n.i.	<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann 1913	<i>Zigosphaera hellenica</i> Kamptner 1937
CRYPTOPHYCEAE		
Cryptophyceae n.i.	<i>Plagioselmis prolunga</i> Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall 1994	
CHRYSOPHYCEAE/DICTYOCOPHYCEAE		
<i>Actinomonas mirabilis</i> Kent 1880	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg 1839	<i>Mesocena polymorpha</i> var. <i>biseptenaria</i> Gemeinhardt
Chrysophyceae n.i.	<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohmann 1902	<i>Ollicola vangoonii</i> (Conrad) Vørs 1992
CHLOROPHYTA		
<i>Chlorophyta</i> n.i.		
PRASINOPHYCEAE		
<i>Halosphaera viridis</i> Schmitz 1878	Prasinophyceae n.i.	<i>Pyramimonas</i> spp.
<i>Pachysphaera pelagica</i> Ostenfeld 1899	<i>Pseudoscourfieldia marina</i> (Thronsen) Manton 1975	<i>Tetraselmis</i> sp.
PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI		
<i>Chrysochromulina</i> spp.	<i>Phaeocystis</i> sp.	<i>Prymnesium</i> spp.
<i>Imantonia rotunda</i> Reynolds 1974	<i>Phaeocystis</i> sp. (forma coloniale)	

La maggior parte dei taxa è attribuita ai dinoflagellati, seguiti da diatomee e coccolitofori, ed il grande numero evidenzia una notevole diversità delle comunità fitoplanctoniche, come anche l'indice di diversità (Shannon), mai inferiore a 4,0 bit cell⁻¹. Da questi valori deriva un'alta equitabilità (Pielou), variabile tra 0,73 e 0,81, ad indicare che un grande numero di taxa con densità cellulari scarse contribuiscono alle abbondanze totali. Questo pattern è in accordo al periodo tardo-estivo, fatto da considerarsi come fase matura-finale della successione stagionale fitoplanctonica. I taxa più diffusi e presenti nella maggior parte dei campioni appartengono a dinoflagellati atecati (*Gymnodiniaceae* spp.) e tecati (*Heterocapsa* spp.) e a nanoflagellati di diversa collocazione tassonomica (*Tetraselmis* sp., *Phaeocystis* sp., *Leucocryptos marina*) che, insieme ad *Emiliania huxleyi*, formano i raggruppamenti dominanti in termini di abbondanza.

Analisi qualitativa del fitoplancton da retino

Nelle cinque stazioni (E14 MG6, E14 MG7, E14 MG10, E14 MG12 e E14 MG13) campionate con retino sono stati individuati 194 taxa: 164 specie, 25 generi e 3 categorie soprageneriche (Tabella 44). Considerando il numero di taxa per ogni classe nell'insieme di tutte le stazioni, 55 appartengono alle diatomee, 108 alle dinoficee, 24 ai coccolitofori, mentre per la componente "altro plancton" sono state identificate 2 specie appartenenti alle Dictyochophyceae e 1 specie appartenente alla classe Euglenoidea (Tabella 44). La numerosità dei taxa individuati in ogni stazione va da 79 (E14 MG6) a 121 (E14 MG10). L'osservazione qualitativa del microfitoplancton ha permesso quindi di rilevare la presenza di numerose specie rare meno frequentemente osservate nei campioni raccolti con le bottiglie (Tabella 45).

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	43	11	1
Dinoflagellati	96	10	2
Prymnesiophyceae coccolitofori	22	2	
Dictyochophyceae	2		
Euglenoidea	1	1	
Prymnesiophyceae non coccolitofori		1	
Altro	2		
Totale	166	25	3

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

Tabella 45 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni E14 MG6, E14 MG7, E14 MG10, E14 MG12 e E14 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 1990	x		x	x		<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck 1882	x	x	x	x	x
<i>Asteromphalus parvulus</i> Karsten 1905	x					<i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wallich 1860				x	x
<i>Asterolampra marylandica</i> Ehrenberg 1844			x			<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	x	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve 1897	x					<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle 1975	x	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder 1864		x		x		<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) Agardh 1831					x
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> var. <i>princeps</i> (Castrachane) Ikar					x	<i>Navicula</i> spp.	x	x		x	x
<i>Bacteriastrium</i> sp.			x			<i>Neocalyptrella robusta</i> (Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo 1997		x			
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey 1937	x		x	x	x	<i>Nitzschia sicula</i> (Castracane) Hustedt	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>convolutus</i> Castracane 1886				x		<i>Nitzschia socialis</i> Gregory 1857		x			
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder 1864			x			<i>Nitzschia</i> spp.					x
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve 1889	x		x	x	x	<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh 1832					x
<i>Chaetoceros dadayi</i> Pavillard 1913	x	x	x	x	x	<i>Pleurosigma</i> spp.					x
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873			x			<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström 1986	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg 1845			x			<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>galaxiae</i> N.Lundholm & Ø.Moestrup, 2002	x		x		
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve 1873	x	x	x	x		<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle) Hasle 1993	x	x	x	x	x
<i>Chaetoceros laciniosus</i> Schütt 1895			x			<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (delicatissima complex)		x			
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow 1863	x		x	x	x	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström 1986	x		x		
<i>Chaetoceros neogracile</i> S.L. Van Landingham 1968			x			<i>Rhizosolenia acicularis</i> B.G.Sundström 1986			x		
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell 1856	x		x	x	x	<i>Rhizosolenia</i> cf. <i>clevei</i> Ostefeld 1902					x
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mangin 1910			x			<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell 1858	x		x	x	x
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostefeld 1901	x					<i>Rhizosolenia</i> sp.			x		
<i>Chaetoceros</i> spp.	x	x		x	x	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh 1832					x
<i>Cyclotella</i> sp.	x	x	x	x		<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff 1986	x	x	x	x	x
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	x	x	x	x		<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902	x			x	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle 1996		x				<i>Thalassiosira anguste-lineata</i> (A.Schmidt) G.Fryxell & Hasle 1977				x	
Diatomee pennate n.i.			x			<i>Thalassiosira</i> spp.	x	x	x	x	x
<i>Diploneis</i> sp.				x		<i>Tropidoneis</i> sp. = <i>Plagiotropis</i> sp.				x	
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996			x								
DINOFILAGELLATI											
<i>Actiniscus pentasterias</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1844		x	x			<i>Neoceratium longirostrum</i> (Gourret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010				x	
<i>Alexandrium</i> spp.	x	x	x	x	x	<i>Neoceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x		x		
<i>Amphidinium</i> cf. <i>sphenoides</i> Wulff 1916			x			<i>Neoceratium massiliense</i> (Gourret) F.Gomez, D.Moreira & P.Lopez-Garcia 2010	x			x	
<i>Amphisolenia bidentata</i> Schröder 1900			x			<i>Neoceratium pentagonum</i> (Gourret) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x			x	
<i>Azadinium caudatum</i> (Halldal) Nézan et Chomérat	x	x	x		x	<i>Neoceratium pulchellum</i> (Schröder) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010				x	

Tabella 45 - Lista dei taxa individuati dalle analisi qualitative delle raccolte con retino nelle stazioni E14 MG6, E14 MG7, E14 MG10, E14 MG12 e E14 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13).

<i>Ceratocorys horrida</i> Stein 1883	x	x	x	x	<i>Neoceratium setaceum</i> (Jørgensen) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia 2010	x			
<i>Cladopyxis brachiolata</i> Stein 1883		x	x	x	<i>Neoceratium symmetricum</i> (Pavillard) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia 2010				x
<i>Cochlodinium cf. brandtii</i> Wulff 1916			x		<i>Neoceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x			x
<i>Cochlodinium cf. lebourae</i> Kofoid & Swezy 1921			x		<i>Neoceratium tripos</i> (O.F. Müller) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia 2010	x	x		
<i>Cochlodinium cf. pupa</i> Lebour 1925				x	<i>Ornithocercus magnificus</i> Stein 1883	x	x		
<i>Cochlodinium</i> sp.		x		x	<i>Ornithocercus quadratus</i> Schütt 1900	x			
<i>Corythodinium tessellatum</i> (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III 1966	x	x	x	x	<i>Oxytoxum caudatum</i> Schiller 1937	x	x	x	
Dinoflagellati tecati n.i.	x	x	x	x	<i>Oxytoxum constrictum</i> (Stein) Bütschli 1885	x			
<i>Dinophysis amandula</i> (Balech) Sournia 1973	x	x			<i>Oxytoxum curvatum</i> (Kofoid) Kofoid 1911				x
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent 1881	x	x	x	x	<i>Oxytoxum globosum</i> Schiller		x		
<i>Dinophysis infundibula</i> J. Schiller 1928			x		<i>Oxytoxum laticeps</i> Schiller, 1937	x	x	x	x
<i>Dinophysis ovum</i> (Schütt) Abé			x		<i>Oxytoxum longiceps</i> Schiller	x	x	x	x
<i>Dinophysis</i> sp.		x			<i>Oxytoxum mediterraneum</i> Schiller	x	x	x	x
<i>Diplopsalis</i> sp.	x	x	x	x	<i>Oxytoxum parvum</i> Schiller 1937		x		
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jørgensen 1899	x	x	x	x	<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein 1883	x	x	x	x
<i>Gonyaulax fragilis</i> (Schütt) Kofoid 1911			x		<i>Oxytoxum sphaeroideum</i> Stein 1883		x		
<i>Gonyaulax minima</i> Matzenauer			x	x	<i>Oxytoxum spinosum</i> Rampi	x			x
<i>Gonyaulax monacantha</i> Pavillard 1916				x	<i>Oxytoxum variabile</i> Schiller 1937	x	x	x	x
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein 1883	x	x	x	x	<i>Oxytoxum viride</i> Schiller 1937	x	x	x	x
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid 1911			x		<i>Pachydinium mediterraneum</i> Pavillard 1915				x
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing 1866	x				<i>Phalacroma rapa</i> Jørgensen 1923		x		
<i>Gymnodiniaceae</i> n.i.	x	x	x	x	<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener 1911	x	x	x	x
<i>Gymnodinium elongatum</i> Hope 1954			x		<i>Podolampas bipes</i> Stein 1883	x	x		
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy 1921	x	x	x	x	<i>Podolampas palmipes</i> Stein 1883	x	x	x	
<i>Gyrodinium pepo</i> (Schütt) Kofoid & Swezy 1921	x		x	x	<i>Podolampas spinifer</i> Okamura 1912		x	x	x
<i>Gyrodinium</i> spp.		x			<i>Pronociliuca acuta</i> (Lohmann) Schiller 1933	x	x	x	x
<i>Heterocapsa minima</i> Pomroy 1989	x	x	x	x	<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich 1970		x	x	x
<i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	x	x	x	x	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975	x	x	x	x
<i>Heterocapsa rotundata</i> (Lohmann) Hansen 1995			x	x	<i>Prorocentrum dactylus</i> (Stein) Dodge 1975	x			
<i>Heterocapsa</i> spp.	x	x	x	x	<i>Prorocentrum dentatum</i> Stein 1883		x	x	
<i>Histioneis detonii</i> Rampi 1947				x	<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt 1895		x	x	x
<i>Histioneis robusta</i> Rampi 1969	x				<i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) F. Stein 1878	x	x	x	x
<i>Karenia papilionacea</i> A.J. Haywood & K.A. Steidinger 2004	x	x	x	x	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg 1833	x	x	x	x
<i>Karenia</i> sp.	x	x	x	x	<i>Prorocentrum rathymum</i> Loeblich, Sherley & Schmidt 1979	x	x	x	
<i>Kofoidinium velleloides</i> Pavillard 1928			x	x	<i>Protoperidinium breve</i> Paulsen 1907	x			x
<i>Lessardia elongata</i> Saldarriaga & F.J.R. Taylor 2003	x	x	x	x	<i>Protoperidinium globulus</i> (Stein) Balech 1974		x		
<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge 1989			x		<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech 1974				x
<i>Mesoporos adriaticus</i> (Schiller) Lillick	x	x	x	x	<i>Protoperidinium diabolium</i> (Cleve) Balech 1974				x
<i>Mesoporos perforatus</i> (Gran) Lillick 1937	x	x	x	x	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech, 1974	x	x	x	x
<i>Micracanthodinium bacilliferum</i> (Schiller) Deflandre 1937			x		<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech 1974		x		
<i>Micracanthodinium</i> sp.	x	x	x		<i>Protoperidinium ovum</i> (Schiller) Balech 1974				x
<i>Minuscula bipes</i> (Paulsen) Lebour 1925			x		<i>Protoperidinium</i> sp.				x
<i>Nematodinium torpedo</i> Kofoid & Swezy 1921	x	x	x	x	<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech 1974	x	x	x	x
<i>Neoceratium candelabrum</i> (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira & P. López-Garcia 2010			x		<i>Protoperidinium tuba</i> (Schiller) Balech 1974	x	x	x	x
<i>Neoceratium concilians</i> (Jørgensen) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia 2010				x	<i>Pyrocystis lunula</i> (J. Schütt) J. Schütt 1896	x		x	
<i>Neoceratium extensum</i> (Gouret) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x				<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Balech ex Loeblich III 1965	x	x	x	x
<i>Neoceratium falciforme</i> (Jørgensen) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010				x	<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy 1921	x	x		
<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x	x	x	x	<i>Torodinium teredo</i> (Pouchet) Kofoid & Swezy 1921				x
<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	x		x		<i>Warnovia</i> sp.		x		
PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI									
<i>Acanthoica quattrosolina</i> Lohmann 1903		x	x		<i>Discosphaera tubifer</i> (Murray & Blackman) Ostenfeld, 1900	x	x		
<i>Acanthoica</i> sp.	x	x	x	x	<i>Helicosphaera carterii</i> (Wallich) Kamptner 1954	x	x	x	x
<i>Algirosphaera robusta</i> (Lohmann) Norris 1984	x			x	<i>Homozygosphaera arethusae</i> (Kamptner) A. Kleijne 1991	x	x	x	x
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	x	x	x	x	<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann 1913	x			x
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young 2003	x	x	x	x	<i>Periphylophora mirabilis</i> (Schiller) Kamptner 1937	x	x	x	
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran 1912	x	x	x	x	<i>Pontosphaera syracusana</i> Lohmann 1902	x	x		
<i>Calyptosphaera oblonga</i> Lohmann 1902	x	x	x		<i>Rhabdosphaera clavigera</i> Murray & Blackman 1898	x	x	x	x
<i>Calyptosphaera</i> sp.		x	x		<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann 1902	x	x	x	x
<i>Coronosphaera binodata</i> (Kamptner) Gaarder 1977	x	x	x	x	<i>Sphaerocalyptra quadridentata</i> (Schiller) Deflandre 1952	x	x	x	
<i>Coronosphaera mediterranea</i> (Lohmann) Gaarder 1977				x	<i>Syracosphaera pirus</i> Halldal & Markali 1955	x			
<i>Cyrtosphaera aculeata</i> (Kamptner) Kleijne 1992	x	x	x	x	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann 1902	x	x	x	x
<i>Daktylethra pirus</i> (Kamptner) R.E. Norris 1985		x	x	x	<i>Zigosphaera hellenica</i> Kamptner 1937	x	x	x	x
DICTYOCOPHYCEAE									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg 1839	x	x	x	x	<i>Phaeocystis</i> sp. (forma coloniale)	x			
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse 1946	x								
EUGLENOIDEAE									
<i>Euglena acusformis</i>	x				<i>Hermesinum adriaticum</i> O. Zacharias 1906	x	x	x	
<i>Euglena</i> sp.		x			<i>Vannella simplex</i> Bovee 1965				x

6.1.4.2 Zooplankton

Oloplancton

I dati ottenuti dall'analisi del comparto oloplanctonico campionato nella stagione estiva del 2014, confermano la dominanza della frazione a Copepodi planctonici, così come registrato in tutte le campagne fin qui analizzate.

Dallo studio emerge che i Copepodi sono maggiormente concentrati nella porzione più profonda della colonna d'acqua (fondo – 50m) dove sono stati campionati 540,21 individui per m⁻³. Il numero di individui decresce gradualmente spostandosi verso la superficie passando da 420,14 individui/m³ rinvenuti tra 0m e 50m, a 141,62 copepodi/m³ presenti nelle pescate orizzontali superficiali. Nel complesso sono stati identificati 88 taxa di copepodi (Tabella 46) rappresentanti 24 famiglie. La famiglia dominante è quella dei Calanoidi Clausocalanidi (8 taxa) alla quale appartengono le specie dominanti *Clausocalanus arcuicornis* e *Clausocalanus furcatus*, descritte in letteratura con picchi di abbondanza in corrispondenza della stagione più calda. *C. arcuicornis* tende ad aumentare al crescere della profondità, mentre *C. furcatus* è maggiormente concentrato nella porzione della colonna d'acqua compresa tra la superficie e – 50m.

Se pur presente con concentrazioni rilevanti, il centropagide *Centropages typicus*, specie dominante del survey primaverile, non rappresenta mai più del 10% del campione.

Analogamente a quanto osservato nella fase di Bianco, il Calanoide *Nannocalanus minor* risulta essere la specie dominante costituendo il 20,37% del campione orizzontale, l'11,58% del campione 0m – 50m e il 15,64% del campione profondo.

All'interno dell'ordine dei Calanoidi, *Temora stylifera* (Temoridae) raggiunge concentrazioni pari e talvolta superiori (E14 MG10, E14 MG12 e E14 MG13) a *C. typicus* esclusivamente nella pescate tra 0m e 50m di profondità ed esibisce abbondanze inferiori nella porzione più profonda della colonna e, in particolar modo, nelle pescate orizzontali.

Fra i Calanoidi appartenenti all'iponeuston la specie maggiormente rappresentata, se pur con valori di abbondanza sempre inferiori a 1 individuo/m³, è il Pontellidae *Pontella mediterranea*.

Paracandacia simplex, copepode carnivori della famiglia Candaciidae, risulta concentrata principalmente tra la superficie e 50 m di profondità, con abbondanze che variano da 1,63 ind/m³ (E14 MG10) a 3,79 ind/m³ (E14 MG12).

Nell'ordine Cyclopoida, le famiglie più rappresentate sono, nell'ordine, Corycaidae (8 taxa), Oithonidae (7 taxa) e Oncaidae (6 taxa).

Tra i Corycaidae dominano le specie *Corycaeus ovalis* e *Corycaeus typicus*, La specie *Corycaeus furcifer*, più rara, predilige lo strato profondo della colonna d'acqua.

Le specie appartenenti alla famiglia Oithonidae si concentrano nelle pescate profonde. *Oithona similis* mostra picchi di abbondanza (29,80 ind/m³) in E14 MG12, mentre *Oithona longispina* (28,72 ind/m³) in E14 MG13.

Anche gli Oncaidae, rappresentati da 5 specie evidenziano un progressivo aumento dei valori di abbondanza all'aumentare della profondità di prelievo. Il più alto numero di individui (26,01 ind/m³) dovuto a *Oncaea mediterranea* è stato registrato nella stazione E14 MG7.

I copepodi Harpacticoida sono rappresentati maggiormente dalla famiglia Clytemnestridae, fatta eccezione per la stazione MG6.

Anche in questo survey è stato campionato il Miraciidae *Distiocolus minor*, presente nei campioni raccolti tra il fondo e 50 m di profondità.

Tabella 46 – 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.

Famiglia Acartiidae		Famiglia Mecynoceridae		Famiglia Oncaidae	
<i>Acartia margalefi</i>	*	<i>Mecynocera clausi</i>	* *	<i>Oncaea curta</i>	*
<i>Acartia negligens</i>	* *	Famiglia Metridinidae		<i>Oncaea media</i>	* * *
<i>Acartia</i> spp	* *	<i>Pleuromamma abdominalis</i>	** *	<i>Oncaea mediterranea</i>	* * *
Famiglia Aetideidae		<i>Pleuromamma gracilis</i>	* *	<i>Oncaea scottodicaloi</i>	* * *
<i>Euchirella rostrata</i>		Famiglia Paracalanidae		<i>Oncaea venusta</i>	* * *
Famiglia Augaptilidae		<i>Calocalanus contractus</i>	* *	<i>Oncaea</i> spp	* * *
<i>Haloptilus longicornis</i>		<i>Calocalanus pavo</i>	* *	Famiglia Sapphirinidae	
Famiglia Calanidae		<i>Calocalanus styliremis</i>	* *	<i>Copilia mediterranea</i>	** **
<i>Calanus helgolandicus</i>	* *	<i>Calocalanus</i> spp	* *	<i>Copilia quadrata</i>	* **
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	* *	<i>Paracalanus nanus</i>	* *	<i>Sapphirina intestinalis</i>	**
<i>Nannocalanus minor</i>	* *	<i>Paracalanus parvus</i>	* *	<i>Sapphirina iris</i>	*
<i>Neocalanus gracilis</i>	* *	<i>Paracalanus</i> spp	* *	<i>Sapphirina nigromaculata</i>	*
Famiglia Candaciidae		Famiglia Pontellidae		<i>Sapphirina opalina</i>	* **
<i>Candacia aethiopica</i>		<i>Pontella mediterranea</i>	* *	<i>Sapphirina ovatolanceolata</i>	* *
<i>Candacia armata</i>		<i>Pontellopsis regalis</i>	**	<i>Sapphirina</i> spp	* **
<i>Candacia giesbrechti</i>	*	<i>Pontellopsis villosa</i>	*	Famiglia Clytemnestridae	
<i>Candacia varicans</i>		Famiglia Scolecitrichidae		<i>Clytemnestra rostrata</i>	* **
<i>Candacia</i> juv.	* *	<i>Scolecitrichella dentata</i>		<i>Clytemnestra scutellata</i>	* ** *
<i>Candacia</i> spp	* *	<i>Scaphocalanus invalidus</i>	*	Famiglia Ectinosomatidae	
<i>Paracandacia simplex</i>	* *	<i>Scolecitrix brady</i>		<i>Microsetella norvegica</i>	*
Famiglia Centropagidae		<i>Scolecitrix danae</i>		<i>Microsetella rosea</i>	** * *
<i>Centropages hamatus</i>	*	Famiglia Temoridae		Famiglia Miraciidae	
<i>Centropages kroyeri</i>	* *	<i>Temora stylifera</i>	* *	<i>Distiocolus minor</i>	* * *
<i>Centropages typicus</i>	* *	Famiglia Corycaidae		<i>Macrosetella gracilis</i>	**
<i>Centropages violaceus</i>	* **	<i>Corycaeus brehmi</i>	* *		
Famiglia Clausocalanidae		<i>Corycaeus flaccus</i>	* *		

Tabella 46 – 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.

<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	*	*	*	<i>Corycaeus furcifer</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus furcatus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus jobei</i>	*	*	*	<i>Corycaeus ovalis</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus lividus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus typicus</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus mastigophorus</i>	*	*	*	<i>Corycaeus spp</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus paululus</i>	*	*	*	<i>Farranula rostrata</i>	*	*	*
<i>Clausocalanus pergens</i>	*	*	*	Famiglia Oithonidae			
<i>Clausocalanus spp</i>	*	*	*	<i>Oithona decipiens</i>		*	
Famiglia Eucalanidae				<i>Oithona longispina</i>	*	*	*
<i>Eucalanus elongatus</i>			*	<i>Oithona nana</i>	*	*	
<i>Rhincalanus nasutus</i>	*	*		<i>Oithona plumifera</i>		*	*
Famiglia Euchaetidae				<i>Oithona setigera</i>		*	*
<i>Euchaeta marina</i>		*	*	<i>Oithona similis</i>	*	*	*
<i>Paraeuchaeta hebes</i>			**	<i>Oithona spp</i>	*	*	*
Famiglia Heterorhabdidae							
<i>Heterorhabdus papilliger</i>	**	**	*				
Famiglia Lucicutiidae							
<i>Lucicutia flavicornis</i>		*	*				

Nella tabella seguente (Tabella 47) sono indicati i volumi di sedimentazione, espressi in ml della componente oloplanctonica raccolta nella campagna estiva. Sebbene i risultati mostrino un andamento decrescente spostandosi dalla superficie verso le stazioni profonde, la differenza di sedimento raccolto tra campione orizzontale e verticale si è sensibilmente assottigliata fino a invertirsi nella stazione MG 7 nella quale la biomassa espressa è maggiore tra 50 e 0m rispetto al campione orizzontale.

Il confronto tra campione orizzontale e verticale in ogni caso non può essere omogeneo, poiché il quantitativo di acqua filtrato dal campione orizzontale è largamente maggiore rispetto ai metri cubi filtrati durante le operazioni di retinaggio verticale.

Tabella 47 - 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)	E14 MG6	E14 MG7	E14 MG10	E14 MG12	E14 MG13
OR	20	25	23	35	30
50-0	8,5	26	9	9	11,5
100-50	16	16	10	9	10,5

Meroplancton

Nel campione estivo (Tabella 48) sono stati determinati complessivamente 50 *taxa* metà dei quali sono crostacei decapodi. Tra essi 6 *taxa* risultano essere *singleton*, ovvero specie presenti esclusivamente con un solo esemplare. Sei specie sono state rinvenute in tutte le stazioni.

I crostacei decapodi sono stati rinvenuti prevalentemente nelle stazioni superficiali dove sono stati identificati 24 *taxa*.

Parthenopoides massena è stata campionata unicamente nella stazione intermedia (50m-0m). Sette specie sono state rinvenute nelle stazioni profonde, ma tra esse nessuna è esclusiva di questo settore. Infine 9 *taxa* sono stati campionati solo nelle peschate orizzontali. Anche nel periodo estivo, pertanto, i crostacei decapodi tendono a occupare le fasce più superficiali, migrando di notte dalle porzioni più profonde della colonna d'acqua.

Il campione estivo è largamente dominato da due specie di Anomura: *Calcinus tubularis* e *Clibanarius erithropus*. Sono entrambi concentrati prevalentemente nei campioni superficiali soprattutto nelle stazioni E14 MG7, E14 MG10 e E14 MG12.

Tra gli Echinodermi, gli Echinoidi regolari e irregolari sono presenti in tutte le stazioni. A differenza dei Crostacei Decapodi, gli Echinodermi tendono a concentrarsi prevalentemente nella fascia intermedia; i valori più alti di abbondanza si registrano nelle stazioni E14 MG7, E14 MG10 e E14 MG12. *Arbacia lixula* è la specie dominante. L'individuo adulto pur essendo caratteristico di fondi duri fotofili e di acque superficiali temperate è in grado, attraverso le correnti, di disperdere il proprio contingente larvale anche a chilometri di distanza dal luogo di origine.

Questa caratteristica è comune a molte specie larvali rinvenute in questo studio. Si tratta di specie bentoniche generalmente associabili alla zona dell'infraitorale fotofilo, sciafite e di acque neritiche che vanno necessariamente ad alimentare catene trofiche del dominio pelagico. Difficilmente il contingente larvale appartenente alla maggior parte del meroplancton campionato raggiungerà lo stadio adulto, confermando però l'importanza della dispersione dello zooplancton negli equilibri ecologici e trofici marini.

Infine si segnala la presenza di fasi giovanili del gasteropode *Cheirodonta pallescens* appartenente alla famiglia Triphoridae. Il gasteropode nella sua fase adulta è segnalato esclusivamente nel Mar Ligure e nel Mar Tirreno settentrionale e quindi compatibile con l'area di indagine del presente studio.

Tabella 48 – Meroplankton. 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				Decapoda				<i>Parasergestes vigilax</i>	*		
Efira ind.	*	*	*	<i>Alpheus glaber</i>	*	*		<i>Parthenopoides massena</i>		**	
<i>Hydractinia minima</i>		*		<i>Athanas nitescens</i>	*	**	**	<i>Pilumnus hirtellus</i>	*		
SIPUNCULA				<i>Calappa granulata</i>	**			<i>Processa edulis edulis</i>	*	*	**
Sipuncula larvae ind.	*	*	*	<i>Calcinus tubularis</i>	*	*	*	<i>Processa nouveli nouveli</i>	*		
NEMERTEA				<i>Callianassa sp</i>	*			<i>Sergia robusta</i>	*	*	
Pilidium larvae ind.	**			<i>Clybanarius erithropus</i>	*	*	*	<i>Solenocera membranacea</i>	**		**
MOLLUSCA				<i>Dromia personata</i>	*			STOMATOPODA			
Gastropoda larvae ind.	*	*	*	<i>Ebalia tuberosa</i>	*	*		<i>Squilla mantis</i>	*	**	
Bivalvia larvae ind.	*	**	*	<i>Ethusa mascarone</i>	**	**		ECHINODERMATA			
<i>Cheirodonta pallescens</i>	**			<i>Eusergestes arcticus</i>	*	*		<i>Arbacia lixula</i>	*	*	*
<i>Sepiola sp</i>	**	**		<i>Galathea sp</i>	*	*	*	<i>Brissopsis lyrifera</i>	*	*	
POLYCHAETA				<i>Gennadas elegans</i>	**			<i>Echinocardium sp</i>	*	*	
<i>Chaetopterus variopedatus</i>		*	*	<i>Goneplax rhomboides</i>	*	*		<i>Ophiura albida</i>	*	*	*
<i>Eulalia viridis</i>		*	*	<i>Ilia nucleus</i>	*	*		<i>Ophiura sp</i>	*	*	
Phyllodocidae larvae ind.			*	<i>Lysmata seticaudata</i>	*	*		<i>Ophiotrix fragilis</i>	*	*	
Spionidae larvae ind.	*			<i>Megalopa larvae ind.</i>	*	**	**	<i>Paracentrotus lividus</i>	*	*	*
Trocofora larvae ind.	*	*	*	<i>Palaemon sp</i>	*			<i>Psammechinus sp</i>	*	*	
MALACOSTRACA				<i>Palinurus elephas</i>	*			<i>Spatangus purpureus</i>	*	*	*
Cirripedia larvae ind.	*	*	*					<i>Auricularia larvae</i>			*

Ittioplankton

Complessivamente sono stati raccolti 23 *taxa* (Tabella 49) prevalentemente concentrati nei retinaggi orizzontali e verticali condotti tra 50 m e la superficie.

Undici *taxa* sono stati osservati nei campioni superficiali, sei in quelli intermedi. Nessun *taxon*, eccezion fatta per *Engraulis encrasicolus*, è stato raccolto nel campione profondo.

Engraulis encrasicolus è la specie dominante soprattutto grazie al contingente di uova, rinvenuta, sebbene con un esiguo numero di esemplari, anche nelle stazioni campionate tra 100 m e 50 m di profondità

La famiglia Sparidae è la più rappresentata; annovera 3 *taxa*, tutti campionati sia nello tratto superficiale sia in quello intermedio (50m – 0m).

Tabella 49 – Ittioplankton. 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
BOTHIDAE				MUGILIDAE				SERRANIDAE			
<i>Bothus podas</i>	**	*		<i>Mugil cephalus</i>	**			<i>Serranus scriba</i>	*		
CARANGIDAE				MYCTOPHIDAE				SPARIDAE			
<i>Trachinotus ovatus</i>	*			<i>Myctophum punctatum</i>		**		<i>Pagrus pagrus</i>			**
CEPOLIDAE				<i>Apterichtus caecus</i>		**		<i>Pagellus sp</i>			*
<i>Cepola macrophthalmia</i>	**			PARALEPIDIDAE				<i>Diplodus sp</i>	**	*	
CLUPEIDAE				<i>Lestidiops sphyrenoides</i>	*			Sparidae larvae ind.	**	*	
<i>Sardinella aurita</i>	*			SCOMBRIDAE				Sparidae larvae juv.		*	
CYNOGLOSSIDAE				<i>Euthynnus alletteratus</i>	*			STERNOPTYCHIDAE			
<i>Symphurus ligulatus</i>	*			<i>Scomber scombrus</i>	**			<i>Mauroliticus muelleri</i>		**	
ENGRAULIDAE				SCORPAENIDAE				Larvae ind.	*	*	*
<i>Engraulis encrasicolus</i>	*	*	*	<i>Scorpaena porcus</i>	*			Uova <i>Engraulis encrasicolus</i>	*	*	*
GONOSTOMATIDAE				<i>Scorpaena scrofa</i>	**	**		Uova ind.	*	*	*
<i>Gonostoma denudatum</i>	**	*									
<i>Cyclothone braueri</i>	*										

6.2 SEDIMENTI

6.2.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Analisi granulometrica

Nella Tabella 50 sono riportati i risultati delle analisi granulometriche.

Tutti i sedimenti sono risultati estremamente mal classati (EMC) tranne quelli della stazione E14 MG13 risultati molto mal classati (MMC). Tutti i campioni, tranne E14 MG7, sono dominati dalla componente siltosa che esibisce un picco in E14 MG 9 ed un minimo in E14 MG 12. La restante parte del campione è costituita da percentuali paragonabili di sabbia e argilla nelle stazioni E14 MG10 e E14 MG12 tanto da essere classificate come Loam. Nelle stazioni E14 MG6 e E14 MG3 domina la frazione argillosa e i campioni sono stati classificati come silt argilloso. Anche il sedimento della stazione E14 MG9 è stato classificato come silt argilloso, ma in questo caso la frazione sabbiosa è quasi assente. Infine la stazione E14 MG7 è caratterizzata da una elevata percentuale di sabbia e argilla ed il sedimento è stato classificato come sabbia argillosa.

Tabella 50 – Ripartizione delle principali classi granulometriche e relativa classificazione dei sedimenti. I dati sono espressi in percentuale.

	ghiaia	sabbia	silt	argilla	Classificazione secondo Shepard
E14 MG6	3,27	18,54	47,30	30,89	Silt argilloso
E14 MG7	7,49	39,25	19,36	33,89	Sabbia argillosa
E14 MG9	0,00	5,04	53,75	41,21	Silt argilloso
E14 MG10	1,98	24,98	42,11	30,93	Loam
E14 MG12	1,45	27,63	37,35	33,56	Loam
E14 MG13	0,08	12,81	45,75	41,36	Silt argilloso

Metalli

Le concentrazioni dei metalli rilevate nelle sei stazioni di prelievo e riportate in Tabella 51 sono risultate simili ad eccezione della posizione E14 MG09 per la quale si osservano delle concentrazioni più elevate di quasi tutti i metalli. Relativamente ai valori assoluti rilevati per i singoli metalli, si riporta di seguito la valutazione effettuata sulla base degli Standard di Qualità (SQ) riportati nel D.M. 260/2010 e sui limiti riportati nel “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” (APAT-ICRAM-MATTM, 2007) relativi al Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL).

Arsenico - si rileva un superamento lievissimo del livello SQ del D.M. 260/2010 esclusivamente nelle stazioni E14 MG9 ed E14 MG12. **Cadmio** - il livello di questo metallo è piuttosto modesto in tutte le stazioni e comunque al di sotto del livello SQ del D.M. 260/2010 e del valore di LCB.

Cromo totale - il Cromo è presente in tutte le stazioni in quantità sensibilmente superiore al SQ del D.M. 260/2010 ma solo in un caso (la stazione BM10) si ha il superamento lievissimo del LCB.

Rame – per questo metallo, poichè non è stato definito il rispettivo Standard di Qualità, si fa riferimento solamente ai valori riportati nel “Manuale per la movimentazione di sedimenti marini”. Si osserva pertanto il superamento, sia pur lievissimo, del valore di LCB nelle stazioni E14 MG13 e E14 MG06 e in nessun campione si supera il valore di LCL.

Nichel - per questo metallo, come per il Cromo, in tutte le stazioni si supera significativamente il livello SQ del D.M. 260/2010. Nel caso delle stazioni E14 MG09 ed E14 MG10 si osserva inoltre, il superamento del valore di LCL, mentre nelle altre stazioni non si raggiunge l'LCB.

Piombo – per questo metallo si rilevano concentrazioni molto modeste e solo in una stazione (E14 MG13) si verifica un, lievissimo, superamento del livello SQ.

Mercurio – come per il Piombo, anche per questo metallo si rileva in tutte le stazioni una concentrazione inferiore allo Standard di Qualità e quindi anche al valore di LCB ad eccezione della stazione E14 MG10 dove si verifica un lieve superamento di quest'ultimo.

Zinco - come per il Rame, non essendo presente nel D.M. 260/2010 il relativo valore di SQ, si prende come riferimento solamente i valori riportati nel Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini, rilevando il superamento del valore di LCB in tutte le stazioni ad eccezione della E14 MG12, le concentrazioni, tuttavia, sono sempre al di sotto di LCL.

Per quanto concerne la concentrazione di **Al, Ba, Fe e Mn**, per i quali non vengono forniti dei valori di riferimento, si può rilevare una distribuzione abbastanza omogenea in tutte le stazioni.

Tabella 51 – Concentrazione dei metalli. I dati sono espressi in mg/kg, tranne Al e Fe espressi in %. Sono riportati anche Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL) e Standard di Qualità (SQ). In neretto sono indicati i valori maggiori di SQ, in verde quelli maggiori di LCB, in rosso quelli maggiori di LCL.

	Al	Fe	As	Ba	Cr tot	Cu	Cd	Mn	Hg	Ni	Pb	Zn
E14 MG12	1,90	2,43	12,49	49,14	71,46	26,88	0,135	651,07	0,191	57,37	18,70	90,39
E14 MG13	2,43	2,82	7,77	72,05	88,46	40,88	0,210	552,94	0,272	68,77	30,46	120,68
E14 MG6	2,62	2,84	8,79	87,65	91,70	44,78	0,226	548,91	0,280	67,34	26,71	130,15
E14 MG7	2,35	2,77	11,89	64,73	82,57	37,18	0,148	614,44	0,279	65,66	22,79	109,72
E14 MG9	2,49	3,27	15,04	47,91	88,01	32,20	0,068	719,80	0,296	80,10	26,25	106,79
E14 MG10	3,00	3,43	11,16	55,66	104,08	31,83	0,074	697,45	0,314	83,43	25,78	107,98
S.Q.	-	-	12	-	50	-	0,30	-	0,30	30	30	-
LCB	-	-	25	-	100	40	0,35	-	0,40	70	40	100
LCL	-	-	32	-	360	52	0,80	-	0,80	75	70	170

Composti organici

Gli idrocarburi policiclici aromatici (Tabella 52) sono diffusamente presenti con concentrazioni molto variabili da stazione a stazione. Le stazioni E14 MG7 e E14 MG13 risultano quelle maggiormente contaminate come si evince anche dal valore di IPA totali che risulta superiore all'livello Chimico di Base indicato nel Manuale della movimentazione dei sedimenti marini (Apat, Icram, MATTM, 2006). Nelle medesime stazioni si rilevano anche i valori più elevati di Idrocarburi pesanti (C>12) e carbonio organico totale.

Al contrario, il picco di tributil stagno è stato riscontrato nella stazione E14 MG12.

Tabella 52 – Concentrazione dei contaminanti organici nei sedimenti campionati nell'estate 2014. Standard di Qualità (SQ D.M. 260/2010) Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL) tratti dal Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (Apat, Icram, MATTM, 2006). In neretto i valori >SQ, in verde >LCB, in rosso >LCL.

	E14 MG6	E14 MG7	E14 MG9	E14 MG10	E14 MG12	E14 MG13	S.Q	LCB	LCL
Idrocarburi policiclici aromatici									
Acenaftene (µg /kg)	< 1	5,2	9	3,8	1,8	5,7	35	35	391
Acenaftilene (µg/kg)	6,6	31	1,5	2,1	13	24			
Antracene (µg/kg)	12	55	3,4	2,8	23	50		87	544
Benzo (a) antracene (µg/kg)	14	99	14	11	37	130		153	1398
Benzo (a) pirene (µg/kg)	40	200	8,4	13	73	190	20		
Benzo (b) fluorantene (µg/kg)	50	300	6,4	25	80	280		108	846
Benzo (g,h,i) perilene (µg/kg)	16	80	7,2	11	39	100		6	135
Benzo (k) fluorantene (µg/kg)	23	99	8,3	6,3	50	96	40		
Crisene (µg/kg)	16	75	4	13	31	81		75	693
Dibenzo (a,h) antracene (µg/kg)	9,8	39	2,2	3,5	17	34	30	80	763
Fenantrene (µg/kg)	14	67	4	11	28	60		21	144
Fluorantene (µg/kg)	30	170	9,9	17	75	210	45	47	245
Fluorene (µg/kg)	3	16	< 1	< 1	6,2	15		7	89
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene (µg/kg)	17	90	3,6	11	40	89	55		
Naftalene (µg/kg)	4,3	6,7	7,2	7,2	11	17			
Pirene (µg/kg)	45	230	16	17	89	270	110	113	1494
IPA Totali	300,7	1562,9	105,1	154,7	614	1651,7	800	900	4000
Idrocarburi C<12 (mg/kg)	< 0,5								
Idrocarburi C>12 (mg/kg)	72	110	< 5	71	47	98			
Composti organostannici									
Composti Organostannici (come Stagno) (µg/kg)	87	140	< 1	< 1	220	95			
Dibutilstagno (µg/kg)	43	43	< 1	< 1	56	32			
Monobutilstagno (µg/kg)	45	60	< 1	< 1	56	35			
Tributilstagno (µg/kg)	< 1	35	< 1	< 1	110	28			
Carbonio organico totale (TOC) (mg/kg)	11000	13000	4900	9700	9900	12000			

Cloroderivati

Questi composti risultano al di sotto del limite di rilevabilità del metodo, tranne il bromoformio rilevato in tutti i campioni.

Tabella 53 – Concentrazione dei composto cloro derivati.

	E14 MG6	E14 MG7	E14 MG9	E14 MG10	E14 MG12	E14 MG13
Acidi Aloacetici (µg/kg)						
Dalapon	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Dibromoacetico	<0,2	0,3	0,2	0,2	<0,2	<0,2
Acido Tribromoacetico	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Acido Monobromoacetico	<0,4	0,5	0,5	0,5	<0,4	<0,4
Acido Bromodicloroacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Bromocloroacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Dicloroacetico	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6
Acido Tricloroacetico	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2
Acido Monocloroacetico	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Acido Clorodibromoacetico	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2
Alometani, Acetonitrili e composti organo volatili (VOC) (µg/kg)						
1,1,1-Tricloro-2-propanone	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,1-Tricloroetano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Tricloroetano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

1,1-dicloro-2-propanone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2,3-Tricloropropano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-Dibromoetano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bromodichlorometano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bromoformio	0,05	0,05	0,11	0,1	0,06	0,08
Cloroformio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibromoacetoneitrile	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Dibromoclorometano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dicloroacetoneitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetracloroetilene	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetracloruro di carbonio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tricloroacetoneitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tricloroetilene	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Alofenoli(SVOC) (mg/kg)						
2,4,6-tricloro fenolo	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2,4-dicloro fenolo	<1	<1	<1	<1	<1	<1
4-cloro-3-metil fenolo	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Analisi microbiologiche

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle analisi microbiologiche dalle quali si evidenzia l'assenza di contaminazione fecali.

	E14 MG6	E14 MG7	E14 MG9	E14 MG10	E14 MG12	E14 MG13
Conta di Streptococchi fecali (Enterococchi)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Conta di Coliformi Fecali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Conta di coliformi totali	< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10

6.2.2 Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento

Paracentrotus lividus

Nella Tabella 55 sono riportati i parametri registrati negli elutriati estratti dai sedimenti testati.

campione	Salinità (‰)	pH	Ossigeno disciolto (mg/l)
controllo	36	8,18	7,89
E14 MG6	36	8,31	7,83
E14 MG7	36	8,32	7,78
E14 MG9	36	8,33	7,86
E14 MG10	36	8,34	7,79
E14 MG12	36	8,4	7,8
E14 MG13	36	8,39	7,78

QA-QC – Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha fornito una EC_{50} di $16,81 \mu\text{g l}^{-1}$ di Cu ($LC=14,91$ e $UC=18,95$), che rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio. La percentuale media di embrioni allo stadio di pluteo ($85 \pm 2,52\%$) 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 ($EC_{20/50}$) degli elutriati sono riportati nella Tabella 56.

Tabella 56 - Risultati del saggio biologico di embriotossicità (72ore) e successiva stima della tossicità cronica.

Campione	Concentrazione (%) dell'elutriato	% media di plutei (\pm dev.st %)	% media di embrioni non sviluppati	Correzione ABBOTT (embrioni non sviluppati)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Stima di tossicità
Controllo		85 \pm 2,52	15	0	> 90	>100	Assente
E14 MG6	100	67 \pm 1,53	33	21			Bassa
	50	77 \pm 1,53	23	10	94,2	>100	
E14 MG7	25	83 \pm 1,15	17	3			Bassa
	100	63 \pm 2,52	37	27	73,6	>100	
E14 MG9	50	74 \pm 1,53	26	14			Assente
	25	82 \pm 1,15	18	4	> 90	>100	
E14 MG10	100	69 \pm 1,53	31	19			Bassa
	50	78 \pm 1,00	22	9	57	>100	
E14 MG12	25	83 \pm 1,15	17	2			Media
	100	54 \pm 2,08	46	36	48,2	97,8	
E14 MG13	50	70 \pm 1,53	30	18			Assente
	25	80 \pm 1,53	19	5	> 90	>100	
	100	42 \pm 1,53	58	51			
	50	67 \pm 1,53	33	21			
	25	81 \pm 2,08	19	5			
	100	75 \pm 1,73	25	12			
	50	80 \pm 1,15	20	7			
	25	83 \pm 1,15	17	2			

La riduzione significativa degli embrioni allo stadio di pluteo e valori delle EC20/50 osservati nell'elutriato estratto dal sedimento MG12 hanno provato la presenza di tossicità cronica media. I valori delle EC20 relativi agli elutriati E14 MG06, E14 MG07 e E14 MG10 hanno dimostrato la tossicità cronica bassa. Gli elutriati E14 MG9 e E14 MG13 sono risultati privi di tossicità cronica.

Corophium orientale

Nella Tabella 57 sono riportati i parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante ai sedimenti, registrati all'inizio ed al termine del test di tossicità a più lungo termine con *C.orientale*.

Tabella 57 - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante i sedimenti testati registrati all'inizio e al termine del test di tossicità con il *C.orientale*.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (‰)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (‰)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo		34	8,12	1			35	8,12	0,5	
E14 MG6		35	8,07	0			36	8,17	0	
E14 MG7		35	8,07	2			37	8,22	0	
E14 MG9	16 \pm 1	35	8,10	0	>85	15 \pm 1	36	8,12	0	>85
E14 MG10		35	8,11	0			37	8,15	0	
E14 MG12		36	8,10	0,5			35	8,15	0	
E14 MG13		35	8,07	0,5			36	8,16	0	

QA-QC - Il valore della LC50(96h) = 3,10mg/l (LC= 2,75mg/l e UC=3,49mg/l) ottenuto con la sostanza di riferimento (CdCl₂) rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio. La sopravvivenza degli organismi sul sedimento di controllo dopo 28 giorni è risultata conforme, in quanto superiore al 85%.

Le percentuali di mortalità degli organismi di *C.orientale*, registrate nel test "a più lungo termine" e la stima della tossicità cronica sono riportate nella Tabella 58.

Tabella 58 - Percentuali di mortalità degli organismi di *C. orientale* osservate nei sedimenti testati e successiva stima della tossicità cronica.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (\pm incertezza %)	% (corretta) degli organismi morti	Giudizio della tossicità
controllo	100	6 \pm 0,92	0	Assente
E14 MG6	100	41 \pm 2,39	37	Media
E14 MG7	100	47 \pm 1,52	44	Media
E14 MG9	100	25 \pm 2,00	20	Bassa
E14 MG10	100	29 \pm 2,72	24	Bassa
E14 MG12	100	21 \pm 1,52	16	Bassa
E14 MG13	100	27 \pm 2,00	22	Bassa

Le percentuali medie degli organismi morti osservate dopo 28 giorni hanno dimostrato la presenza di tossicità cronica media nei campioni E14 MG6 e E14 MG7. Nei sedimenti restanti è stata rilevata tossicità cronica bassa.

Vibrio fischeri

I valori di EC50 di 0,86 mg/l (5 minuti di incubazione) e di 0,49 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 valori del *Sediment Toxicity Index* hanno evidenziato l'assenza di tossicità in tutti i campioni di acqua testati (Tabella 59).

Tabella 59 - Risultati del test con il *V. fischeri* su sedimento tal quale. R² (%)=coeff. di determinazione; UT=unità tossiche; STI - sediment toxicity index. Pelite espressa in %.

Campione	UT	Intervallo di confidenza (UT)		R ²	Pelite	Tossicità naturale stimata (UT)	STI	Stima di tossicità
E14 MG6	416,67	166,67	666,67	93,00	78,19	213,58	1,95	Bassa
E14 MG7	89,29	54,95	144,93	94,00	53,25	145,55	0,61	Assente
E14 MG9	55,25	37,45	81,30	95,00	94,96	259,33	0,21	Assente
E14 MG10	78,13	48,08	126,58	94,00	73,04	199,53	0,39	Assente
E14 MG12	133,33	68,03	263,16	85,00	70,91	193,72	0,69	Assente
E14 MG13	54,95	47,62	63,69	99,00	87,11	237,92	0,23	Assente

6.3 BIOTA

6.3.1 Macrozoobenthos

Lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 3865 individui appartenenti a 153 specie (Tabella 60) comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi, echinodermi, nemertini.

Tabella 60 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna estiva del 2014.

Policheti		
<i>Amage adspersa</i> (Grube, 1863)	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)	<i>Pilargis verrucosa</i> Saint-Joseph, 1899
<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	<i>Laonice cirrata</i> L. Sars, 1851	<i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Amphiteis midas</i> (Gosse, 1855)	<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i> Mc Intosh, 1879	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin and Milne-Edwards, 1834	<i>Poecilochaetus fauchaldi</i> Pilato & Cantone, 1976
<i>Aphelochaeta marioni</i> (de Saint Joseph, 1894)	<i>Maldane glebiflex</i> Grube, 1860	<i>Polycirrus medusa</i> Grube, 1850
<i>Aponuphis bilineata</i> (Baird, 1870)	<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865	<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)
<i>Aricidea f. mediterranea</i> Laubier & Ramos, 1974	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)	<i>Prionospio fallax</i> Söderström, 1920
<i>Branchiomma bombyx</i> (Dalyell, 1853)	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	<i>Prionospio</i> sp.
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	<i>Micronephthys maryae</i> San Martín, 1982	<i>Pseudopolydora</i> sp.
<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i> (Wesenberg-Lund, 1949)	<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843
<i>Chirimia biceps</i> (M. Sars, 1861)	<i>Minuspio cirrifera</i> Wiren, 1883	<i>Scoelelepis cantabra</i> (Rjoia, 1918)
<i>Chloeia venusta</i> Quatrefages, 1865	<i>Monticellina dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959)	<i>Scoelelepis</i> sp.
<i>Chone</i> sp.	<i>Myriochele oculata</i> Spencer, 1975	<i>Scoletoma emandibulata mabiti</i> (Ramos, 1976)
<i>Chrysopetalum debile</i> (Grube, 1855)	<i>Nematoneis unicornis</i> (Schmarda, 1861)	<i>Scoletoma tetraura</i> (Schmarda, 1861)
<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren, 1867)	<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818	<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell, 1941)

Tabella 60 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella campagna estiva del 2014.

<i>Dorvillea rudolphii</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Nereiphylla castanea</i> (Marenzeller, 1879)	<i>Sphaerodorum flavum</i> Örsted, 1845
<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	<i>Nothria conchylega</i> (Sars, 1835)	<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	<i>Notomastus aberans</i> Day, 1963	<i>Spiochaetopterus costarum</i> (Claparède, 1868)
<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	<i>Panthalis oerstedii</i> Kinberg, 1855	<i>Sternaspis scutata</i> (Renier 1807)
<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843	<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913	<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)
<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)	<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)	<i>Tachytrypane jeffreysii</i> McIntosh, 1878
<i>Heteromastus filiformis</i> Eisig, 1887	<i>Phyllodoce</i> cfr. <i>lineata</i> (Claparède, 1870)	<i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835
<i>Hyalinoecia tubicola</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Phyllodoce</i> sp.	
Sipunculidi		
<i>Golfingia</i> (<i>Golfingia</i>) <i>vulgaris</i> (Blainville, 1827)	<i>Onchnesoma</i> s. <i>steenstrupii</i> Koren & Danielssen, 1875	<i>Phascolosoma scolops</i> (Selenka & De Man, 1883)
<i>Golfingia elongata</i> (Keferstein, 1863)		
Molluschi		
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	<i>Cuspidaria cuspidata</i> (Olivi, 1792)	<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)
<i>Abra longicallus</i> (Scacchi, 1834)	<i>Falciadiens gutturosus</i> (Kowalevsky, 1901)	<i>Poromya granulata</i> (Nyst & Westendorp, 1839)
<i>Abra nitida</i> (O.F. Müller, 1776)	<i>Mendicula</i> (ex <i>Thyasira</i>) <i>ferruginosa</i> (Forbes, 1844)	<i>Prochetoderma raduliferum</i> (Kowalevsky 1901)
<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	<i>Modiolula faseolina</i> (Philippi, 1844)	<i>Saccella</i> (ex <i>Nuculana</i>) <i>commutata</i> (Philippi, 1844)
<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg, 1891)	<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930	<i>Thyasira alleni</i> Carozza, 1981
<i>Batharca pectunculoides</i> (Scacchi, 1834)	<i>Nucula sulcata</i> Bronn, 1831	<i>Thyasira biplicata</i> (Philippi, 1836)
<i>Calliostoma</i> (<i>Ampullotrochus</i>) <i>granulatum</i> (Von Born, 1778)	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1759)	<i>Thyasira granulosa</i> (Monterosato, 1874)
<i>Cardiomya costellata</i> (Deshayes, 1835)		
Echinodermi		
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	<i>Labidoplax digitata</i> (Montagu, 1815)	<i>Thyone fusus</i> (O. F. Müller, 1788)
<i>Amphiura filiformis</i> (O. F. Müller, 1776)	Ophiuroidea juv ind.	<i>Trachythyone tergestina</i> (M. Sars, 1857)
<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i> (Delle Chiaje, 1825)	<i>Phyllophorus urna</i> Grube, 1840	
Crostacei		
<i>Acidostoma</i> sp.	<i>Goneplax rhomboides</i> (Pennant, 1777)	<i>Medicorophium rotundirostre</i> (Stephensen, 1915)
<i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)	<i>Halice walkeri</i> (Ledoyer, 1973)	<i>Metaphoxus simplex</i> (Bate, 1857)
<i>Ampelisca</i> cfr. <i>pseudospinimana</i> Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	<i>Haploops dellavallei</i> Chevreux, 1900	<i>Orchomene massiliensis</i> Ledoyer, 1977
<i>Ampelisca gibba</i> G.O. Sars, 1882	<i>Haploops nirae</i> Kaim Malka, 1976	<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)
<i>Ampelisca</i> sp.	<i>Harpinia antennaria</i> Meinert, 1890	<i>Phthisica marina</i> Slabber, 1769
<i>Anapagurus</i> sp.	<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)	<i>Processa</i> sp.
<i>Anthurus gracilis</i> (Montagu, 1808)	<i>Harpinia dellavallei</i> Chevreux, 1910	<i>Scalpellum scalpellum</i> (Linnaeus 1767)
<i>Carangollopsis spinulosa</i> Ledoyer, 1970	<i>Hippomedon bidentatus</i> Chevreux, 1903	<i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)
<i>Cirolana borealis</i> Lilljeborg, 1852	<i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965	<i>Tryphosites longipes</i> (Bate & Westwood, 1861)
<i>Desmosoma</i> sp.	<i>Hyale</i> sp.	<i>Tuberapseudes echinatus</i> (G.O. Sars, 1882)
<i>Eudorella nana</i> Sars, 1879	<i>Lembos</i> sp.	<i>Upogebia tipica</i> (Nardo, 1869)
<i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890	<i>Leptocheirus mariae</i> G. Karaman, 1973	<i>Urothoe corsica</i> Bellan-Santini, 1965
<i>Eusirus longipes</i> Boeck, 1861	<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	<i>Urothoe elegans</i> Bate, 1857
<i>Galathea strigosa</i> (Linnaeus, 1761)	<i>Leucon</i> (<i>Epileucon</i>) <i>longirostris</i> Sars, 1871	<i>Urothoe</i> sp.
<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	<i>Leucon</i> sp. 1	<i>Westwoodilla rectirostris</i> (Delle Valle, 1892)
<i>Gnathia oxyuraea</i> (Lilljeborg, 1855)	<i>Leucon</i> sp. 2	
Nemertea ind.		

La classe dei policheti risulta essere il taxon dominante che con 3134 individui costituisce l'81% dell'abbondanza totale. I crostacei, secondi unicamente ai policheti, rappresentano solo il 12% dell'abbondanza totale. Seguono, nell'ordine, molluschi e echinodermi, i primi con 4%, i secondi con appena l'1% di contributo all'abbondanza totale (Figura 56).

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 (47%). Circa un terzo del panorama faunistico è fornito dai crostacei (31%) seguiti dai molluschi che rappresentano il 14% delle specie totali.

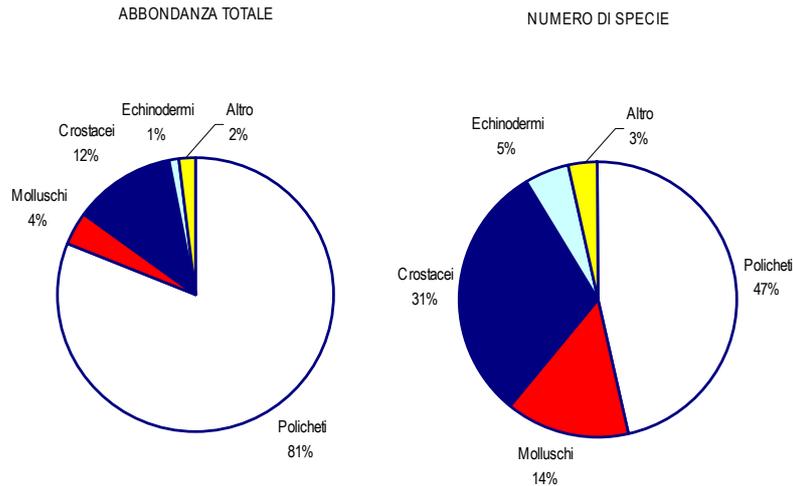


Figura 56 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti. Altro= nemertini, sipunculidi.

Ai policheti appartengono le specie rinvenute col maggior numero di individui, tra le quali *Nothria conchylega* (22% dell'abbondanza totale), una specie misticola che preferisce fondali infangati.

Di poco più abbondante di essa *Levinsenia gracilis* con il 23% dell'abbondanza totale (Figura 57). Le restanti specie a partire da *Carangoliopsis spinulosa*, rappresentano una modestissima percentuale dell'abbondanza totale sempre inferiore al 5,5%. Come emerso anche dalle campagne precedenti i dati suggeriscono 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 134 specie (ossia 87,5% del totale) contribuiscono per meno dell'1% all'abbondanza totale.

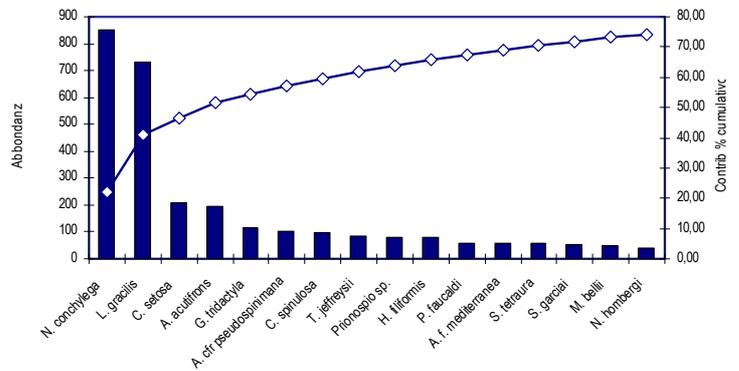


Figura 57 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti.

Inoltre, oltre il 22% delle specie sono presenti con un unico individuo (singleton).

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 varia tra 26,41 % e 40,27 %. Il valore massimo è stato osservato nella stazione E14 MG4 quello minimo in E14 MG13. L'unica eccezione riguarda la stazione E 14 MG12. In questo caso *Levinsenia gracilis* è la specie che apporta il maggior contributo (18,66%), ma è seguita da *Chaetozone setosa* (17,1%), mentre *N. conchylega* si trova in terza posizione con un contributo del 16,24%.

Dall'analisi dei dati di abbondanza le stazioni esibiscono tra loro valori di similarità complessivamente bassi che oscillano tra il 39,10% (E14 MG12) e il 58,22 % (E14 MG1).

Nel piano di ordinamento ottenuto tramite non-Metric Multidimensional Scaling (n-MDS) basato sui valori di abbondanza le stazioni risultano disperse senza formare cluster riconducibili alla loro reale distribuzione spaziale (Figura 58).

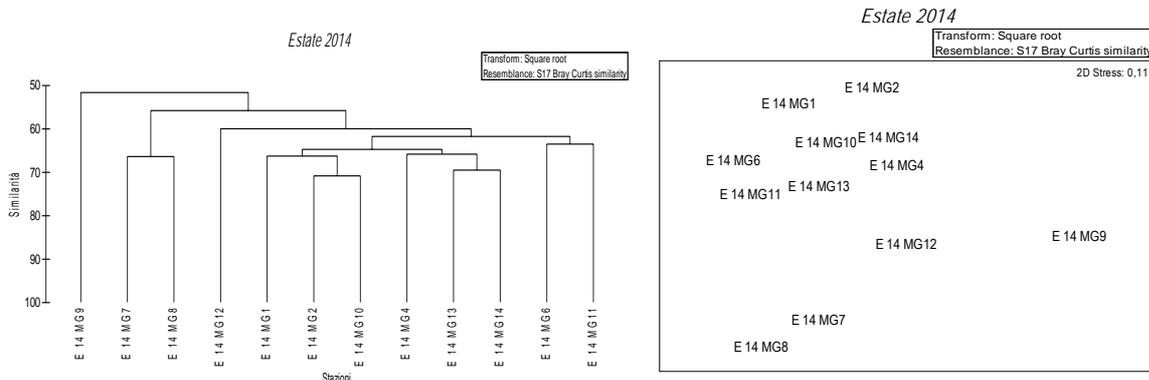


Figura 58 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra e piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. Le analisi sono state effettuate dopo aver trasformato i dati secondo la radice quadrata. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

La stazione E14 MG9, in particolare, risulta separata dalle altre ed occupa la parte destra del plot. Tale ordinamento è in accordo alla cluster analysis sulla base della quale si evince una bassa percentuale di similarità di questa stazione con le altre.

Dall'analisi macroscopica dei campioni è emerso che la tipologia di biodeposito presente variava 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. Tali considerazioni erano già emerse dalle indagini condotte nelle stagioni precedenti. In particolare la stazione E14 MG9 si differenzia per l'elevata percentuale di biodeposito conchifero che in tutte le repliche rappresenta la quasi totalità del campione. Tale biodeposito è costituito in gran parte da briozoi non rivvenuti così cospicui in alcun'altra stazione.

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

Per quanto riguarda E14 MG9 poco simile alle altre, occorre mettere in evidenza che alcune specie come *Chetozone setosa*, *Ampharete acutifrons*, *Glycera tridactyla* diffuse nel panorama faunistico risultano pressoché assenti in questa stazione. Inoltre alcune specie, seppur meno abbondanti, ma diffuse come *Marphysa bellii*, *Thyasira biplicata*, risultano assenti in questa stazione. In generale, queste differenze si traducono in un impoverimento sia in termini di abbondanza sia di ricchezza specifica.

Dalla Tabella 61 infatti, si evince che sia S sia N subiscono un brusco calo proprio in corrispondenza di E14 MG9. Parallelamente, in questa stazione si verifica un calo di ricchezza specifica.

Situazione opposta è stata osservata nella stazione E14 MG1 dove sia S sia N esibiscono il proprio picco che si traduce in un elevato valore di ricchezza specifica. In questa stazione però si riscontra un modesto valore di equitabilità (0,78) dovuto alla dominanza di *L. gracilis* e *N. conchylega*, e conseguentemente un basso valore di diversità specifica.

Questa caratteristica si riscontra anche nelle altre stazioni essendo l'area caratterizzata da un popolamento dominato da poche specie con elevati valori di abbondanza, fatto che comporta un abbassamento di J, e quindi un calo di H'.

Tabella 61 - 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		H'(log2)		d		J'	
E 14 MG1	34,5	\pm 1,29	136	\pm 13,74	3,97	\pm 0,14	6,83	\pm 0,23	0,78	\pm 0,02
E 14 MG2	28,75	\pm 3,95	90,00	\pm 24,29	4,17	\pm 0,16	6,19	\pm 0,58	0,86	\pm 0,01
E 14 MG4	23,5	\pm 4,43	78,25	\pm 20,76	3,46	\pm 0,53	5,20	\pm 0,93	0,76	\pm 0,10
E 14 MG6	30,25	\pm 3,59	105,75	\pm 12,55	3,78	\pm 0,38	6,29	\pm 0,81	0,77	\pm 0,06
E 14 MG7	21,75	\pm 5,32	51,50	\pm 18,12	3,89	\pm 0,27	5,27	\pm 0,91	0,88	\pm 0,03
E 14 MG8	21,25	\pm 5,62	57,00	\pm 19,44	3,64	\pm 0,41	5,03	\pm 1,09	0,83	\pm 0,02
E 14 MG9	14,75	\pm 4,11	39,75	\pm 16,94	3,23	\pm 0,34	3,78	\pm 0,93	0,84	\pm 0,04
E 14 MG10	32	\pm 5,72	88,00	\pm 26,94	4,15	\pm 0,19	6,94	\pm 0,83	0,83	\pm 0,02
E 14 MG11	30,25	\pm 2,22	94,75	\pm 19,60	3,93	\pm 0,20	6,44	\pm 0,24	0,80	\pm 0,04
E 14 MG12	20,25	\pm 9,71	53,50	\pm 37,33	3,58	\pm 0,52	4,91	\pm 1,64	0,86	\pm 0,10
E 14 MG13	29,75	\pm 7,97	91,50	\pm 51,21	4,00	\pm 0,47	6,43	\pm 1,13	0,82	\pm 0,07
E 14 MG14	26	\pm 5,48	80,25	\pm 27,21	3,67	\pm 0,28	5,71	\pm 0,81	0,78	\pm 0,03

6.3.2 Meiobenthos

Dati delle singole stazioni

La stazione E14 MG 1 si caratterizza per il sedimento di tipo sabbioso con silt. La meiofauna è costituita da otto gruppi tassonomici, per un popolamento complessivo di $219,0 \pm 197,5$ ind./10 cm². I Nematodi sono il taxon dominante ($189,5 \pm 181,3$ ind./10 cm²) e rappresentano l'86,5% della meiofauna totale. Seguono i Policheti ($16,4 \pm 8,7$ ind./10 cm²; 7,5%) e i Copepodi ($7,6 \pm 9,2$ ind./10 cm²; 3,5%). Le fasi larvali dei Copepodi, cioè i Nauplii, costituiscono il quarto gruppo per abbondanza ($3,4 \pm 3,4$ ind./10 cm²; 1,5%). I taxa numericamente meno abbondanti (Turbellari, Chinorinchi, Ostracodi e Bivalvi), raggruppati nella categoria "Altri", presentano una densità complessiva pari a $2,1 \pm 0,8$ ind./10 cm² con un apporto percentuale dell'1,0% (Tabella 62; Figura 59). I valori degli indici di diversità di Shannon-Wiener ed ricchezza di Margalef risultano inferiori alla media riscontrata nell'area, mentre l'equitabilità di Pielou corrisponde ad essa (Tabella 64).

La stazione E14 MG2 si caratterizza per il sedimento di tipo sabbioso con silt e detrito grossolano. Lo studio della popolazione meiobentonica ha evidenziato la presenza di otto taxa principali per una densità complessiva di $155,0 \pm 66,1$ ind./10 cm². Il taxon dominante è quello dei Nematodi, che formano il 73,6% del popolamento meiobentonico complessivo, con una densità, di $114,1 \pm 54,4$ ind./10 cm². Segue il gruppo dei Copepodi ($15,2 \pm 5,3$; 9,8%). I Nauplii costituiscono il terzo gruppo per abbondanza numerica ($11,4 \pm 6,1$ ind./10 cm²; 7,3%) seguiti dai Policheti ($7,2 \pm 6,8$ ind./10 cm²; 4,6%). Con valori di poco superiori all'2% si distinguono i Tanaidacei seguiti dagli Ostracodi (1,1% del totale). Nella stazione risultano presenti anche Isopodi e Bivalvi. Nel complesso i gruppi meiobentonici meno abbondanti rappresentano ben il 4,6% del popolamento complessivo (Tabella 62; Figura 60). 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 al di sotto di essa (Tabella 64).

Tabella 62 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni E14 MG1, E14 MG2, E14 MG4, E14 MG6, E14 MG7, E14 MG8. Densità media (\pm 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.

	E14 MG1		E14 MG2		E14 MG4		E14 MG6		E14 MG7		E14 MG8	
	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%
Nematodi	189,5 \pm 181,3	86,5	114,1 \pm 54,4	73,6	130,1 \pm 67,1	78,8	226,1 \pm 69,1	71,9	326,8 \pm 167,5	76,6	234,6 \pm 48,0	85,7
Copepodi	7,6 \pm 9,2	3,5	15,2 \pm 5,3	9,8	7,6 \pm 5,8	4,6	38,7 \pm 21,0	12,3	39,6 \pm 23,2	9,3	21,9 \pm 14,2	8,0
Nauplii	3,4 \pm 3,4	1,5	11,4 \pm 6,1	7,3	5,5 \pm 4,8	3,3	17,7 \pm 11,5	5,6	21,5 \pm 16,9	5,0	1,7 \pm 1,9	0,6
Policheti	16,4 \pm 8,7	7,5	7,2 \pm 6,8	4,6	12,6 \pm 5,9	7,7	21,1 \pm 5,8	6,7	27,4 \pm 17,1	6,4	14,3 \pm 10,9	5,2
Turbellari	0,8 \pm 1,0	0,4	-	-	0,8 \pm 1,0	0,5	-	-	-	-	-	-
Chinorinchi	0,4 \pm 0,8	0,2	-	-	-	-	1,7 \pm 2,4	0,5	2,1 \pm 3,2	0,5	0,4 \pm 0,8	0,2
Tanaidacei	-	-	3,4 \pm 1,9	2,2	2,1 \pm 1,6	1,3	1,3 \pm 1,6	0,4	1,3 \pm 2,5	0,3	-	-
Ostracodi	0,4 \pm 0,8	0,2	1,7 \pm 1,4	1,1	0,8 \pm 1,0	0,5	5,5 \pm 3,5	1,7	4,2 \pm 4,0	1,0	-	-
Anfipodi	-	-	-	-	0,8 \pm 1,7	0,5	-	-	-	-	-	-
Isopodi	-	-	1,3 \pm 0,8	0,8	0,4 \pm 0,8	0,3	-	-	-	-	0,8 \pm 1,0	0,3
Cumacei	-	-	-	-	-	-	0,8 \pm 1,0	0,3	-	-	-	-
Acari	-	-	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-	-	-
Gasteropodi	-	-	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-
Bivalvi	0,4 \pm 0,8	0,2	0,8 \pm 1,0	0,5	-	-	-	-	1,7 \pm 2,4	0,4	-	-
Solenogastri	-	-	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	0,8 \pm 1,7	0,2	-	-
Nemertini	-	-	-	-	3,8 \pm 7,6	2,3	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-
Priapulidi	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,3	-	-	-	-	-	-
Sipunculidi	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-
Rotiferi	-	-	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-	-	-
Altri (\geq Tur-Rot)	2,1 \pm 0,8	1,0	7,2 \pm 3,7	4,6	9,3 \pm 7,5	5,6	10,9 \pm 5,6	3,5	11,4 \pm 9,1	2,7	1,3 \pm 0,8	0,5
Meiofauna totale	219,0 \pm 197,5	-	155,0 \pm 66,1	-	165,1 \pm 83,0	-	314,6 \pm 78,7	-	426,6 \pm 228,5	-	273,7 \pm 63,6	-

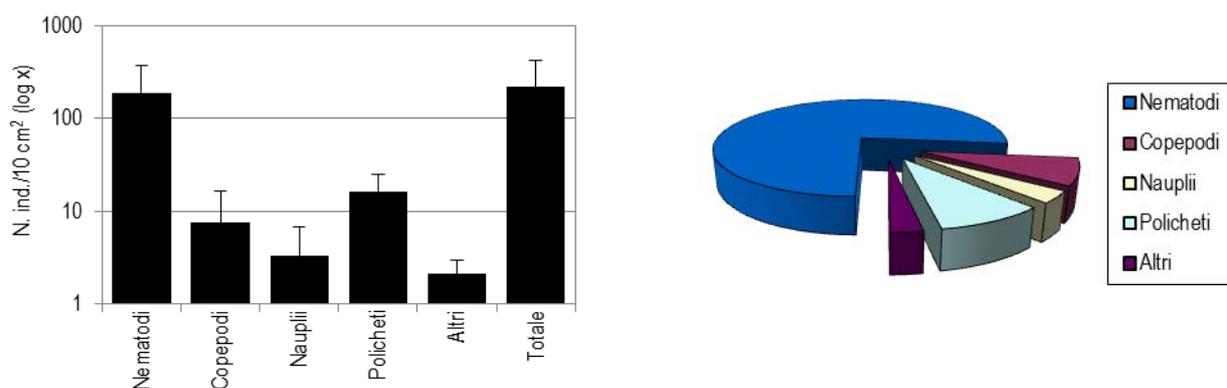


Figura 59 - Stazione E4 MG 1. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

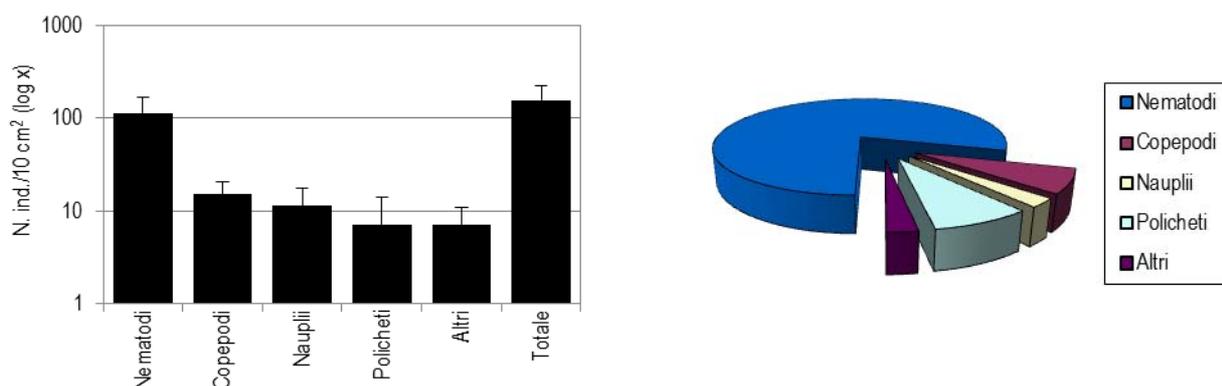


Figura 60 - Stazione E14 MG2. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione E14 MG4 è costituito da sabbia infangata con detrito vegetale. L'analisi faunistica ha portato al rinvenimento di undici gruppi meiobentonici per una densità media complessiva di 165,1 \pm 83,0 ind./10 cm² (Tabella 62). Come nelle due stazioni precedenti, anche in questo caso il gruppo dominante è risultato quello dei Nematodi, con una percentuale sul meiobenthos totale del 78,8% e densità pari a 130,1 \pm 67,1 ind./10 cm². Seguono i Policheti, con una densità media di 12,6 \pm 5,9 ind./10 cm² (7,7%), i Copepodi, con abbondanza pari a 7,6 \pm 5,8 ind./10 cm² (4,6%), e infine i Nauplii, che costituiscono il 3,3% del popolamento (5,5 \pm 4,8 ind./10 cm²). I restanti sette taxa costituiscono ben il 5,6% della biocenosi (Tabella 62; Figura 61). Tra questi solo i Nemertini e i Tanaidacei superano l'1% del popolamento, con valori percentuali rispettivamente di 2,3 e 1,1%. Si segnala il rinvenimento di Priapulidi nel sito. I valori degli indici strutturali risultano superiori alla media riscontrata nell'area (Tabella 64).

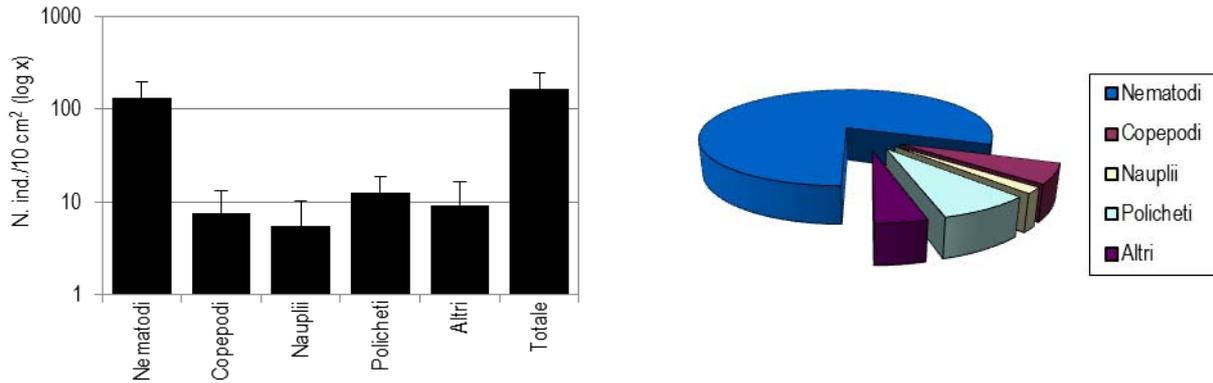


Figura 61 - Stazione E14 MG4. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione E14 MG6 è costituito da sabbia molto fine mista a silt e detrito grossolano; inoltre è presente una cospicua quantità di detrito vegetale, verosimilmente residui di *Posidonia oceanica*. Nei campioni sono stati rinvenuti dodici gruppi tassonomici per una densità complessiva di $314,6 \pm 78,7$ ind./10 cm² (Tabella 62). I Nematodi, taxon dominante, raggiunge la densità di $226,1 \pm 69,1$ ind./10 cm², contribuendo per il 71,9% all'intero popolamento; seguono Copepodi ($38,7 \pm 21,0$ ind./10 cm²; 12,3%) e Policheti ($21,1 \pm 5,8$ ind./10 cm²; 6,7%). Gli stadi larvali dei Copepodi, i Nauplii, sono al quarto posto per abbondanza e percentuale ($17,7 \pm 11,5$ ind./10 cm²; 5,6%). Dei rimanenti otto taxa solo gli Ostracodi superano l'1% del popolamento complessivo; questi gruppi rappresentano globalmente il 3,5% della meiofauna totale (Tabella 62; Figura 62). I valori degli indici strutturali risultano superiori alla media dell'area (Tabella 64).

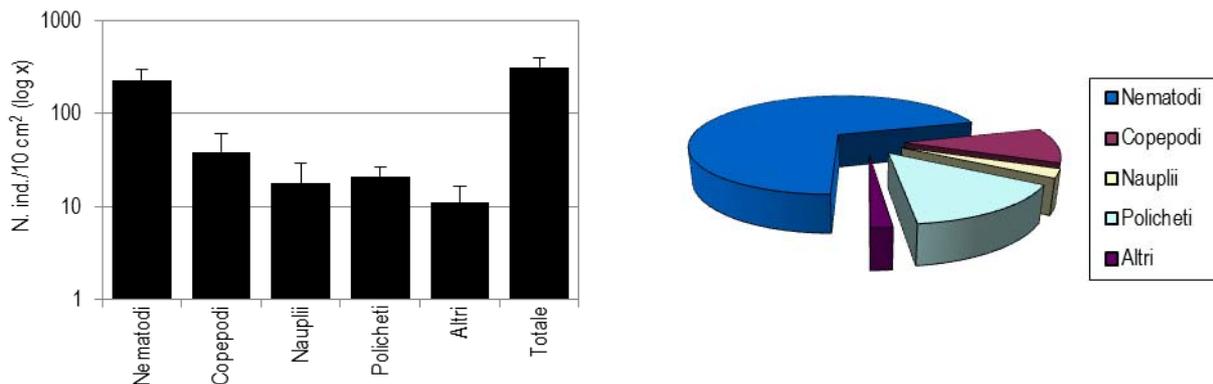


Figura 62 - Stazione E14 MG6. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La comunità meiobentonica rinvenuta in E14 MG7, con sedimento sabbioso-fine misto a fango e piccole quantità di detrito più grossolano e vegetale, risulta assai diversificata. Sono stati rinvenuti quattordici major taxa con una densità media totale di $426,6 \pm 228,5$ ind./10 cm². Dominano i Nematodi, che contribuiscono con il 76,6% al popolamento complessivo (densità media = $326,8 \pm 167,5$ ind./10 cm²). Seguono a notevole distanza i Copepodi ($39,6 \pm 23,2$ ind./10 cm²; 9,3%), i Policheti ($27,4 \pm 17,1$ ind./10 cm²; 6,4%) e, infine, i Nauplii ($21,5 \pm 16,9$ ind./10 cm²; 5,0%). I rimanenti dieci gruppi sono scarsi e insieme costituiscono il 2,7% della meiofauna totale; di questi solo gli Ostracodi raggiungono l'1,0% del popolamento (Tabella 62; Figura 63). I valori degli indici strutturali risultano superiori alla media (Tabella 64).

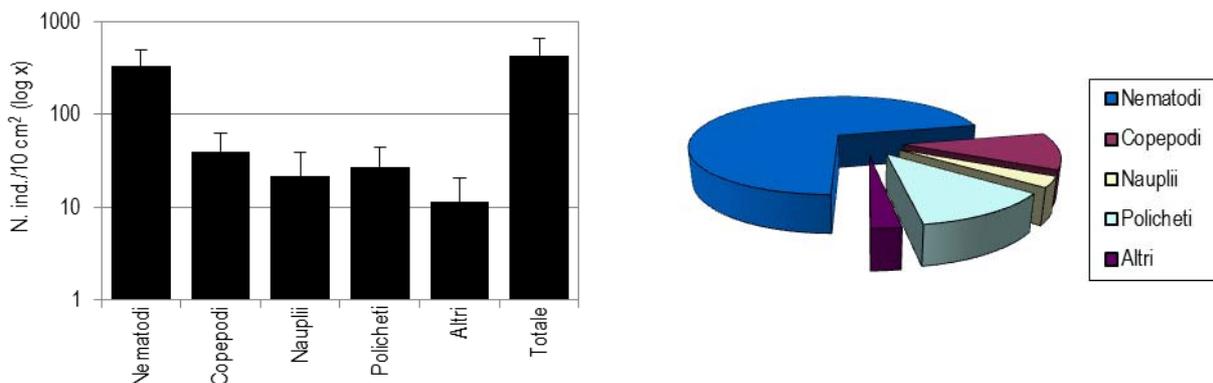


Figura 63 - Stazione E14 MG7. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione E14 MG8 è caratterizzata, similmente alle due precedenti stazioni, dalla presenza di un sedimento di tipo sabbioso con una frazione di particolato più grossolano e detrito vegetale. La meiofauna è presente con soli sei gruppi tassonomici benché la densità complessiva sia relativamente alta: $273,7 \pm 63,6$ ind./10 cm² (Tabella 62, Tabella 64). Ancora una volta i Nematodi risultano il gruppo dominante, con una percentuale che raggiunge l'85,7% (densità = $234,6 \pm 48,0$ ind./10 cm²). Seguono per abbondanza i Copepodi ($21,9 \pm 14,2$ ind./10 cm²; 8,0%), i Policheti (5,2%) ed infine i Nauplii (0,6%), che chiudono la quaterna dei gruppi più rappresentati. I rimanenti due taxa (Chinorinchi e Isopodi) rappresentano nel complesso lo 0,5% della biocenosi (Figura 64). In questa stazione gli indici di diversità Shannon-Wiener e di ricchezza di Margalef risultano inferiori alla media, mentre l'indice di equitabilità di Pielou risulta pari ad essa (Tabella 64).

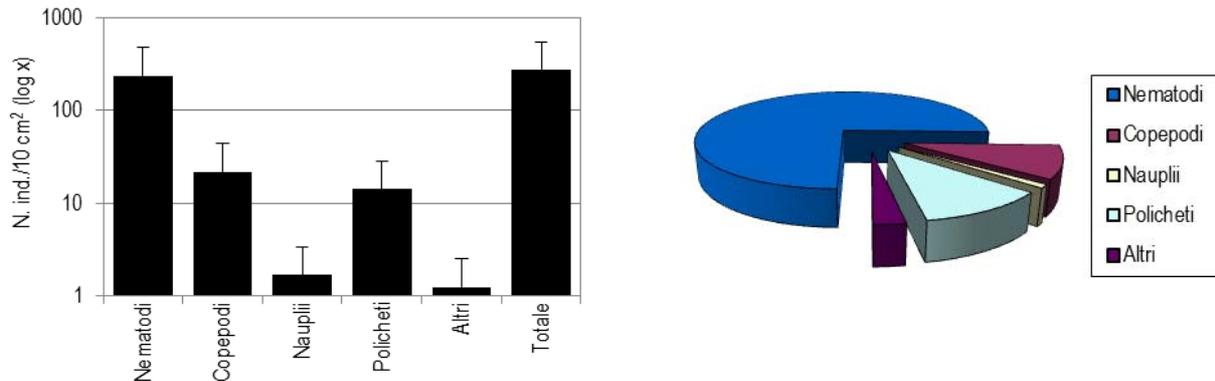


Figura 64 - Stazione E14 MG8. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione E14 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 pari a $48,0 \pm 60,1$ ind./10 cm², che risulta la più bassa riscontrata nell'area (Tabella 63, Tabella 64). I Nematodi sono il taxon dominante ($45,9 \pm 59,1$ ind./10 cm²) rappresentando ben il 95,6% della meiofauna totale, seguiti a grande distanza dai Policheti, dai Nauplii, Turbellari, Tanaidacei e Nemertini, ciascuno dei quali rappresenta lo 0,9% della biocenosi ($0,4 \pm 0,8$ ind./10 cm²). Diversamente da altri siti risultano assenti i Copepodi (Tabella 63; Figura 65). I valori degli indici strutturali risultano inferiori alla media (Tabella 64).

Tabella 63 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni E14 MG9, E14 MG10, E14 MG11, E14 MG12, E14 MG13, E14 MG14. Densità media (\pm 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.

	E14 MG9		E14 MG10		E14 MG11		E14 MG12		E14 MG13		E14 MG14	
	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%
Nematodi	45,9 \pm 59,1	95,6	332,7 \pm 127,4	87,2	218,6 \pm 102,0	84,4	217,3 \pm 115,9	89,1	285,1 \pm 187,7	79,3	225,7 \pm 147,7	79,8
Copepodi	-	-	15,6 \pm 11,3	4,1	13,1 \pm 17,1	5,0	10,9 \pm 13,1	4,5	35,0 \pm 26,3	9,7	25,3 \pm 19,8	8,9
Nauplii	0,4 \pm 0,8	0,9	3,4 \pm 3,6	0,9	4,2 \pm 5,1	1,6	6,3 \pm 9,3	2,6	11,8 \pm 10,9	3,3	10,9 \pm 14,2	3,9
Policheti	0,4 \pm 0,8	0,9	15,2 \pm 12,1	4,0	18,5 \pm 12,2	7,2	7,2 \pm 5,0	2,9	16,4 \pm 10,1	4,6	10,5 \pm 11,7	3,7
Turbellari	0,4 \pm 0,8	0,9	5,1 \pm 5,7	1,3	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	0,4 \pm 0,8	0,1
Chinorinchi	-	-	2,9 \pm 2,5	0,8	1,3 \pm 2,5	0,5	0,8 \pm 1,7	0,3	2,5 \pm 2,2	0,7	2,1 \pm 2,1	0,7
Tanaidacei	0,4 \pm 0,8	0,9	1,3 \pm 1,6	0,3	1,3 \pm 0,8	0,5	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	0,4 \pm 0,8	0,1
Ostracodi	-	-	2,9 \pm 2,9	0,8	1,3 \pm 2,5	0,5	1,3 \pm 1,6	0,5	4,2 \pm 4,0	1,2	4,6 \pm 5,4	1,6
Anfipodi	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-	-	-	-	-	0,8 \pm 1,7	0,3
Isopodi	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	0,4 \pm 0,8	0,2	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1
Cumacei	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8 \pm 1,0	0,2	0,4 \pm 0,8	0,1
Acari	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1
Gasteropodi	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8 \pm 1,7	0,2	-	-
Bivalvi	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,2	-	-	0,8 \pm 1,0	0,2	0,8 \pm 1,0	0,3
Solenogastri	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8 \pm 1,0	0,2	-	-
Nemertini	0,4 \pm 0,8	0,9	0,8 \pm 1,0	0,2	-	-	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-
Priapulidi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loriciferi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastrotrichi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ofiuroidi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idrozoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sipunculidi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotiferi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciliati	-	-	0,4 \pm 0,8	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Altri (Σ Tur-Cil)	1,3 \pm 0,8	2,6	14,7 \pm 8,3	3,9	4,6 \pm 6,1	1,8	2,1 \pm 2,5	0,9	11,4 \pm 8,1	3,2	10,5 \pm 8,4	3,7
Meiofauna totale	48,0 \pm 60,1	-	381,5 \pm 115,4	-	259,0 \pm 135,1	-	243,8 \pm 125,2	-	359,6 \pm 219,4	-	283,0 \pm 182,1	-

La stazione E14 MG10 è caratterizzata dalla presenza di sabbia fine mista a fango, nella quale sono stati individuati tredici taxa meiobentonici, con una densità media totale di $381,5 \pm 115,4$ ind./10 cm² (Tabella 63, Tabella 64). I Nematodi rappresentano anche qui il gruppo dominante, con una densità media pari a $332,7 \pm 127,4$ ind./10 cm², contribuendo per l'87,2% al popolamento meiobentonico complessivo. Seguono i Copepodi ($15,6 \pm 11,3$ ind./10 cm²), i Policheti ($15,2 \pm 12,1$ ind./10 cm²) ed i Nauplii ($3,4 \pm 5,0$ ind./10 cm²). Questi primi quattro gruppi rappresentano 96,1% del meiobenthos complessivo (Tabella 63; Figura 66). Il restante 3,9% è costituito da ben nove

taxa, di cui solo i Turbellari superano la percentuale dell'1% rispetto alla meiofauna totale. In questa stazione 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 64).

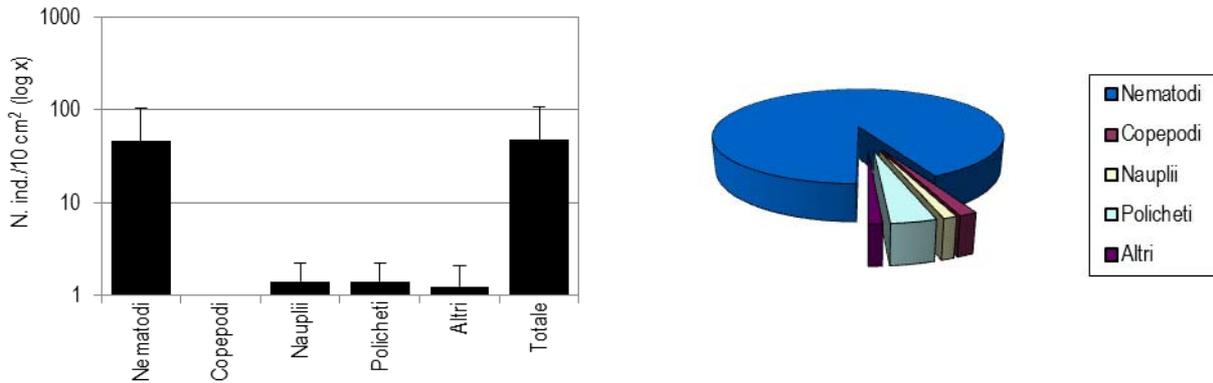


Figura 65 - Stazione E14 MG9. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

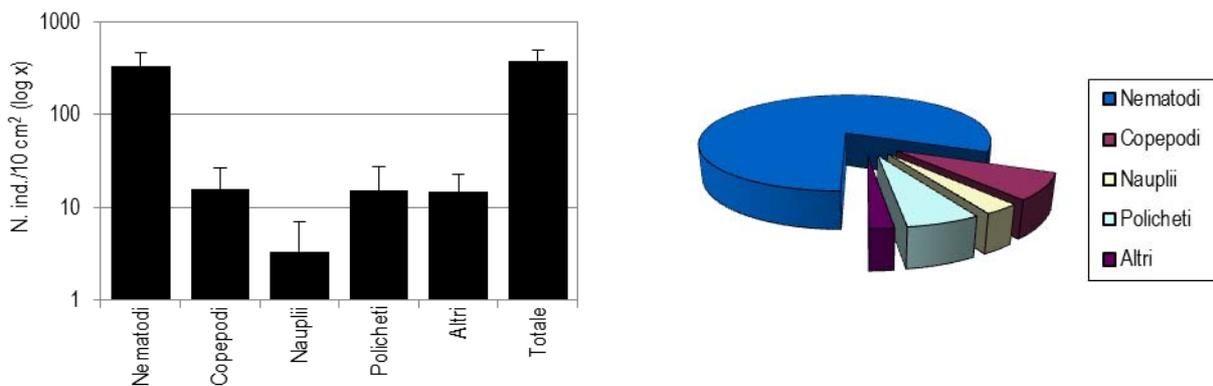


Figura 66 - Stazione E14 MG10. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione E14 MG11 è costituito soprattutto da sabbia fine mista a limo e argilla, ma con anche apprezzabili quantità di detrito vegetale. Nei campioni analizzati sono stati rinvenuti i rappresentanti di nove gruppi meiobentonici per una densità media complessiva pari a $259,0 \pm 135,1$ ind./10 cm². Il gruppo dominante è quello dei Nematodi (densità media = $218,6 \pm 102,0$ ind./10 cm²), con un apporto percentuale al popolamento complessivo di 84,4% (Tabella 63). A questi fanno seguito i Policheti (densità = $18,5 \pm 12,2$ ind./10 cm²; 7,2%), i Copepodi ($13,1 \pm 17,1$ ind./10 cm²; 5,0%) e gli stadi naupliari di questi ($4,2 \pm 5,1$ ind./10 cm²; 1,6%). Questi tre gruppi costituiscono complessivamente oltre il 13% del popolamento meiobentonico totale. Nessuno dei rimanenti cinque taxa contribuisce per almeno l'1% al popolamento complessivo, raggiungendo globalmente l'1,8% della biocenosi (Figura 67). In questa stazione gli indici di diversità Shannon-Wiener e di ricchezza di Margalef risultano inferiori alla media, mentre l'indice di equitabilità di Pielou risulta pari ad essa (Tabella 64).

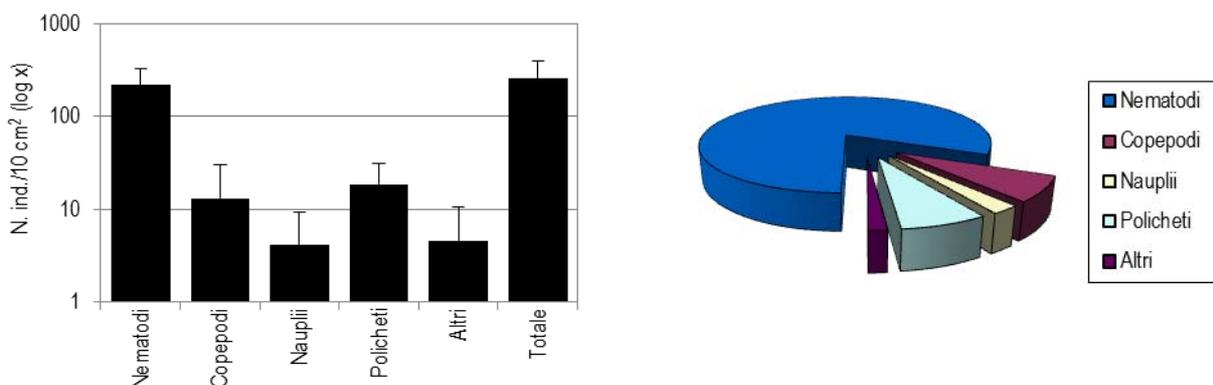


Figura 67 - Stazione E14 MG11. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento prelevato nella stazione E14 MG12 è costituito da sabbia contenente una discreta quantità di detriti grossolani e detrito vegetale. In esso sono stati rinvenuti solo sei taxa, con abbondanza media totale pari a $243,8 \pm 125,2$ ind./10 cm². Anche in questo caso i Nematodi risultano essere il taxon dominante, con densità che si attesta sul valore medio di $217,3 \pm 115,9$ ind./10 cm², corrispondente al 89,1% del popolamento complessivo. Seguono a grande distanza i Copepodi ($10,9 \pm 13,1$; 4,5%), i Policheti ($7,2 \pm 5,0$ ind./10 cm²; 2,9%) e i Nauplii ($6,3 \pm 9,3$ ind./10 cm²; 2,6%). I rimanenti taxa (Ostracodi e Chinorinchi) costituiscono complessivamente lo 0,9% della meiofauna totale (Tabella 63; Figura 68). I valori degli indici di diversità Shannon-Wiener e di ricchezza di Margalef risultano inferiori alla media, mentre l'indice di equitabilità di Pielou risulta corrispondente ad essa (Tabella 64).

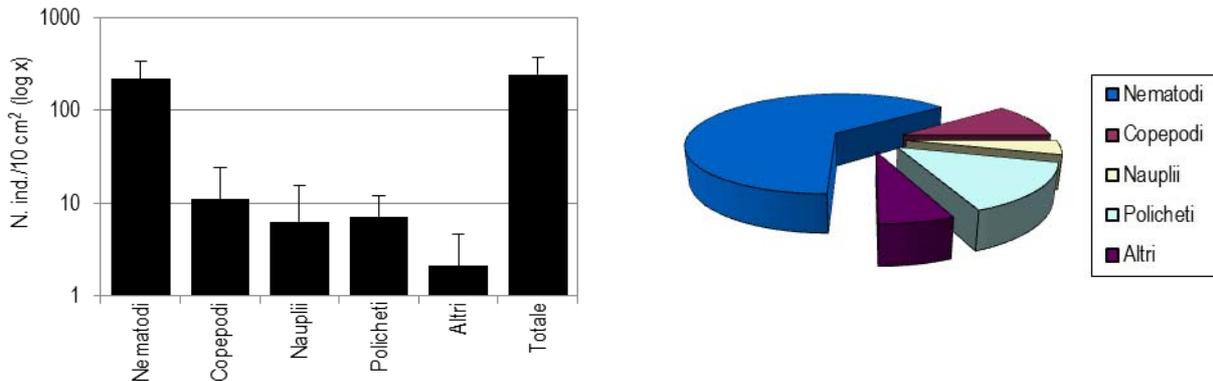


Figura 68 - Stazione E14 MG12. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione E14 MG13, costituito sabbia fine mista a fango e con presenza di detrito grossolano e detrito vegetale, ospita tredici taxa meiobentonici, presenti con una densità complessiva pari a $359,6 \pm 219,4$ ind./10 cm² (Tabella 64). Domina il gruppo dei Nematodi ($285,1 \pm 187,7$ ind./10 cm²), costituenti il 79,3% del popolamento totale. Seguono i Copepodi ($35,0 \pm 26,3$ ind./10 cm²; 9,7%), i Policheti ($16,4 \pm 10,1$ ind./10 cm²; 4,6%) e i Nauplii ($11,8 \pm 10,9$ ind./10 cm²; 3,3%). Insieme questi tre gruppi costituiscono oltre il 18% della meiofauna totale. I rimanenti nove gruppi costituiscono il 3,2% della meiofauna totale; tra questi solo gli Ostracodi superano l'1% del popolamento (Figura 69). In questa stazione gli indici di diversità Shannon-Wiener e di ricchezza di Margalef risultano superiori alla media, mentre l'indice di equitabilità di Pielou risulta pari ad essa (Tabella 63).

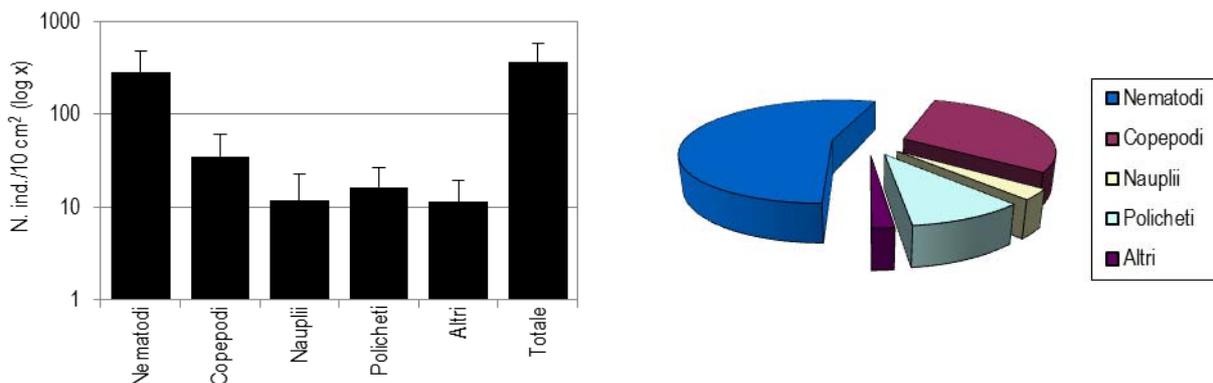


Figura 69 - Stazione E14 MG13. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione E14 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 tredici taxa meiobentonici, con densità media complessiva pari a $283,0 \pm 182,1$ ind./10 cm² (). Anche in questo caso i Nematodi risultano il taxon dominante, con una densità di $225,7 \pm 147,7$ ind./10 cm² pari al 79,8% della comunità globale. I Copepodi risultano il taxon co-dominante contribuendo per l'8,9% alla meiofauna totale. Seguono Nauplii (3,9%) e Policheti (3,7%). I rimanenti nove taxa insieme formano il 3,7% dell'intera meiofauna; tra questi solo gli Ostracodi superano l'1% del totale (Figura 70). I valori degli indici di diversità Shannon-Wiener e di ricchezza di Margalef risultano superiori alla media, mentre l'indice di equitabilità di Pielou risulta corrispondente ad essa (Tabella 64).

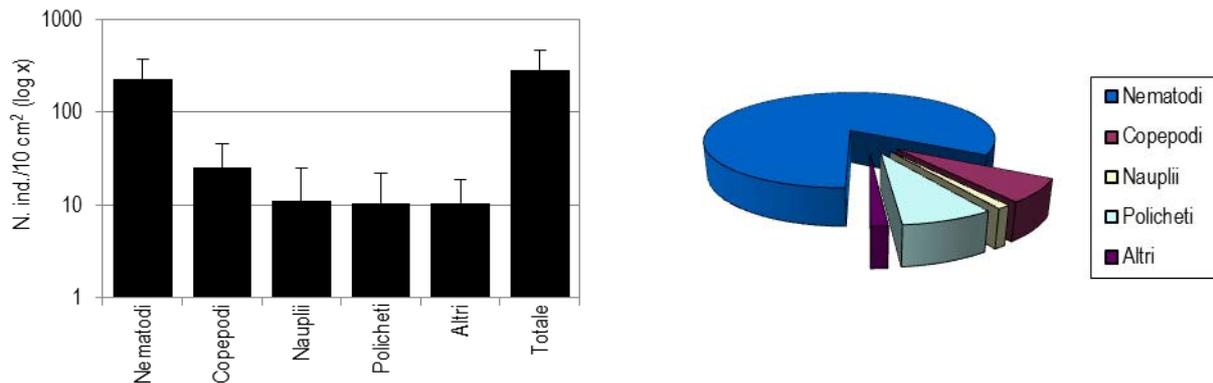


Figura 70 - Stazione E14 MG14. Densità media \pm deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Dati complessivi

In totale nell'area investigata sono stati rinvenuti organismi appartenenti a venti gruppi tassonomici di cui solo tre presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Nauplii e Policheti. I Copepodi sono assenti in un unico sito. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Ostracodi, sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Ciliati, Rotiferi, Sipunculidi e Priapulidi, rinvenuti in singole stazioni ed in numeri molto bassi.

La densità media totale dell'area investigata è pari a $260,7 \pm 161,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $212,2 \pm 133,8$ pari a oltre l'81% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = $19,2 \pm 18,7$ ind./10 cm²; 7,4%), dai Policheti ($13,9 \pm 11,0$ ind./10 cm²; 5,3%) e infine dai Nauplii ($8,2 \pm 10,0$ ind./10 cm²; 3,1%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso oltre il 97% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con abbondanze e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,8% dell'intero popolamento meiobentonico; tra questi solo gli Ostracodi raggiungono quasi l'1% della biocenosi (Tabella 65).

L'analisi della varianza (ANOVA) condotta per verificare la significatività delle eventuali differenze nei valori medi delle abbondanze riscontrate nelle 12 stazioni ha evidenziato differenze statisticamente significative relativamente a Nematodi, Copepodi, Nauplii e meiofauna totale; non appaiono invece significativamente diverse le densità dei Policheti e taxa meno abbondanti. Occorre tuttavia sottolineare che le differenze statisticamente significative riguardano unicamente la stazione E14 MG9. In questa, ad esempio, si osserva l'assenza di Copepodi, una densità significativamente più bassa di Nematodi rispetto a quelle di quasi tutti gli altri siti e la densità dei Nauplii inferiore rispetto a E14 MG6 (0,4 vs 17,7 ind./10 cm²). Anche la meiofauna totale presente in E14 MG9 risulta significativamente meno abbondante rispetto a quella osservata generalmente in tutte le altre stazioni. Il motivo delle basse densità della stazione MG9 rispetto alle altre non è al momento noto; la maggiore distanza dal terminale di questa stazione rispetto a tante altre sembrerebbe escludere un effetto dovuto al rigassificatore.

Nella Tabella 64 sono riportati i parametri strutturali calcolati per le singole stazioni. Numero di taxa (S) e abbondanza media (N) appaiono alquanto variabili, da 6 a 13 taxa, il primo, e da 48 a 426 ind./10 cm² il secondo. Le stazioni E14 MG8, E14 MG9, E14 MG12 ospitano il numero più basso di taxa mentre E14 MG10, E14 MG13, E14 MG14 ospitano il numero più alto. Data la distanza reciproca tra queste stazioni e la loro distanza relativa rispetto al rigassificatore non emerge nessuna relazione evidente tra le differenze osservate e la collocazione geografica delle stazioni in relazione anche alla posizione del terminale.

	S	N	d	H'	J		S	N	d	H'	J
E14 MG 1	8,0	219,0	1,3	0,6	0,3	E14 MG 9	6,0	48,0	1,3	0,3	0,1
E14 MG 2	8,0	155,0	1,4	1,0	0,5	E14 MG 10	13,0	381,5	2,0	0,6	0,2
E14 MG 4	11,0	165,1	2,0	0,9	0,4	E14 MG 11	9,0	259,0	1,4	0,6	0,3
E14 MG 6	12,0	314,6	1,9	1,0	0,4	E14 MG 12	6,0	243,8	0,9	0,5	0,3
E14 MG 7	12,0	426,6	1,8	0,9	0,4	E14 MG 13	13,0	359,6	2,0	0,8	0,3
E14 MG 8	6,0	273,7	0,9	0,5	0,3	E14 MG 14	13,0	283,0	2,1	0,8	0,3

La ricchezza specifica (d) non differisce sostanzialmente nelle stazioni investigate, ad eccezione dei siti E14 MG8 e E14 MG12, che presentano il valore più basso riscontrato: 0,9 (Tabella 64). La diversità di Shannon-Wiener (H') è risultata massima nella stazione E14 MG2 e minima nel sito E14 MG9, il quale presenta 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 bassa similarità faunistica, imputabile principalmente a un'unica stazione, la E14 MG9, la cui anomalia in termini faunistici è stata sopra discussa. L'analisi dei cluster, basata sulle abbondanze medie dei diversi taxa e sulla matrice di similarità di Bray-Curtis, evidenzia una prima dicotomia a un valore di similarità faunistica tra le stazioni prossimo al 45% (Figura 71) a tale valore il sito E14 MG9 risulta nettamente separato dagli altri. La successiva dicotomia si attesta ad un valore di similarità di oltre 75%, a tale nodo prendono origine due corposi clusters che raccolgono le

restanti 11 stazioni. Uno dei clusters 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 mentre nel secondo sono raccolte le stazioni con caratteristiche faunistiche opposte. È interessante notare come all'interno del cluster costituito dalle stazioni faunisticamente più ricche e diversificate figurino tre delle stazioni più prossime al rigassificatore: E14 MG6, E14 MG7 e E14 MG13. Ciò nonostante al momento non sembrano tuttavia emergere chiare relazioni tra raggruppamento e posizione geografica delle stazioni mentre si sottolinea ancora una volta l'anomalia in termini faunistici della stazione E14 MG9.

Tabella 65 - 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	212,2 \pm 133,8	81,4	Cumacei	0,2 \pm 0,5	0,1
Copepodi	19,2 \pm 18,7	7,4	Acari	0,1 \pm 0,4	<0,1
Nauplii	8,2 \pm 10,0	3,1	Gasteropodi	0,1 \pm 0,6	0,1
Policheti	13,9 \pm 11,0	5,3	Bivalvi	0,4 \pm 1,0	0,2
Turbellari	0,7 \pm 2,0	0,3	Solenogastri	0,2 \pm 0,6	0,1
Chinorinchi	1,2 \pm 1,9	0,5	Nemertini	0,5 \pm 2,2	0,2
Tanaidacei	1,0 \pm 1,5	0,4	Priapulidi	0,1 \pm 0,2	<0,1
Ostracodi	2,2 \pm 3,1	0,9	Ciliati	0,1 \pm 0,2	<0,1
Anfipodi	0,2 \pm 0,7	0,1	Sipunculidi	0,1 \pm 0,2	<0,1
Isopodi	0,3 \pm 0,7	0,1	Rotiferi	0,1 \pm 0,2	<0,1
			Altri (Σ Tur-Rot)	7,2 \pm 7,0	2,8
Meiofauna totale	260,7 \pm 161,6				

Quanto appena indicato è riflesso anche nel piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS, riportato in Figura 71. Anche in questo caso la disposizione dei punti-stazione nel piano prescinde dalla loro collocazione geografica. Il nMDS separa molto chiaramente la stazione E14 MG9 dalle altre, a motivo della scarsa diversità e basse abbondanze che questa presenta. Peraltro, i restanti undici siti esibiscono tra loro una similarità faunistica medio-alta.

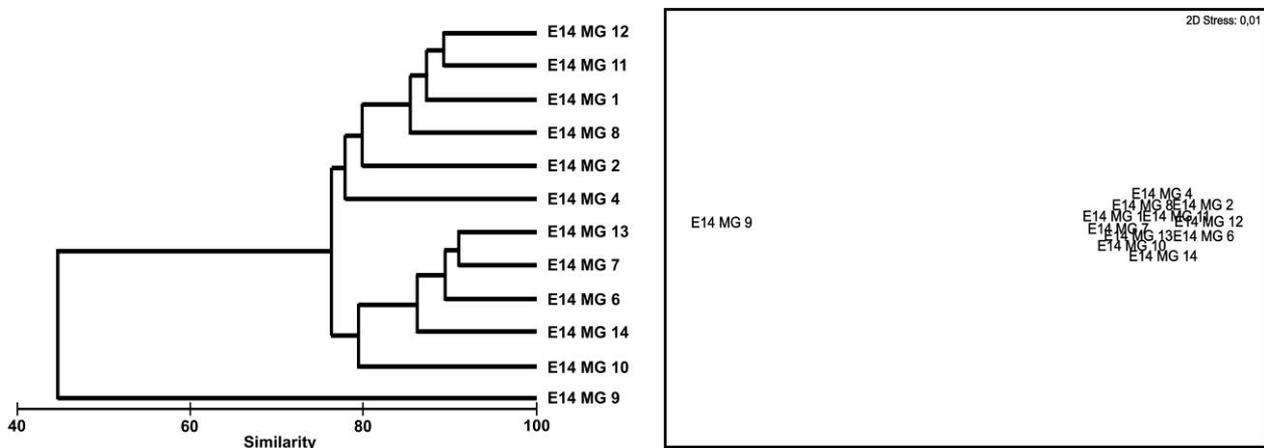


Figura 71 - A sinistra dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle stazioni basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati. A destra piano di ordinamento ottenuto dal non-metric Multi Dimensional Scaling (n-MDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati.

6.3.3 Bioaccumulo

Metalli

I risultati della ricerca dei metalli in *M. galloprovincialis* sono riportati nella Tabella 66.

Le concentrazioni di Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo totale, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame e Zinco sono analoghe in tutte le stazioni. Il Vanadio è stato rilevato in concentrazione molto modesta nella stazione A (posizione 1) ed in misura ancora minore, pari a quella rilevata stazione di Bianco, nella stazione D (posizione 4).

Il Ferro è risultato presente in concentrazione maggiore negli organismi al Tempo zero rispetto a quelli impiegati nel test.

Tabella 66 - Concentrazione dei metalli nei mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in mg/kg s.s.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Arsenico	1,43	1,52	1,52	1,51	1,37	1,40
Bario	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20
Cadmio	0,251	0,308	0,430	0,435	0,450	0,408
Rame	5,03	4,06	3,96	3,92	3,98	3,84
Cromo	1,56	1,49	1,45	1,74	1,76	1,72
Ferro	90,64	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Nichel	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20
Manganese	< 12,5	< 12,5	< 12,5	< 12,5	< 12,5	< 12,5
Piombo	0,51	0,39	0,36	0,33	0,39	0,48
Vanadio	< 1,20	3,24	< 1,20	< 1,20	1,66	1,55
Zinco	145,54	177,36	196,65	210,92	214,36	186,87
Mercurio	0,0720	0,0712	0,0655	0,0787	0,0776	0,0669

Idrocarburi totali

Nella Tabella 67 sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli idrocarburi (C<10 e C10-C40).
Questi composti sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità del metodo.

Tabella 67 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in mg/kg.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Idrocarburi C<10 (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Idrocarburi C10-C40 (mg/kg)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

IPA e composti organo stannici

Nella Tabella 68 sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli IPA e dei composti organo stannici.
Si osserva una sostanziale assenza di contaminazione di questi composti.

Si rileva la presenza di Acenaftene nella stazione D (posizione 4) in concentrazione analoga e leggermente inferiore a quella rilevata nella stazione di controllo di Gorgona.

Tabella 68 - Concentrazione degli IPA e dei composti organostannici presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in mg/kg.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Acenaftene	0,0041	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0057	0,0072
Acenaftilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (a) antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (a) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (b) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (g,h,i) perilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo (k) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Crisene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibenzo (a,e) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibenzo (a,h) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fenantrene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluorene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Naftalene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dibutilstagno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Monobutilstagno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Tributilstagno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella Tabella 69.

Si osserva una sostanziale assenza di contaminazione di questi composti e la presenza, in concentrazione estremamente bassa, di Dalapon nella stazione D (posizione 4)

Tabella 69 - Concentrazione degli cloroderivati presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in µg/kg.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Acidi Aloacetici						
Dalapon	<2	<2	<2	<2	3	<2
Acido Dibromoacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Tribromoacetico	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acido Monobromoacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Bromodichloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Bromocloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Dichloroacetico	3	<3	<3	<3	<3	<3
Acido Trichloroacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Monocloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Acido Clorodibromoacetico	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fenoli						
2,4,6-tricloro fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2,4-dicloro fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
4-cloro-3-metil fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
pentacloro fenolo	<5	<5	<5	<5	<5	<5
V.O.C.						
1,1,1-Tricloro Etano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,1,2-Tricloro Etano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bromo Dichloro Metano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bromoformio	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Carbonio Tetracloruro	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cloroformio	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dibromo Cloro Metano	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Tetracloro Etilene	0,36	0,33	0,53	0,53	0,48	0,26
Tricloro Etilene	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
1,2,3-Tricloro propano	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60
1,2-Dibromo Etano	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Dicloroacetoneitrile	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80
Tricloroacetoneitrile	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica emerge l'assenza di contaminazione fecale (Tabella 70).

Tabella 70 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna E14, sono espressi in ufc/g.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Coliformi fecali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Streptococchi fecali (enterococchi)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Coliformi totali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

6.3.4 Biomarkers

Neutral Red Retention Time (NRRT). Il tempo di ritenzione del colorante vitale Neutral Red nei lisosomi dei mitili utilizzati per il monitoraggio è risultato elevato (tempo medio superiore a 100 min) in tutte le stazioni indagate.

In nessun caso i mitili traslocati presso il terminale hanno mostrato un decremento del tempo medio di ritenzione rispetto a quelli prelevati dall'impianto di acquicoltura (tempo zero) ed a quelli della stazione di controllo (Figura 72).

Questo risultato è indicativo del fatto che lo stato di salute dei mitili al termine del periodo di esposizione nelle stazione oggetto dell'indagine è da considerarsi buono.

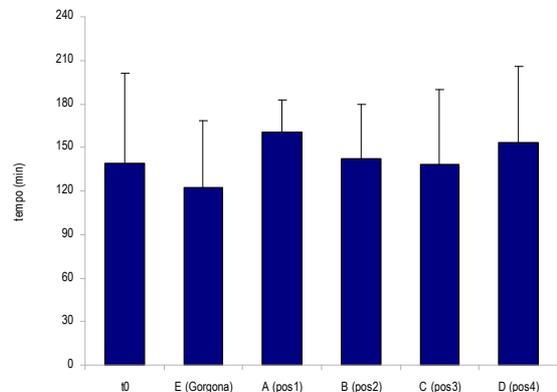


Figura 72 - Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) negli emociti di mitilo (E14).

Comet Assay. I risultati relativi alla valutazione del grado di integrità della doppia elica di DNA nelle cellule branchiali dei mitili hanno evidenziato una certa variabilità con i livelli più bassi di danno nei mitili di controllo (Gorgona) ed in quelli della stazione A (pos 1) ed i valori più alti negli organismi della stazione D (pos 4) del terminale. In particolare, il livello di danno genetico dei mitili traslocati nella stazione D è risultato statisticamente superiore rispetto a quello degli organismi campionati presso le stazioni di controllo ed A (pos 1) ma non dissimile a quello misurato nei mitili prelevati dall'impianto di acquicoltura (t0) ed in quelli delle stazioni B (pos 2) e C (pos 3) (Figura 73). Tuttavia, il grado di frammentazione riscontrato è da considerarsi moderato e prontamente riparabile per opera dei sistemi di riparazione del DNA, come dimostra il dato relativo ai mitili mantenuti presso l'Isola di Gorgona per 4 settimane, nei quali il valore medio del danno è risultato essersi abbassato sensibilmente rispetto a quello degli organismi t=0 (Figura 73).0

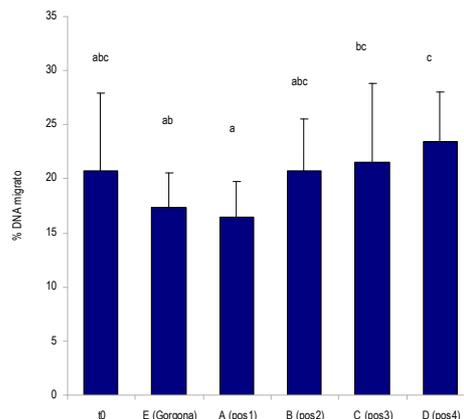


Figura 73 - Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie (p<0,05).

Analisi istologia del tessuto branchiale. I mitili mantenuti nella stazione di controllo (Gorgona) hanno mostrato il massimo grado di integrità dell'apparato branchiale (score 1 in 4 repliche su 5) (Tabella 71).

Tabella 71 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale; 2, moderata riduzione delle ciglia; 3, marcata riduzione delle ciglia; 4, assenza delle ciglia; 5, erosione epitelio branchiale.

Nome sito	replica	Score epitelio	Nome sito	replica	Score epitelio
Mitili tempo zero (t0)	1	2	Stazione B (pos. 2)	1	2
	2	1		2	2
	3	1		3	2
	4	2		4	1
	5	2		5	2
Stazione E (Bianco Gorgona)	1	1	Stazione C (pos. 3)	1	1
	2	1		2	1
	3	1		3	2
	4	1		4	2
	5	2		5	2
Stazione A (pos. 1)	1	2	Stazione D (pos. 4)	1	1
	2	2		2	2
	3	2		3	2
	4	2		4	1
	5	1		5	2

Diversamente, le branchie dei mitili t 0 (analizzati subito dopo il prelievo dall'impianto di acquicoltura - Lerici) e di quelli traslocati nelle stazioni presso il terminale hanno mostrato una moderata riduzione nel grado di sviluppo delle ciglia frontali, come risulta dal valore 2 dello score attribuito alla maggior parte delle repliche (Tabella 71).

La differenza tra mitili di controllo e mitili t 0 è stata confermata dall'altro parametro istologico indagato, cioè la frequenza di emociti granulari all'interno del lume dei filamenti branchiali. Infatti, i mitili t 0 hanno mostrato un numero medio di emociti circa tre volte superiore a quello rilevato nei mitili di controllo (Gorgona) (Figura 74). Questa differenza è verosimilmente imputabile al fatto che l'area marina che ospita l'impianto di mitilicoltura (Golfo di La Spezia) non è esente da fattori di disturbo ambientale in grado di influenzare i biomarker indagati, particolarmente nel periodo estivo, quando al disturbo antropico si sommano gli effetti dell'innalzamento stagionale delle temperature.

Il numero medio di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali dei mitili traslocati presso il terminale FRSU è risultato sostanzialmente simile a quello degli organismi di controllo mantenuti presso l'Isola di Gorgona (Figura 74).

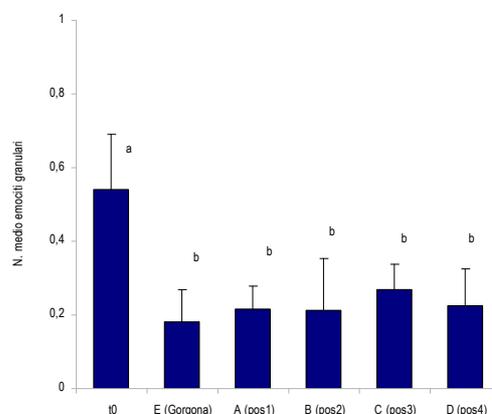


Figura 74 - Presenza di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali. Lettere diverse indicano variazioni significative tra le medie (p<0,05).

6.3.5 Fauna ittica bentonectonica

Nella Tabella 72 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 Estate 2014.

In totale, per tutto il periodo di campionamento, sono state catturate 70 specie.

Nel corso del campionamento effettuato con la rete a strascico sono state raccolte, in totale, 35 specie di Osteitti, 2 di Condroitti, 5 di Crostacei Decapodi e 9 di Molluschi Cefalopodi. L'86% delle specie presenti nei siti di trattamento sono risultate presenti anche nel sito di controllo.

Nel caso delle reti da posta, in totale sono state campionate 19 specie di Osteitti, 3 di Condroitti e 2 di Crostacei Decapodi. Nell'area di controllo non sono stati catturati Molluschi Cefalopodi. Confrontando il numero di specie, nel sito di controllo sono risultate presenti il 44% 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 e la presenza di solamente 2 specie bento-nectoniche (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.

Tabella 72 – Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. T=trattamento, C=Controllo.

	Strascico		Reti da posta		Osteitti	Strascico		Reti da posta	
	T	C	T	C		T	C	T	C
Osteitti					Osteitti				
<i>Absa fallax nitibica</i> (Lacépède, 1803)			*	*	<i>Trigla lyra</i> Linnaeus, 1758	*			
<i>Argentina sphyraena</i> Linnaeus, 1758	*	*			<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*
<i>Amoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)	*				<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	*	*	*	
<i>Aspitrigla cuculus</i> (Linnaeus, 1758)		*			Condroitti				
<i>Auxis rochei</i> (Risso, 1810)				*	<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809			*	
<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758	*				<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758			*	
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*
<i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810	*				<i>Torpedo torpedo</i> (Linnaeus, 1758)	*			
<i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			Crostacei Decapodi				
<i>Cepola macrophthalmia</i> Linnaeus, 1758	*				<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)	*			
<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)			*		<i>Macropippus tuberculatus</i> (Roux, 1830)		*		
<i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)	*		*	*	<i>Munida intermedia</i> A. Milne-Edwards & Bouvier, 1899	*			
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)		*			<i>Pallinurus elephas</i> (Fabricius, 1787)		*	*	
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	*		*		<i>Parapenaeus longirostris</i> (H. Lucas, 1846)	*	*	*	*
<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)			*		Molluschi Cefalopodi				
<i>Lepidorhombus boschii</i> (Risso, 1810)	*	*	*		<i>Aloteuthis</i> sp. Wülker, 1920	*			
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacépède, 1801)	*	*	*	*	<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)	*	*		
<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	*	*	*	*	<i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1798)		*		
<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758	*		*		<i>Illex coindetii</i> (Vérany, 1839)	*			
<i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798	*			
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*		<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1798	*			
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	*	*			<i>Sepia elegans</i> Blainville, 1827	*			
<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1826)	*	*			<i>Sepia orbignyana</i> Férussac, 1826	*	*		
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*		*	<i>Sepietta oweniana</i> (d'Orbigny, 1841)	*			
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	*	*			<i>Todaropsis eblanae</i> (Ball, 1841)	*	*		
<i>Psetta maxima</i> (Linnaeus, 1758)	*				Altro				
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	*	*			<i>Akcyonium palmatum</i> Pallas, 1766	*	*		
<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	*		*		<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i> (Delle Chiaje, 1825)	*	*		
<i>Scorpaena elongata</i> Cadenat, 1943			*		<i>Echinaster sepositus</i> (Retzius, 1783)	*			
<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810		*			<i>Echinus acutus</i> Lamarck, 1816	*			
<i>Scorpaena parvus</i> Linnaeus, 1758		*			<i>Echinus melo</i> Lamarck, 1816	*			
<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758		*			<i>Galeodea echinofora</i> (Linnaeus, 1758)	*			
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*		<i>Leptometra phalangium</i> (J. Müller, 1841)	*	*		
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			Ophiuroidea indet.	*			
<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810	*	*	*	*	<i>Pennatulaporphorea</i> Linnaeus, 1758	*			
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758			*		<i>Pennatula rubra</i> (Ellis, 1764)	*			
<i>Trachurus mediterraneus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	*	*			<i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)				*
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*			<i>Slichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)	*	*	*	

Indici di densità e biomassa per gruppi tassonomici

Nella Figura 75 è illustrata la composizione delle catture, in 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 rappresentato è risultato quello dei Condroitti, con valori percentuali in numero dell'80% nel trattamento e dell'84% nel controllo. Le percentuali in biomassa per questo gruppo tassonomico si sono attestate sull'82% nel trattamento, mentre nel controllo hanno rappresentato il 69% del peso totale. Gli Osteitti hanno rappresentato il

secondo gruppo tassonomico più importante, con percentuali in numero del 14% nel trattamento e del 13% nel controllo e percentuali in peso del 17% e 30,5% nel trattamento e nel controllo rispettivamente. Il gruppo tassonomico dei Crostacei Decapodi ha mostrato percentuali molto basse sia in numero (7% nel trattamento e 3% nel controllo) che in peso (1% e 0,3% nel trattamento e controllo rispettivamente). I Molluschi Cefalopodi sono risultati assenti in entrambi i siti di campionamento.

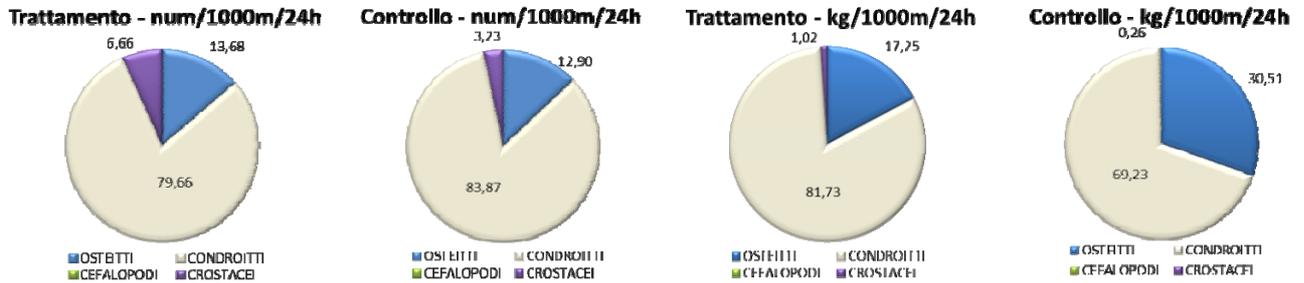


Figura 75 – Reti da posta: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di trattamento e controllo.

Nella Figura 76 è riportata la composizione in percentuale delle catture dei principali gruppi tassonomici campionati con la rete a strascico. Il gruppo tassonomico più importante, sia nei siti di trattamento che nel controllo, è risultato essere quello degli Osteitti. Per questo gruppo la percentuale in numero è risultata del 57% e del 75% nel trattamento e nel controllo rispettivamente.

Per quanto riguarda la biomassa i valori si sono attestati sul 47% del peso totale nel trattamento e sul 66% del peso totale nel controllo. Passando al gruppo dei Condroitti le percentuali in numero si sono attestate sull'11% nel trattamento e sul 7% nel controllo, mentre, per quanto riguarda i valori in biomassa, questi sono risultati pari al 35,5% nel trattamento e al 19% nel controllo.

Il gruppo tassonomico dei Crostacei Decapodi ha mostrato percentuali in numero pari al 20% e 12% nel trattamento e controllo rispettivamente.

Nel caso invece dei valori in biomassa le percentuali sono risultate abbastanza simili nei due siti di campionamento (5% nel trattamento, 6% nel controllo). Nelle catture effettuate con la rete a strascico è risultato presente anche il gruppo dei Molluschi Cefalopodi; in questo caso le percentuali in numero si sono attestate intorno al 12% del numero totale nel trattamento e al 7% del numero totale nel controllo, mentre per quanto riguarda la biomassa i valori sono risultati pari al 12% del peso totale nel trattamento e al 9% del peso totale nel controllo.

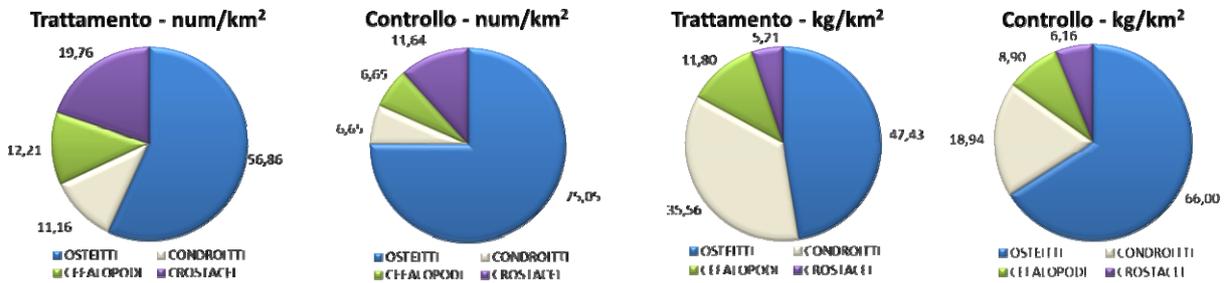


Figura 76 – Rete a strascico: composizione delle catture, espressa come percentuale, dei principali gruppi tassonomici campionati nell'area di trattamento e controllo.

Reti da posta - Indici di densità e biomassa per specie

Nella Tabella 73 sono riportati gli indici di abbondanza in num/1000m/24h e in kg/1000m/24h per le specie catturate con le reti da posta. La specie più abbondante rinvenuta nei siti di trattamento è stata il gattuccio, *Scyllorhinus canicula*, con valori in numero di 108 ind./1000m/24h e in peso di 17,357 kg/1000m/24h. Tutte le altre specie catturate nei siti di trattamento hanno mostrato valori nettamente più bassi rispetto al gattuccio. La seconda specie più abbondante è risultata il gambero bianco, *Parapenaeus longirostris*, con 9 ind./1000m/24h e 0,107 kg/1000m/24h. Nel gruppo tassonomico degli Osteitti le specie più abbondanti sono state la linguatula, *Citharus linguatula*, con valori in numero di 7 ind./1000m/24h ed in peso di 0,297 kg/1000m/24h, la rana pescatrice, *Lophius budegassa*, con 3 ind./1000m/24h e 1,700 kg/1000m/24h ed il rombo quattrocchi, *Lepidorhombus bosci*, con 2 ind./1000m/24h e 0,173 kg/1000m/24h. Anche nel sito di controllo la specie più abbondante è stata il gattuccio *S. canicula* con valori in numero di 115 ind./1000m/24h ed in peso di 20,708 kg/1000m/24h.

Il numero di specie di Osteitti campionate nel controllo è risultato meno della metà di quelle presenti nel trattamento. Tra queste la specie più abbondante è stata il tombarello, *Auxis rochei*, con 4 ind./1000m/24h e 6,462 kg/1000m/24h.

Tra gli Osteitti le specie più abbondanti in peso sono state la cheppia, *Alosa fallax nilotica* (0,989 kg/1000m/24h), il pagello fragolino *Pagellus erythrinus*, (0,752 kg/1000m/24h) e la rana pescatrice, *L. budegassa* (0,544 kg/1000m/24h).

Tabella 73 - 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>Alosa fallax nilotica</i>	0,79 \pm 0,891	0,611 \pm 0,782	1,47	0,989
<i>Auxis rochei</i>	0,38 \pm 0,613	0,607 \pm 0,779	4,42	6,462
<i>Chelydonichthys lucerna</i>	0,36 \pm 0,599	0,065 \pm 0,255		
<i>Citharus linguatula</i>	6,61 \pm 2,571	0,297 \pm 0,545	2,95	0,168
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0,39 \pm 0,627	0,004 \pm 0,063		
<i>Lepidopus caudatus</i>	0,40 \pm 0,632	0,006 \pm 0,075		
<i>Lepidorhombus boscii</i>	1,96 \pm 1,398	0,173 \pm 0,417		
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	0,38 \pm 0,613	0,006 \pm 0,078	1,47	0,013
<i>Lophius budegassa</i>	3,11 \pm 1,765	1,700 \pm 1,304	1,47	0,544
<i>Lophius piscatorius</i>	0,36 \pm 0,599	0,150 \pm 0,388		
<i>Merluccius merluccius</i>	0,75 \pm 0,867	0,258 \pm 0,508		
<i>Pagellus erythrinus</i>			1,47	0,752
<i>Scomber scombrus</i>	0,39 \pm 0,627	0,079 \pm 0,280		
<i>Scorpaena elongata</i>	0,77 \pm 0,877	0,141 \pm 0,375		
<i>Serranus cabrilla</i>	0,38 \pm 0,613	0,036 \pm 0,189		
<i>Spicara flexuosa</i>	0,38 \pm 0,613	0,012 \pm 0,110	1,47	0,053
<i>Trachinus draco</i>	0,36 \pm 0,599	0,045 \pm 0,212		
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	0,40 \pm 0,632	0,011 \pm 0,104	2,95	0,144
<i>Zeus faber</i>	0,77 \pm 0,877	0,167 \pm 0,408		
CONDROITTI				
<i>Raja asterias</i>	0,36 \pm 0,599	0,407 \pm 0,638		
<i>Raja clavata</i>	1,57 \pm 1,253	2,928 \pm 1,711		
<i>Scyliorhinus canicula</i>	108,33 \pm 10,408	17,357 \pm 4,166	114,96	20,708
CROSTACEI DECAPODI				
<i>Palinurus elephas</i>	0,40 \pm 0,632	0,150 \pm 0,388		
<i>Parapenaeus longirostris</i>	8,82 \pm 2,970	0,107 \pm 0,328	2,95	0,043
ALTRO				
<i>Squilla mantis</i>			1,47	0,035
<i>Stichopus regalis</i>	0,79 \pm 0,887	0,204 \pm 0,452		

Reti a strascico - Indici di densità e biomassa per specie

Nella Tabella 74 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 in assoluto è risultata il gambero bianco, *P. longirostris*, con un valore in numero di 1803 ind./km² e 20,205 kg/km². Nel gruppo tassonomico degli Osteitti la specie più abbondante è stata la triglia di fango, *Mullus barbatus*, con un indice di densità di 1469 ind./km² e di biomassa di 56,413 kg/km². Valori importanti sia in numero che in peso sono stati registrati anche per il sugarello, *Trachurus trachurus*, con indici in numero e peso pari a 736 ind./km² e 7,200 kg/km² rispettivamente, l'acciuga, *Engraulis encrasicolus*, con 502 ind./km² e 5,348 kg/km², il nasello, *Merluccius merluccius*, con una densità di 425 ind./km² e una biomassa di 22,851 kg/km² e il caviglione, *Lepidotrigla cavillone* (374 ind./km² e 4,399 kg/km²). Tra i Condroitti la specie più abbondante è risultata ancora una volta il gattuccio, *S. canicula*, con valori in densità pari a 1019 ind./km² ed in biomassa pari a 137,752 kg/km². Nel gruppo tassonomico dei Molluschi Cefalopodi la specie più abbondante, sia in numero che in peso, è risultata il totano tozzo, *Todaropsis eblanae*, con valori di 414 ind./km² e 16,065 kg/km². Altre specie particolarmente abbondanti sono state il totano, *Illex coindetii*, (238 ind./km² e 11,711 kg/km²) ed il calamaro, *Loligo vulgaris* (224 ind./km² e 6,337 kg/km²). Nel gruppo classificato come "Altro" la specie più importante in numero e peso è stata l'oloturoideo *Stichopus regalis* con valori di 139 ind./km² e 23,038 kg/km². Da segnalare anche una notevole abbondanza del crinoide *Leptometra phalangium*, con un valore in peso di 30,104 kg/km².

Nel sito di controllo la specie più abbondante in assoluto è stata la triglia di fango, *M. barbatus*, con valori di 2691 ind./km² e 88,264 kg/km², che sono risultati nettamente superiori a quelli registrati nel trattamento. Tra gli Osteitti indici piuttosto elevati sono stati registrati anche per pagello manfrone, *Pagellus acarne*, pari a 861 ind./km² e 35,047 kg/km², il caviglione *L. cavillone*, 818 ind./km² e 12,206 kg/km², la boga, *Boops boops* (474 ind./km² e 21,528 kg/km²), il pagello fragolino *P. erythrinus* (366 ind./km² e 21,872 kg/km²) ed il sugarello *T. trachurus*, pari a 301 ind./km² e 5,877 kg/km². Tra i Crostacei Decapodi la specie più abbondante è stata il gambero bianco *P. longirostris* con valori in numero e peso pari a 1163 ind./km² e 12,056 kg/km² rispettivamente. Il gruppo dei Condroitti è rappresentato solamente dal gattuccio *S. canicula*, con un indice in numero pari a 689 ind./km² ed un indice in peso pari a 97,952 kg/km². Il gruppo tassonomico dei Molluschi Cefalopodi è rappresentato esclusivamente da 4 specie di cui le più abbondanti sono state il totano tozzo *T. eblanae* (603 ind./km² e 43,056 kg/km²) e la seppia pizzuta, *Sepia orbignyana* (43 ind./km² e 0,667 kg/km²). Analizzando la categoria indicata come "Altro" la specie con l'indice di abbondanza più elevato è risultata l'asteroideo *Astropecten irregularis pentacanthus*, con un valore pari a 431 ind./km², mentre la specie con l'indice di biomassa più elevato è risultata il crinoide *L. phalangium*, con 21,528 kg/km². È da segnalare

anche la presenza di una grande quantità di sporco organico (1506,949 kg/km²) dovuta essenzialmente alla cattura di una notevole quantità di pezzi di legno. Per quanto riguarda la voce "rifiuti", per cui è stato stimato un indice in peso di 19,375 kg/km², si trattava quasi esclusivamente di plastica.

Tabella 74 - 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>	53,65 \pm 7,634	0,733 \pm 0,856	21,53	0,237
<i>Arnoglossus laterna</i>	5,38 \pm 2,320	0,016 \pm 0,127		
<i>Aspitrigla cuculus</i>			86,11	3,746
<i>Blennius ocellaris</i>	10,59 \pm 3,254	0,233 \pm 0,482		
<i>Boops boops</i>	122,92 \pm 11,087	7,259 \pm 2,694	473,61	21,528
<i>Callionymus maculatus</i>	10,76 \pm 3,821	0,027 \pm 0,164		
<i>Capros aper</i>	242,19 \pm 15,652	0,818 \pm 0,904	21,53	0,065
<i>Cepola macrophthalmia</i>	5,38 \pm 2,320	0,048 \pm 0,220		
<i>Citharus linguatula</i>	15,80 \pm 3,975	1,017 \pm 1,009		
<i>Diplodus vulgaris</i>			21,53	1,830
<i>Engraulis encrasicolus</i>	501,56 \pm 22,396	5,348 \pm 2,312		
<i>Lepidorhombus boschii</i>	132,12 \pm 11,494	4,232 \pm 2,057	107,64	4,887
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	373,96 \pm 19,338	4,399 \pm 2,097	818,06	12,206
<i>Lophius budegassa</i>	58,85 \pm 7,672	38,146 \pm 6,176	64,58	32,593
<i>Lophius piscatorius</i>	5,21 \pm 2,282	5,422 \pm 2,328		
<i>Macroramphosus scolopax</i>	166,84 \pm 12,917	1,060 \pm 1,030	64,58	0,323
<i>Merluccius merluccius</i>	425,35 \pm 20,624	22,851 \pm 4,780	193,75	22,001
<i>Mullus barbatus</i>	1468,58 \pm 38,322	56,413 \pm 7,511	2690,98	88,264
<i>Pagellus acarne</i>	16,15 \pm 4,018	0,603 \pm 0,776	861,11	35,047
<i>Pagellus erythrinus</i>	42,53 \pm 6,522	3,013 \pm 1,736	365,97	21,872
<i>Phycis blennoides</i>	16,15 \pm 4,018	0,910 \pm 0,954	43,06	1,399
<i>Psetta maxima</i>	5,38 \pm 2,320	4,365 \pm 2,089		
<i>Sardina pilcarus</i>	143,75 \pm 11,990	2,514 \pm 1,586	129,17	2,303
<i>Scorpaena notata</i>			43,06	14,983
<i>Scorpaena porcus</i>			21,53	4,801
<i>Scorpaena scrofa</i>			107,64	23,465
<i>Serranus cabrilla</i>	32,29 \pm 5,683	0,501 \pm 0,707	279,86	15,543
<i>Serranus hepatus</i>	80,73 \pm 8,985	1,152 \pm 1,073	473,61	5,942
<i>Spicara flexuosa</i>	26,74 \pm 5,171	0,889 \pm 0,943	21,53	0,409
<i>Trachurus mediterraneus mediterraneus</i>	208,33 \pm 14,434	5,923 \pm 2,434	193,75	6,200
<i>Trachurus trachurus</i>	735,77 \pm 27,125	7,200 \pm 2,683	301,39	5,877
<i>Trigla lyra</i>	5,38 \pm 2,320	0,517 \pm 0,719		
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	262,67 \pm 16,207	4,650 \pm 2,156	279,86	6,114
<i>Zeus faber</i>	42,88 \pm 6,458	3,832 \pm 1,958	86,11	9,752
CONDROITTI				
<i>Scyliorhinus canicula</i>	1018,75 \pm 31,918	137,752 \pm 11,737	688,89	97,952
<i>Torpedo torpedo</i>	5,38 \pm 3,320	0,258 \pm 0,508		
CROSTACEI DECAPODI				
<i>Goneplax rhomboides</i>	5,38 \pm 2,320	0,005 \pm 0,073		
<i>Macropipus tuberculatus</i>			21,53	0,022
<i>Munida intermedia</i>	5,38 \pm 2,320	0,011 \pm 0,104		
<i>Palinurus elephas</i>			21,53	19,806
<i>Parapenaeus longirostris</i>	1802,96 \pm 42,461	20,205 \pm 4,495	1162,50	12,056
MOLLUSCHI CEFALOPODI				
<i>Alloteuthis sp.</i>	26,56 \pm 5,154	0,048 \pm 0,219		
<i>Eledone cirrhosa</i>	32,12 \pm 5,667	0,906 \pm 0,952	21,53	0,344
<i>Eledone moschata</i>			21,53	1,981
<i>Illex coindetii</i>	238,20 \pm 15,434	11,711 \pm 3,422		
<i>Loligo vulgaris</i>	224,48 \pm 14,983	6,337 \pm 2,517		
<i>Octopus vulgaris</i>	21,53 \pm 4,640	8,649 \pm 2,941		
<i>Sepia elegans</i>	15,80 \pm 3,975	0,184 \pm 0,429		

Tabella 74 - Rete a strascico: indici di densità e abbondanza (\pm DS), espressi in num/km ² e kg/km ² , stimati per le specie catturate nei siti di trattamento e di controllo.				
<i>Sepia orbignyana</i>	142,54 \pm 11,939	1,866 \pm 1,366	43,06	0,667
<i>Sepietta oweniana</i>	5,21 \pm 2,282	0,036 \pm 0,191		
<i>Todaropsis eblanae</i>	414,41 \pm 20,357	16,065 \pm 4,008	602,78	43,056
ALTRO				
<i>Alcyonium palmatum</i>	16,15 \pm 4,018	0,108 \pm 0,328	43,06	0,344
<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i>	64,24 \pm 8,015	0,220 \pm 0,469	430,56	3,229
<i>Echinaster sepositus</i>	10,76 \pm 3,281	0,678 \pm 0,823		
<i>Echinus acutus</i>	15,63 \pm 3,953	2,604 \pm 1,614		
<i>Echinus melo</i>	5,38 \pm 2,320	1,076 \pm 1,037		
<i>Galeodea echinophora</i>	5,21 \pm 2,282	0,104 \pm 0,323		
<i>Leptometra phalangium</i>	0,00	30,104 \pm 5,487		21,528
Ophiuroidea indet.	96,53 \pm 9,825	0,413 \pm 0,643		
<i>Pennatula phosphorea</i>	5,38 \pm 2,320	0,097 \pm 0,311		
<i>Pennatula rubra</i>	10,76 \pm 3,281	0,048 \pm 0,220		
<i>Stichopus regalis</i>	139,24 \pm 11,800	23,038 \pm 4,800	86,11	12,917
Sporco organico				1506,949
Rifiuti	5,38 \pm 2,320	0,538 \pm 0,734		19,375

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 analizzate dal punto di vista degli indici di densità e abbondanza e delle distribuzioni di taglia frequenza durante tutti i campionamenti successivi. Può quindi accadere che alcune di queste specie non siano catturate durante alcuni campionamenti.

Reti da posta

Nella Figura 77 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 che per sito. Il gattuccio, *S. canicula*, non ha mostrato differenze significative tra i siti di trattamento ed il sito di controllo, mentre, sia per *C. linguatula* che per la rana pescatrice, *L. budegassa*, sono stati registrati valori più alti, sia in numero che in peso, nel sito di trattamento. Sia la razza stellata, *Raja asterias*, che la gallinella, *Chelydonichthys lucerna*, sono state catturate esclusivamente nei siti di trattamento.

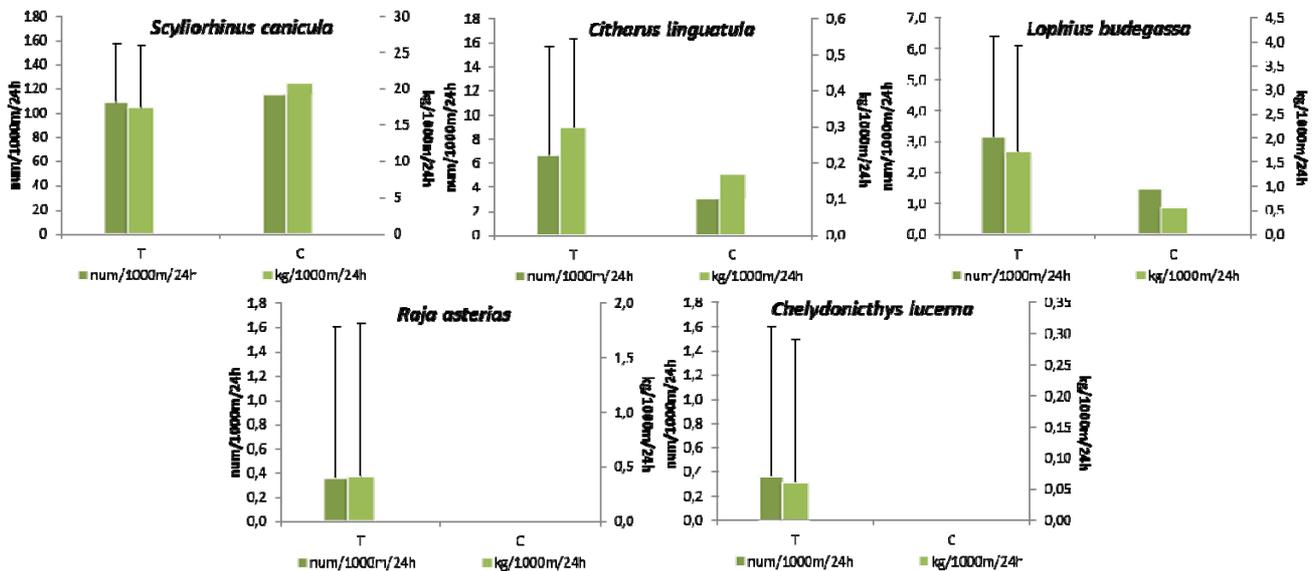


Figura 77 – Reti da posta: indici di abbondanza in numero e peso, stimati per i siti di trattamento (T) e controllo (C), delle specie indicatrici. Sono riportati i valori delle medie + la deviazione standard, per specie e per sito. In verde scuro num/1000m/24h, in verde chiaro kg/1000m/24h.

Rete a strascico

Nella Figura 78 sono riportati gli indici in numero e peso per le specie indicatrici catturate con la rete a strascico.

I campionamenti effettuati nei siti trattamento hanno mostrato un elevato grado di variabilità (elevata deviazione standard) sia dal punto di vista qualitativo (numero di specie) che quantitativo (densità e biomassa degli individui). Questa è una caratteristica dei dati relativi ai popolamenti ittici, composti da organismi mobili che spesso hanno la tendenza ad una distribuzione contagiosa ossia in banchi.

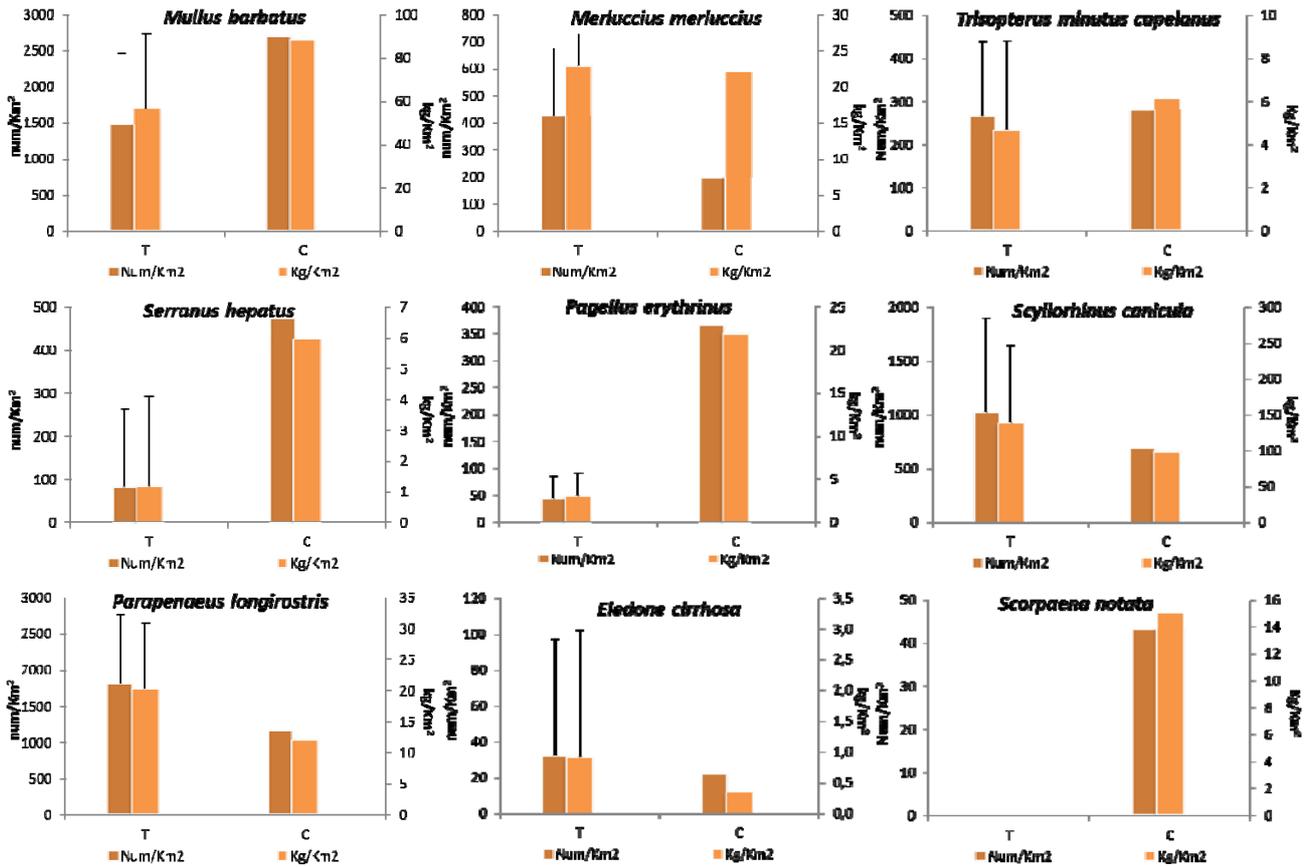


Figura 78 – Rete a strascico: indici di abbondanza in numero e peso, stimati per i siti di trattamento (T) e controllo (C), delle specie indicatrici. Sono riportati i valori delle medie + la deviazione standard, per specie e per sito. In marrone scuro num/km², in marrone chiaro kg/km².

Nonostante l'elevata variabilità dei dati, la triglia *M. barbatus*, lo sciarrano *Serranus hepatus* ed il pagello fragolino *P.erythrinus* hanno mostrato indici di densità e biomassa più elevati nel sito di controllo. Per quanto riguarda il nasello *M. merluccius* solamente l'indice di densità è risultato più elevato nel trattamento. Lo scorfanotto, *Scorpaena notata*, è stato catturato solo 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 79), con 283 individui catturati nei siti di trattamento e 78 individui in quello di controllo. Gli esemplari catturati nei siti di trattamento avevano taglie comprese tra 27 e 49 cm LT, mentre per gli individui catturati nel sito di controllo le taglie erano comprese tra 29 e 50 cm LT. Gli organismi del trattamento hanno mostrato una moda a 40 cm LT, mentre nel controllo la moda si è attestata sui 41 cm LT.

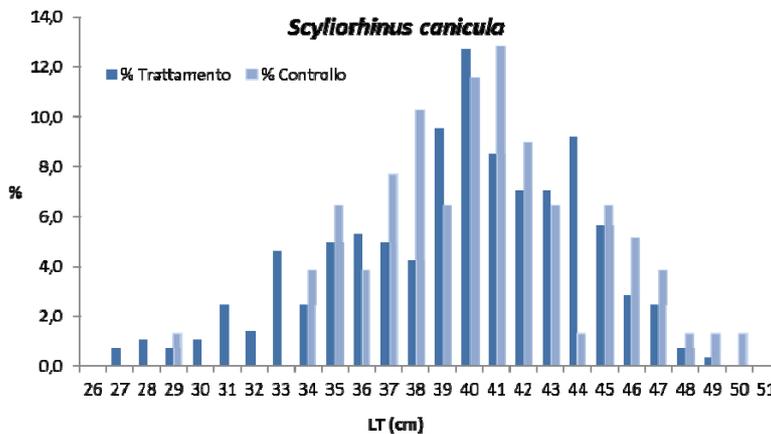


Figura 79 -Rete da posta: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (*Scyliorhinus canicula*). Num. individui: 283 (trattamento), 78(controllo).

Per le altre specie indicatrici, visto lo scarso numero di individui catturati, non vengono fornite le distribuzioni di taglia-frequenza. Nel caso della rana pescatrice, *L. budegassa*, sono stati catturati 9 individui, 8 nei siti di trattamento ed 1 solo nel controllo, con taglia compresa tra 19,5 e 53,5 cm LT. Per *C. linguatula* gli organismi campionati sono stati 19 (17 nel trattamento e 2 nel controllo), con taglia compresa tra 14,5 e 23 cm LT.

Rete a strascico

La specie con il maggior numero di individui catturati tra il trattamento ed il controllo è risultata la triglia di fango *M. barbatus* con un totale di 401 esemplari: 276 nel trattamento e 125 nel controllo (Figura 80).

L'intervallo di taglia degli individui catturati nei siti di trattamento è compreso tra 10,5 e 24 cm LT, mentre quello degli organismi del sito di controllo è compreso tra 10,5 e 22,5 cm LT. L'analisi della distribuzione di taglia-frequenza del trattamento ha messo in evidenza tre mode: a 11 cm LT, 14 cm LT e 17,5 cm LT. Nel caso della distribuzione taglia-frequenza del controllo non è possibile identificare in modo netto delle mode.

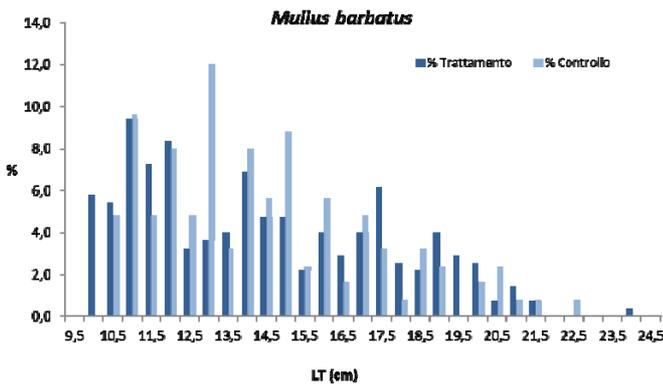


Figura 80 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza della triglia di fango (*Mullus barbatus*). Num. individui: 276 (trattamento), 125 (controllo).

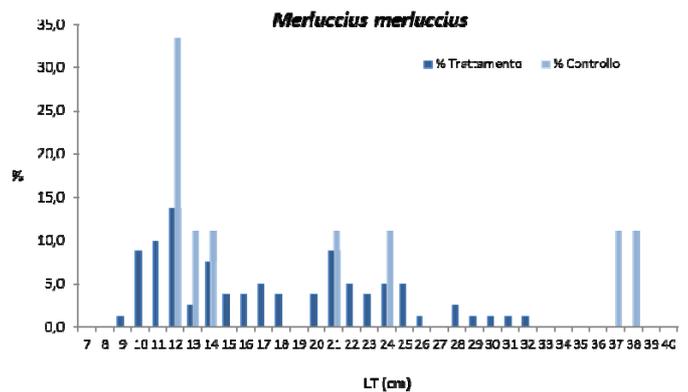


Figura 81 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del nasello (*Merluccius merluccius*). Num. individui: 80 (trattamento), 9 (controllo).

Tra gli Osteitti la seconda specie più abbondante è risultata il nasello *M. merluccius* con un totale di 89 individui, 80 presenti nei siti di trattamento, 9 nel sito di controllo (Figura 81). L'intervallo di taglia degli esemplari catturati nei siti di trattamento è compreso tra 9 e 32 cm LT. In questa distribuzione di taglia è possibile evidenziare 2 mode, una a 12 cm LT ed una a 21 cm LT. Per gli organismi catturati nel sito di controllo sono state registrate taglie comprese tra 12 e 38 cm LT. Lo scarso numero di individui catturati nel controllo non ha permesso di evidenziare delle mode ben definite.

Per quanto riguarda il merluzzetto, *Trisopterus minutus capelanus* (Figura 82), sono stati catturati 49 esemplari nei siti di trattamento e 13 nel sito di controllo. L'intervallo di taglia degli organismi presenti nel trattamento è risultato compreso tra 7 e 15 cm LT, mentre per gli animali del controllo, l'intervallo di taglia si è esteso da 8 a 15,5 cm LT. Per entrambe le distribuzioni non è stato possibile evidenziare delle mode definite. Passando allo sciarano, *S. hepatus*, in totale sono stati catturati 37 esemplari di cui 15 nei siti di trattamento e 22 nel sito di controllo (Figura 83). L'intervallo di taglia è risultato compreso tra 7 e 11 cm LT per il trattamento, con una moda a 9-10 cm LT, e tra 7,5 e 11 cm LT per il controllo, con una moda a 9,5 cm LT.

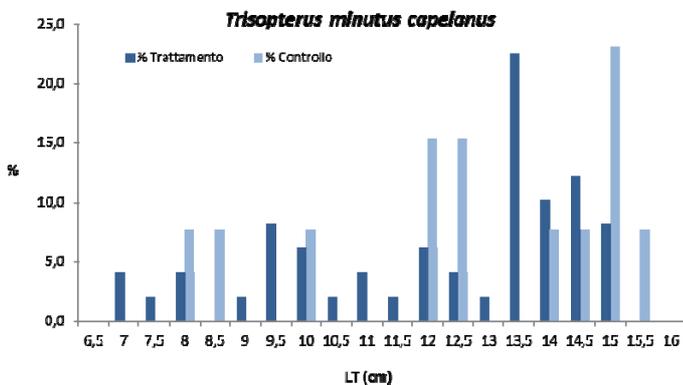


Figura 82 – Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del merluzzetto (*Trisopterus minutus capelanus*). Num. individui: 49 (trattamento), 13 (controllo).

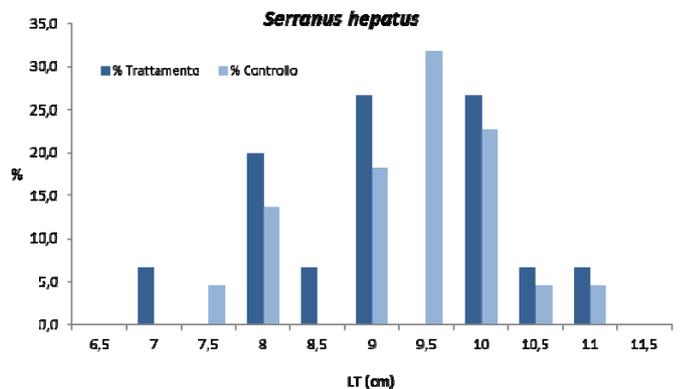


Figura 83 – Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza dello sciarano (*Serranus hepatus*). Individui: 15 (trattamento), 22 (controllo).

Lo scarso numero di esemplari del pagello fragolino *P. erythrinus* catturati sia nel trattamento che nel controllo non ha permesso di ottenere una ben definita distribuzione di taglia-frequenza. Gli individui presenti nel trattamento (8 esemplari) hanno mostrato una taglia compresa tra 15,5 e 21,5 cm LT, mentre per quelli del controllo (17 esemplari) la taglia era compresa tra 16,5 e 26,5 cm LT.

Il numero totale di gattucci (*S. canicula*) campionati è stato di 224; di cui 192 nel trattamento e 32 nel controllo (Figura 84). L'intervallo di taglia per questa specie è molto ampio: tra 21 e 45 cm LT per il trattamento e tra 24 e 45 cm LT per il controllo. L'analisi della distribuzione di taglia-frequenza ottenuta con i dati raccolti nei siti di trattamento ha permesso di evidenziare una moda in corrispondenza di 37 cm LT. Nel caso delle lunghezze di taglia del controllo non è stato possibile identificare delle mode.

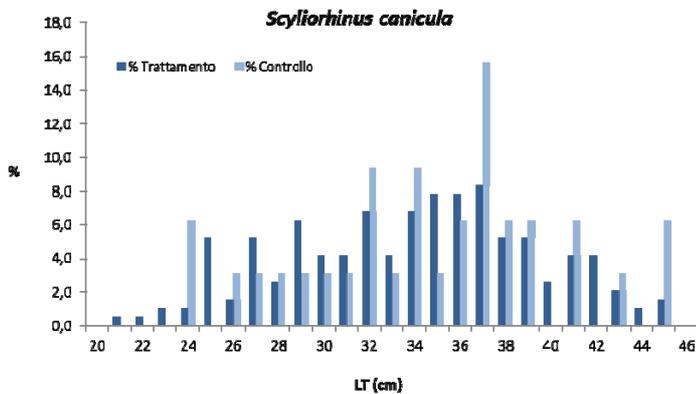


Figura 84 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (*Scylliorhinus canicula*). Num. individui: 192 (trattamento), 32 (controllo).

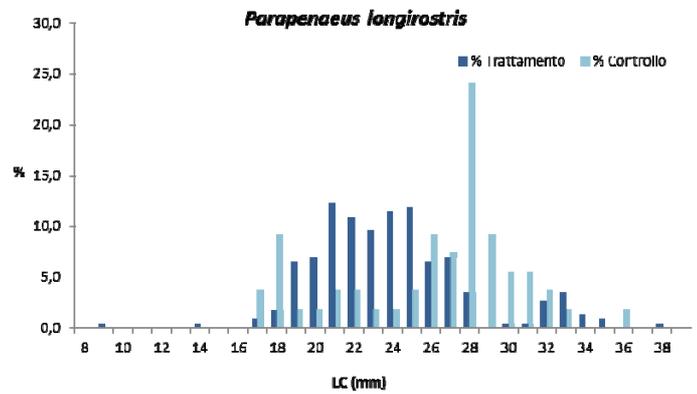


Figura 85 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gambero bianco (*Parapenaeus longirostris*). Num. individui: 228 (trattamento), 54 (controllo).

Passando al gambero bianco, *P. longirostris*, in totale sono stati catturati 282 individui, 228 nei siti di trattamento e 54 nel sito di controllo (Figura 85). L'intervallo di taglia degli organismi presenti nel trattamento è risultato molto ampio (9 – 38 mm LC), anche se la maggior parte degli individui si è concentrata tra i 16 e 28 mm LC. È inoltre possibile mettere in evidenza una classe modale a 21 mm LC. La distribuzione di taglia-frequenza degli organismi del controllo ha mostrato un intervallo di taglia compreso 16 e 36 mm LC. La maggior parte degli individui è concentrata tra 24 e 33 mm LC, con una moda a 28 mm LC.

Il numero molto basso di moscardini (*E. cirrhosa*) campionati nel trattamento (6 individui) e nel controllo (1 individuo) non ha permesso di fornire una adeguata distribuzione di taglia-frequenza. La taglia di questi organismi è risultata compresa tra 4 e 6 cm LM.

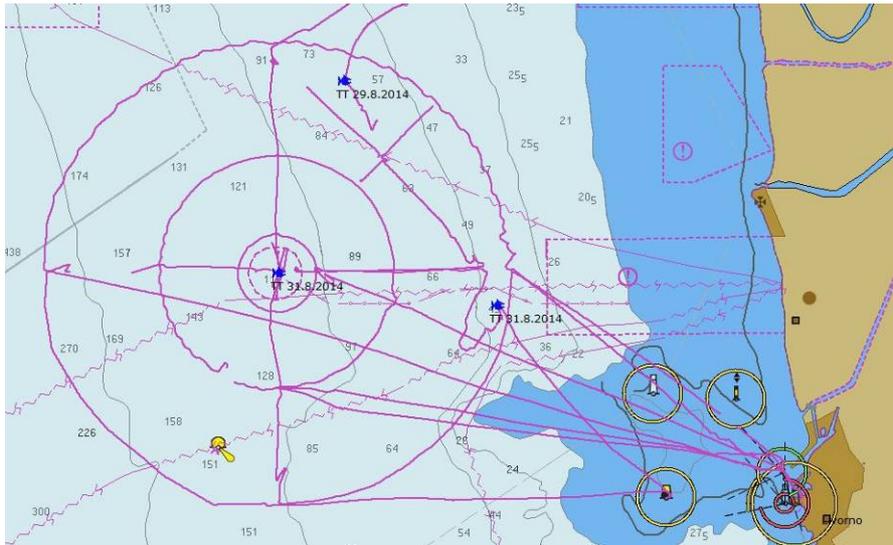
6.3.6 Fauna ittica pelagica

La prima campagna effettuata con le reti da posta pelagiche ha portato a scarsi risultati impedendo di verificare l'esistenza dell'effetto FAD (fish aggregating device). Le catture sono state effettuate solo nel sito di controllo ed è stata catturata un'unica specie, il tombarello *A. rochei*. Per questa specie l'indice di densità è risultato pari a 4 ind./1000m/24h, mentre quello in peso è stato di 6,875 kg/1000m/24h.

Gli scarsi risultati ottenuti sono da mettere in relazione con le caratteristiche di questo tipo di pesca e delle specie che si vanno ad insidiare. La concentrazione degli esemplari in genere è molto bassa ed organizzata in branchi che non hanno una distribuzione continua. Queste caratteristiche richiederebbero l'applicazione di uno sforzo di pesca molto intenso in termini di giornate di campionamento, ma troppo elevato in termini di tempo e costi. L'impiego di reti più lunghe rispetto agli attuali 2000 m utilizzati non risulta compatibile con la scala spaziale che si deve investigare.

6.3.7 Cetacei e tartarughe marine

Nella Figura 86 sono mostrate le rotte effettuate. Sono state percorse 242,9 nm, per un totale di 54,25h di navigazione. Sono stati effettuati 3 avvistamenti di cetacei appartenenti alla specie *Tursiops truncatus*. L'avvistamento di tursiopi in data 29 agosto con 5 esemplari di delfini adulti in posizione (N43 42.430, E10 02.749) a 8 nm NE dal terminale, in data 31 agosto con 15 esemplari di delfini adulti e piccoli in posizione (N43 37.802, E10 07.179) a 5,7 nm SE dal terminale, il secondo sempre in data 31 agosto con 1 esemplare di delfino adulto in posizione (N43 38.476, E09 59.525) a 20m dalla prua del terminale..



Data	Latitudine N	Longitudine E	Specie	N° individui
29/08/14	43° 42.430'	10° 02.749'	<i>Tursiops truncatus</i>	5
31/08/14	43° 37.802'	10° 07.179'	<i>Tursiops truncatus</i>	15
	43° 38.476'	9° 59.525'	<i>Tursiops truncatus</i>	1

Figura 86 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo e avvistamenti relativi alla estate 2014.



Avvistamento tursiopi in data 29/08/2014



Avvistamento tursiope in data 31/08/2014



Avvistamento tursiopi in data 29/08/2014



Avvistamento tursiopi in data 29/08/2014

6.4 . INDAGINI GENERALI

6.4.1 Misura del rumore

Si riportano di seguito i grafici relativi ai punti più vicini (a 100m e a 1km di distanza dalla posizione dal terminale) per la profondità di 55 m con rappresentazione data dal calcolo della Fast Fourier Transform, con l'analisi in terza d'ottava sovrapposta (vedi figure nelle pagine seguenti). Di seguito i plot dei dati a profondità di 55m per uniformità con le relazioni precedenti, ma anche perché nel periodo estivo ci si aspetta un profilo di temperatura e quindi di velocità del suono particolarmente down-refracting, cioè in queste condizioni di propagazione il suono tende a propagarsi verso il basso e a pochi metri di profondità rimane una zona d'ombra dopo poche centinaia di metri di distanza dalla sorgente, indipendentemente dalla frequenza.

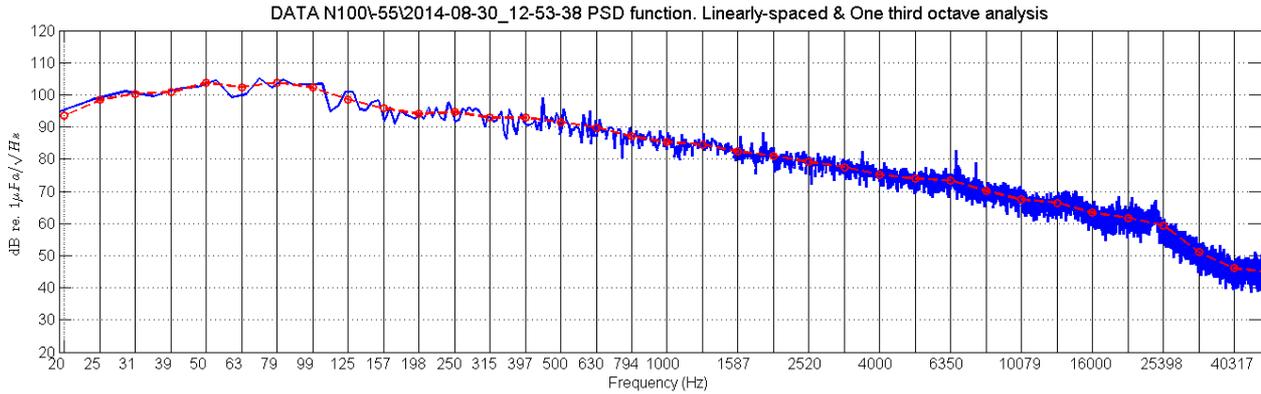


Figura 87 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N100 a 55m di profondità.

Tra le misure a 10km di distanza, sono state selezionate quelle registrate nei punti S10K e E10K (Figura 96; Figura 97), per permettere il confronto sulle direttrici Sud e Est con le misure a 100 e 1000m. Nella relazione relativa alla campagna P14 solo la direttrice Sud era stata presa in esame in dettaglio, perché considerata più significativa. In questa campagna i dati relativi a tale direttrice non sono molto differenti dalle altre direttrici. Questo può derivare da condizioni ambientali (rumore di traffico locale, rumore dato dai fenomeni atmosferici o condizioni di propagazione del suono) differenti. Sui grafici della Power Spectral Density function a volte appaiono "spike", forti innalzamenti del livello su una singola frequenza, in particolare a 6350 Hz e sue armoniche. Tali segnali non sono acustici, ma da riferire a interferenze elettromagnetiche (EMI) provenienti dall'ambiente e quindi influenti per l'analisi acustica.

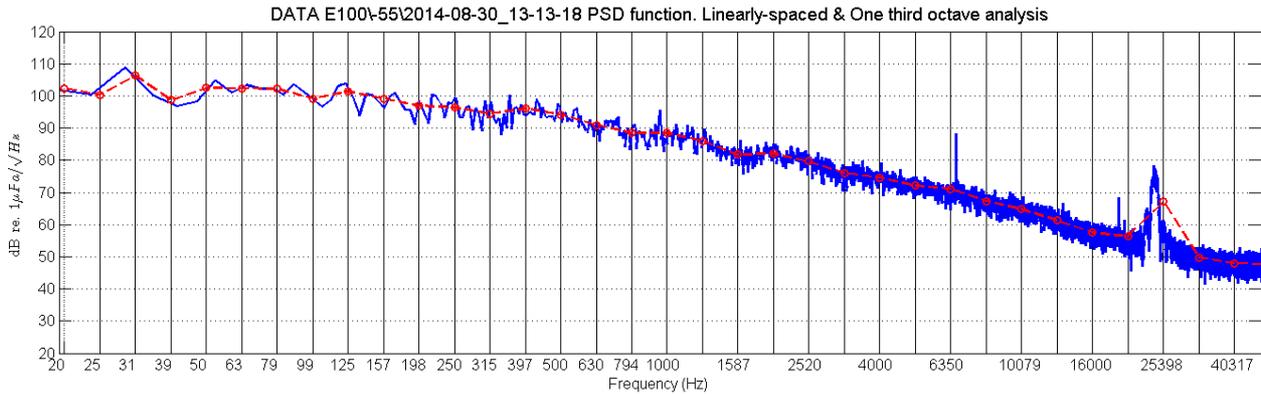


Figura 88 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E100 a 55m di profondità. È evidente la presenza di un eco-scandaglio (sonar a banda stretta con frequenza centrale intorno a 24 kHz).

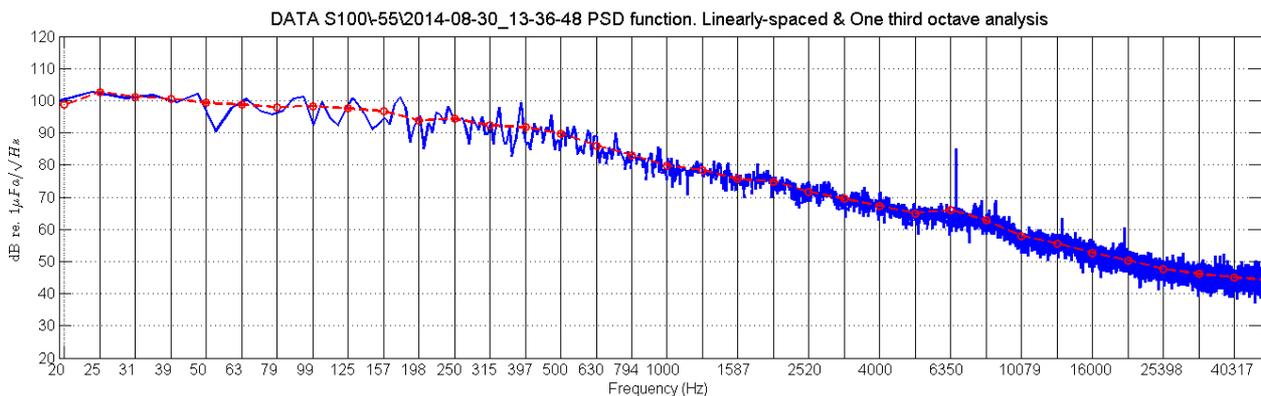


Figura 89- Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 a 55m di profondità.

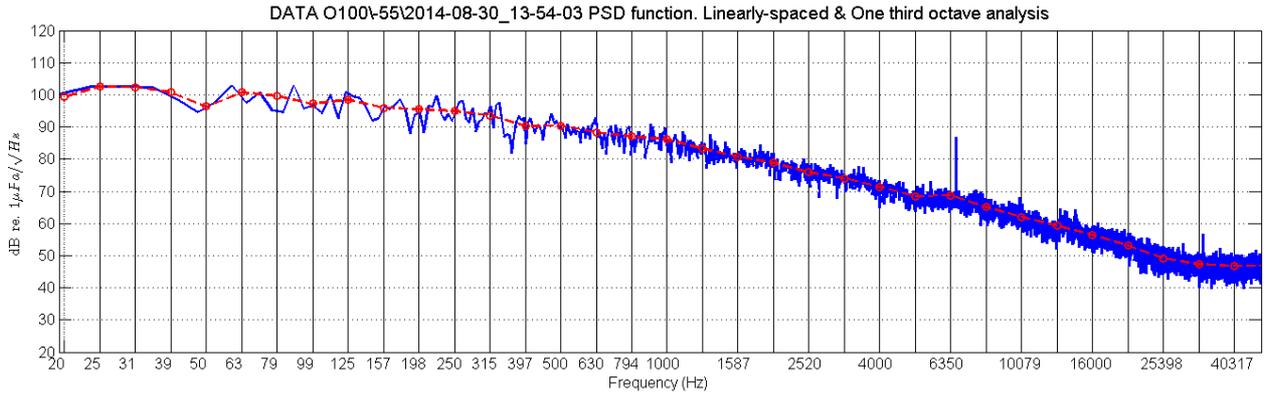


Figura 90 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W100 a 55m di profondità.

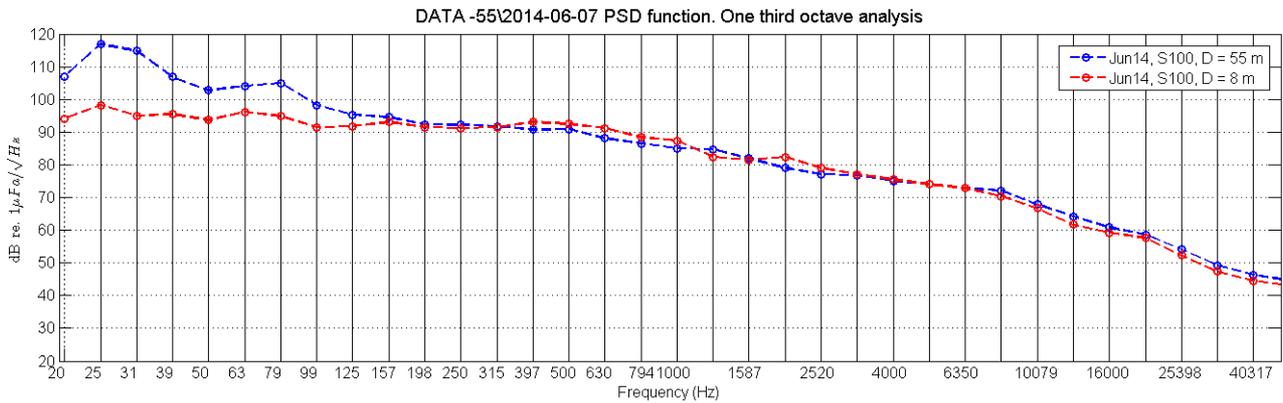


Figura 91 - Confronto Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S100 tra 8m e 55m di profondità. Oltre i 150 Hz le due curve di PSDf sono quasi sovrapposte.

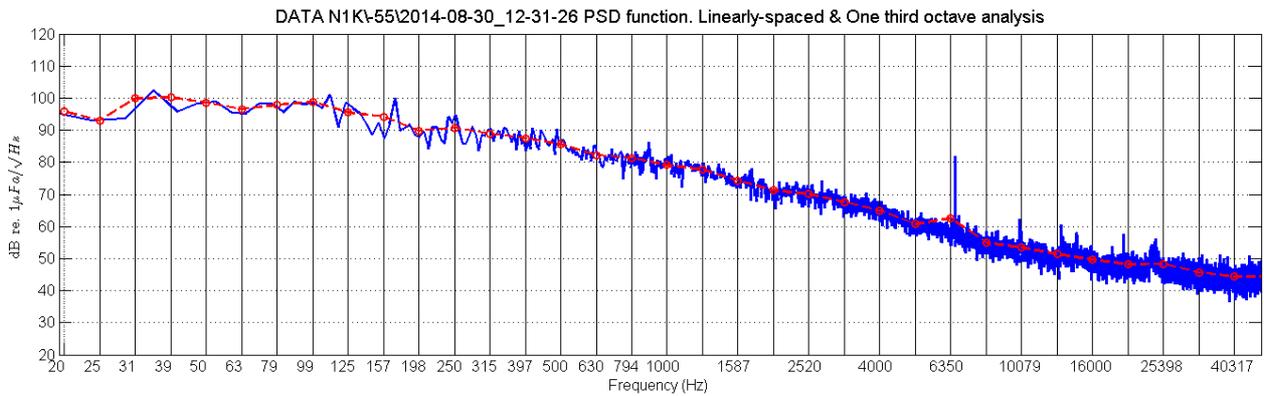


Figura 92 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto N1K a 55m di profondità.

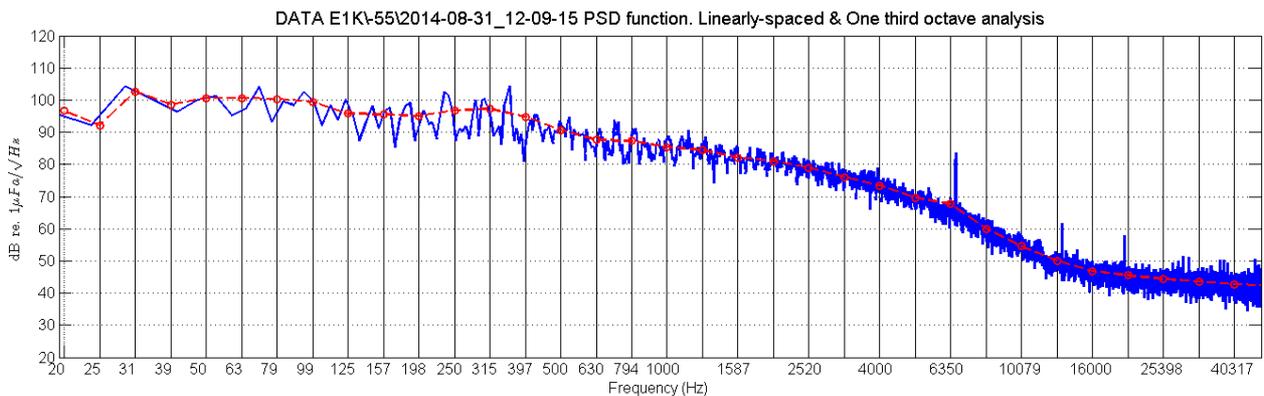


Figura 93 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E1K a 55m di profondità. Dalla forma dello spettro a larga banda e dall'innalzamento dei livelli di rumore è evidente il passaggio di una barca nelle vicinanze.

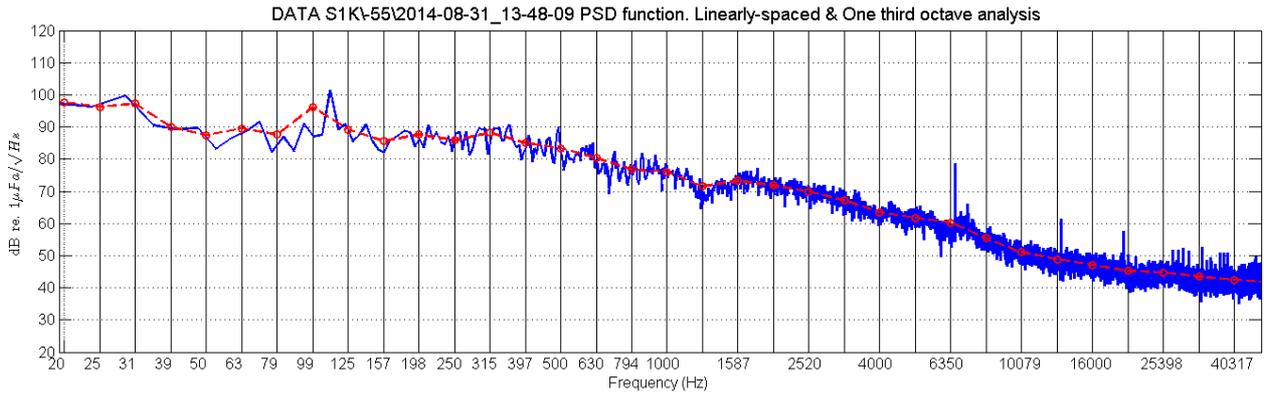


Figura 94 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S1K a 55m di profondità. C'è un certo innalzamento di livello a partire dai 1200 Hz circa.

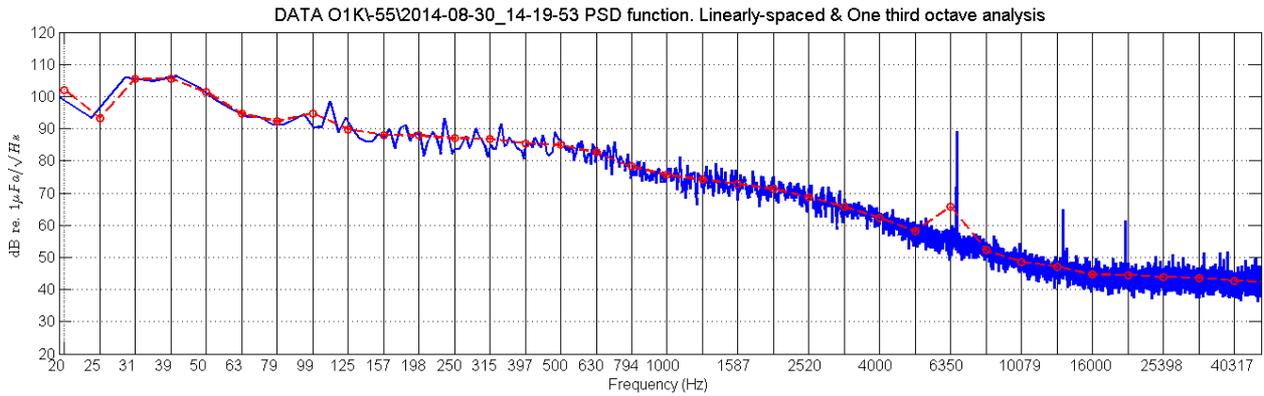


Figura 95 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto W1K a 55m di profondità.

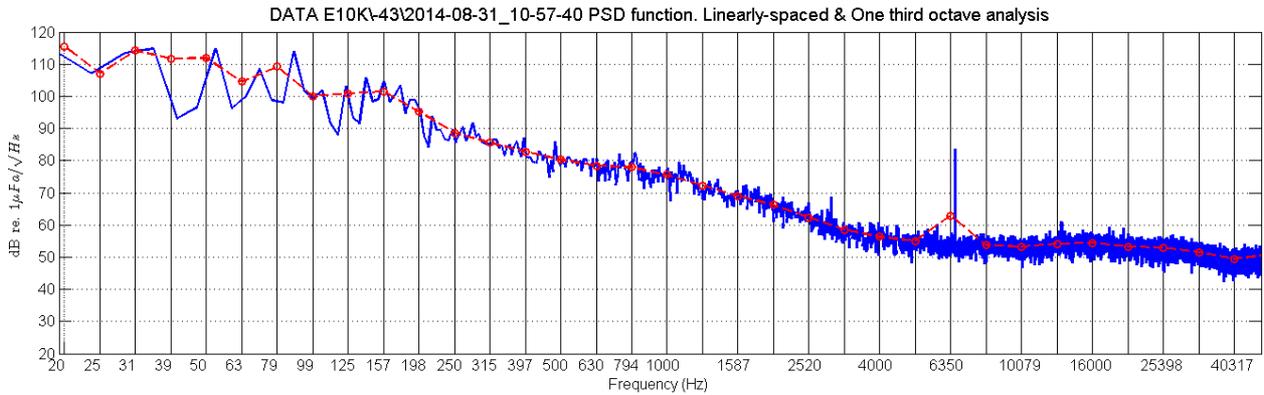


Figura 96 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto E10K a 43m di profondità (qui il fondale è più basso di 50m, quindi la misura viene effettuata a minor profondità rispetto alle altre).

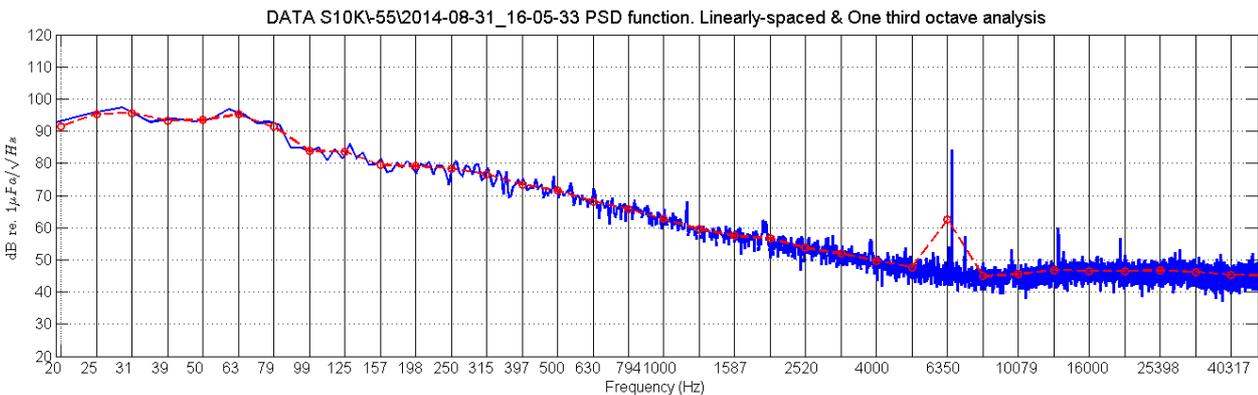


Figura 97 - Power Spectral Density function del rumore acustico subacqueo misurato nel punto S10K a 55m di profondità.

Verifica mediante simulazione

Definizione dei parametri oceanografici

Anche in questo caso dal confronto dei vari profili (Figura 98) misurati durante questa campagna si desume che il range di variabilità di velocità è estremamente limitato da un punto all'altro, eccetto che per la misura condotta sul punto N10K e parzialmente per la misura in E10K. Tutti i profili sono dominati da uno spiccato gradiente negativo, che implica quindi curvatura dei raggi sonori verso il basso. Questo provocherà dei peculiari fenomeni di propagazione del suono (guida d'onda "down-refracting"). Il termoclino, quando esiste, è molto basso, sempre inferiore ai 35 m di profondità. Non esiste termoclino superficiale, come appariva in alcune stazioni di P14.

Selezione di simulazioni significative

Sulla base delle considerazioni sui dati reali e delle assunzioni formulate per i parametri di input al modello di propagazione acustica ed utilizzando le misure di profilo di velocità del suono ottenuta dal CTD, applichiamo lo strumento di simulazione di propagazione del suono Bellhop a 12 kHz di frequenza (prendiamo la direttrice Est come riferimento, poichè le misure sulla direttrice Sud sono troppo influenzate dal traffico marittimo locale). I risultati ottenuti (Figura 99; Figura 100) possono essere considerati validi per tutta la banda di interesse 7-20 kHz con piccole variazioni. Il profilo di velocità, caratterizzato da gradiente sempre negativo in modo più o meno marcato, dà origine ad un pattern di propagazione "ray-tracing" tipico del periodo di fine estate e decisamente svantaggioso per la propagazione a lunga distanza: i raggi, che indicano le direzioni di propagazione delle onde sonore che si irradiano dalla sorgente, vengono talmente deviati verso il basso man mano che si propagano in range che il suono si disperde completamente, trasmettendosi attraverso il fondale, dopo solo 1,5km dalla sorgente. La perdita di segnale tra 100 e 1000m a 55m di profondità è predetto intorno a 12 dB a causa della concentrazione dei raggi sonori su una curva particolare (caustica), valore in buon accordo con i dati misurati (11 dB di differenza misurati tra 100 e 1000m a 55m di profondità).

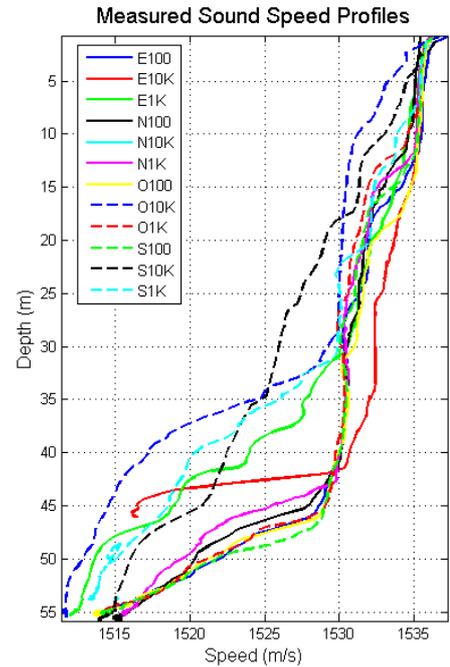


Figura 98 - Confronto sullo stesso grafico di tutti i profili di velocità del suono misurati durante la campagna sperimentale. Tutti sono dominati da uno spiccato gradiente negativo, a causa della stagione estiva. La velocità del suono quindi diminuisce in modo significativo all'aumentare della profondità.

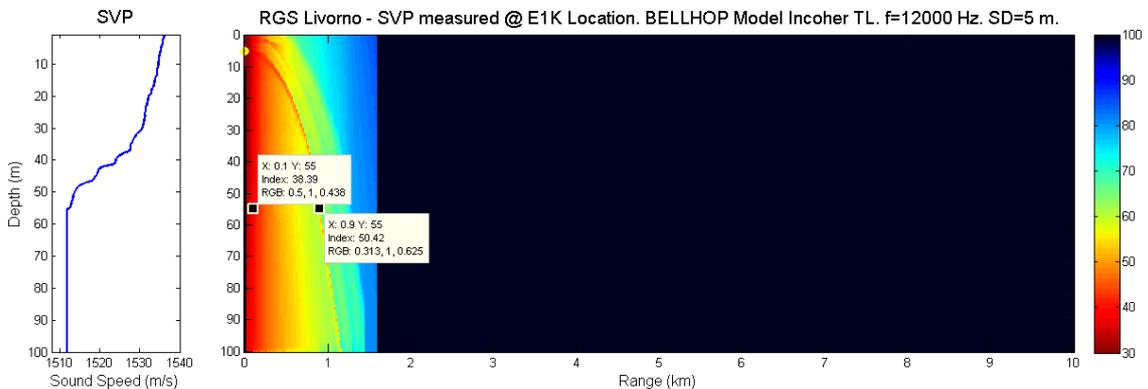


Figura 99 - Simulazione dei percorsi dei raggi/beam lanciati da una sorgente a 5m di profondità, assunto il profilo di velocità misurato in E1K (modello Bellhop). I valori a 100 e 1000m di horizontal range dalla sorgente a profondità 55m sono evidenziati per permettere un confronto con i dati reali misurati.

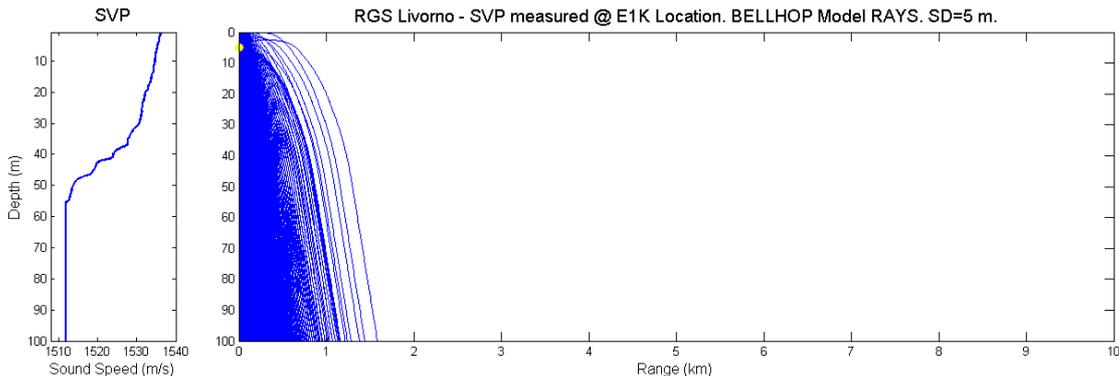


Figura 100 - Simulazione della Transmission Loss TL per il modello creato.

7 CONFRONTO INTERSTAGIONALE E CON LA CAMPAGNA DI BIANCO

7.1 COLONNA D'ACQUA

7.1.1 Profili idrologici

Per quanto riguarda i parametri fisici della colonna d'acqua, tenendo conto dei valori registrati nella campagna di bianco e nelle 4 campagne che hanno coperto un anno di indagine, sono evidenti le differenze legate al progredire della stagione, in particolare per i parametri più "rapidi" nel cambiare.

Per quanto riguarda la Temperatura, è molto evidente l'andamento stagionale: dall'autunno all'inverno la differenza tra i valori minimo e massimo tende a diminuire, e il termoclino stagionale a sparire, mentre tende a formarsi quello profondo; con il ritorno delle stagioni più calde riprende a formarsi il termoclino la cui dinamica è strettamente dipendente dall'alternarsi delle stagioni (Δ Bianco: 13 °C, Δ A13: 2 °C, Δ I14: 1 °C circa, Δ P14: 11 °C, Δ E14: 11,5 °C). Anche la Salinità ha un andamento legato al progredire della stagione; essa varia in un range abbastanza limitato (Δ Bianco: 1,02 ppt, Δ A13: 0,3 ppt, Δ I14: 0,6 ppt, Δ P14: 1,85 ppt, Δ E14: 0,9 ppt). Nel Bianco, essa, presenta valori maggiori in superficie e in prossimità del fondo, mentre in Autunno e Inverno esibisce valori più omogenei lungo la colonna d'acqua. In Primavera ed in Estate si forma uno strato intermedio con valori bassi, corrispondente al termoclino.

Il Diagramma T/S (Temp/Sal) mette molto bene in evidenza le differenti stagioni: Bianco – sviluppo del grafico lungo la temperatura con stacco per il termoclino; A13 – sviluppo lungo la temperatura ma nessuna separazione (termoclino assente); I14 – colonna d'acqua omogenea e campioni tutti in un range minimo; P14 e E14 – colonna omogenea per salinità con forte escursione di temperatura. In Estate (E14) è visibile il nuovo termoclino al centro grafico.

Anche l'andamento dell'ossigeno disciolto percentuale, DO%, mostra un andamento caratterizzato dall'influenza delle stagioni: si passa dal Bianco con valori compresi nel range 80-117%, all'Autunno (A13) con valori 75-100%, all'Inverno (I14) 70-90%, alla Primavera (P14) 87%-112%, ed infine all'Estate (E14) con range 83%-108% evidenziando una diminuzione e un successivo incremento della percentuale di saturazione proprio legato all'avanzare della stagione. Δ DO% nelle 4 stagioni è comunque compreso tra 20% e 25%.

La Torbidità varia tra 0 e 4 NTU, ma mostra per lo più valori prossimi allo 0, con una media raramente superiore ad 1 NTU. Sono stati registrati nel periodo di osservazione anche valori molto alti non legati però a particolari situazioni locali ma piuttosto alla dinamica dell'area.

Il pH aveva mostrato, nella fase di Bianco, valori (7,6-7,9) tipici dell'acqua di mare (7,7-8,4). Durante la fase di esercizio i valori hanno mostrato un range di variazione maggiore, compreso tra 5,6 a 9,1. Tale ampliamento dell'intervallo ha interessato per lo più i survey condotti in A13 e in I14 per i quali si sono raggiunti i valori estremi indicati nel range.

Valori bassi (pH acido) sono stati registrati sia nelle immediate vicinanze del rigassificatore sia lontano da esso e pertanto non correlabili alle attività di rigassificazione. Per quanto riguarda i valori alti di pH (pH basico-alcalino) è ipotizzabile che possano essere dovuti all'immissione in mare di una soluzione alcalina (Ipoclorito di sodio) che induce un innalzamento dei valori naturali. Tuttavia, valori elevati di pH sono stati osservati anche a circa 2000 m dal Terminale fatto che non consente di escludere altre possibili cause che inducano un innalzamento di questo parametro. Ad ogni modo la letteratura annovera molti studi sulla diminuzione del pH. In particolare esiste un'ampia gamma di studi su coralli o briozoi (e più in generale su organismi con gusci calcarei) per stimare il tasso di accrescimento (come tasso di deposizione del carbonato) in relazione alla diminuzione di pH. Minore attenzione è stata data allo studio degli effetti causati da un aumento di pH. E' noto che esso può danneggiare la pelle e le branchie degli animali e che favorisce la formazione di ammoniaca, tossica, a partire dallo ione ammonio per combinazione con gli ioni OH. Situazioni di rischio si possono raggiungere con pH maggiori di 10.

I valori del potenziale redox, ORP, hanno rispettivamente questi range: Δ Bianco: 25 mV, Δ A13: 85 mV, Δ I14: 25 mV, Δ P14: 13 mV, Δ E14: 48 mV. Le variazioni osservate, risultano, pertanto limitate. I profili di questo parametro sono in accordo con quelli del pH tendendo a calare al diminuire di quest'ultimo.

In generale, i principali parametri fisici, Temperatura e Salinità (e di conseguenza il Diagramma T/S), seguono l'andamento delle stagioni, analogamente a quanto osservato per l'ossigeno disciolto. La torbidità non risulta legata ad alcuna attività antropica.

Misure di irradianza

La profondità della zona eufotica (Zeu), cioè la profondità alla quale arriva 1% della radiazione PAR superficiale, è un indice sintetico della trasparenza delle acque. Zeu è variabile in relazione alle concentrazioni delle sostanze otticamente attive, fra le quali le più importanti sono il fitoplancton, il particolato sospeso non fitoplanctonico di cui il TSM rappresenta un proxy, e la sostanza organica disciolta cromofora (CDOM). Nella Figura 101 sono riportate le variazioni stagionali della Zeu in due stazioni ritenute rappresentative, in entrambe questa profondità è massima in P14 ed E14 e Bianco (primavera-estate), e minima in A13 e I14 (autunno-inverno). La profondità della zona eufotica maggiore (78,5 m) è stata registrata in entrambe le stazioni in P14, mentre i valori più bassi sono stati registrati in A13, con 30,5 e 39 m rispettivamente nella stazione A13 MG10 e nella A13 MG7. I valori di Zeu, passando da A13 a I14 mostrano un leggero incremento. Nel Bianco e in E14 Zeu risulta simile passando rispettivamente da 60,5 a 69 m alla MG7 e da 65 a 69 m nella stazione MG10.

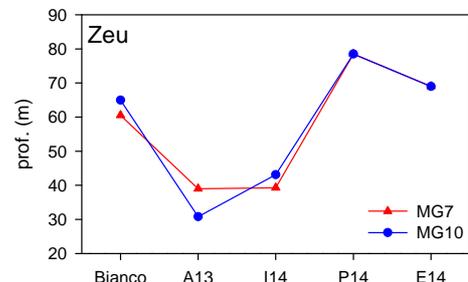


Figura 101 - Variazione della profondità (m) della zona eufotica (Zeu) delle stazioni MG7 e MG10 nelle campagne effettuate.

Nutrienti inorganici disciolti

Le concentrazioni dei nutrienti azotati ($DIN = NO_3 + NO_2$), del fosfato (PO_4) e del silicato (SiO_2) rilevate nel corso delle campagne B, A13, I14, P14 e E14 sono tipiche delle condizioni oligo-mesotrofiche delle acque indagate e presentano sostanzialmente la variazione stagionale attesa, con concentrazioni più elevate in A13 e I14 e concentrazioni minori in P14, Bianco, E14 (Figura 102). Il riscaldamento dalla primavera all'estate produce infatti la stratificazione della colonna d'acqua con la presenza del termocline, mentre il raffreddamento invernale ne determina l'omogeneità dovuta al mescolamento verticale, che ha poi l'effetto di "fertilizzare" con i nutrienti gli strati più superficiali. Gli intervalli delle concentrazioni sono diversi da nutriente a nutriente in quanto il silicato è sempre presente in quantità più elevate rispetto a NO_2 , NO_3 e PO_4 . Quest'ultimo presenta sempre le concentrazioni minori.

Per quanto riguarda in particolare il DIN, le concentrazioni più elevate sono state rilevate in A13 e I14, particolarmente nelle stazioni MG5, MG12 e MG13, mentre le più basse, quasi al limite della rilevabilità, sono presenti nella campagna P14.

Il silicio segue lo stesso andamento dell'azoto, con le minori concentrazioni durante la campagna di Bianco e in E14 e le più elevate durante I14. In questa stagione sono da evidenziare le concentrazioni molto alte rilevate a 12,5 m nelle stazioni MG5, MG12 e MG13. I fosfati sono presenti sempre in quantità molto basse e con una stagionalità che può prevedere anche aumenti estivi che si avvicinano ai valori invernali, come visibile anche nei nostri dati (Figura 102). Le concentrazioni in E14 risultano infatti maggiori che nel Bianco.

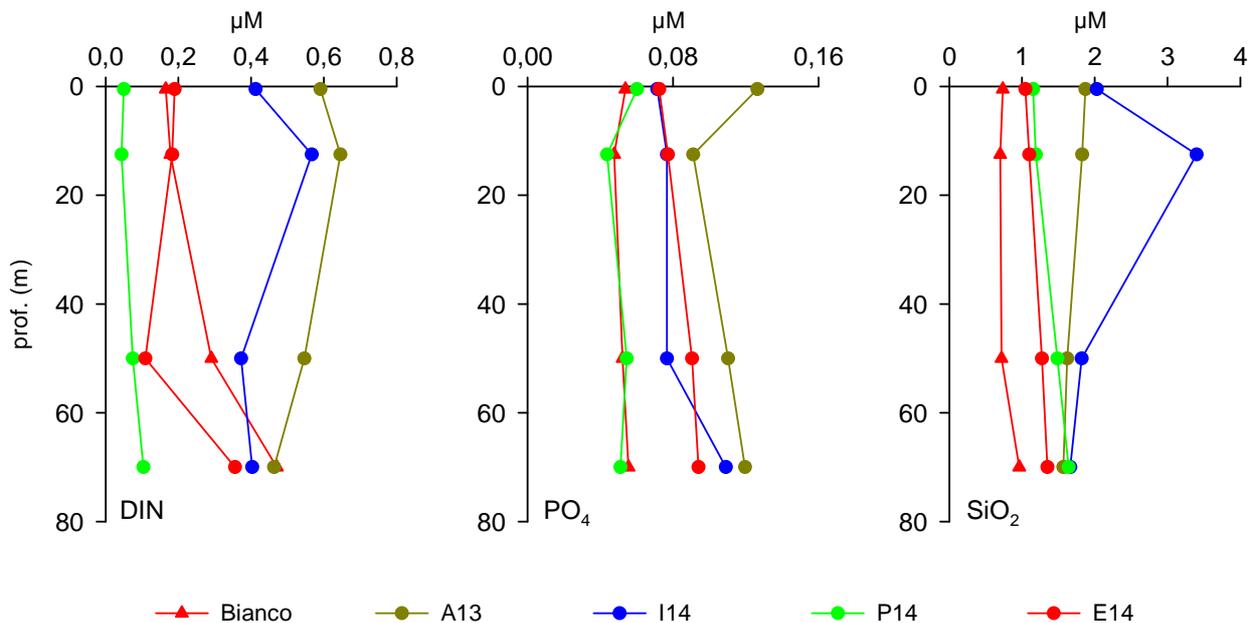


Figura 102 - Profili medi (media generale per profondità) per ogni campagna dei parametri indicati: DIN (nitrati + nitriti); PO_4 (fosfato); SiO_2 (silicato).

Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

La distribuzione batimetrica media dei solidi sospesi (TSM) nelle cinque campagne è riportata in Figura 103. I profili sono abbastanza omogenei lungo la colonna d'acqua nel Bianco (estate) ed in I14 (inverno). Nella prima, che ha come media generale $1,492 \pm 0,746 \text{ mg L}^{-1}$, le concentrazioni tendono ad aumentare leggermente verso il fondo, sebbene la variabilità fra le stazioni risulti sempre abbastanza elevata e massima in superficie, mentre nella seconda (media di $1,146 \pm 0,222 \text{ mg L}^{-1}$) i massimi sono superficiali e la variabilità è molto minore (Tabella 75). I profili medi delle altre campagne, A13 (media generale $1,176 \pm 0,829 \text{ mg L}^{-1}$), P14 (media generale $1,337 \pm 0,787 \text{ mg L}^{-1}$), ed E14 (media generale $1,500 \pm 0,961 \text{ mg L}^{-1}$), mostrano un evidente massimo a 12,5 m; a questa profondità in A13 e P14 risulta molto marcata la variabilità fra le stazioni (Tabella 76). Le medie generali più alte si riscontrano nelle campagne estive di Bianco e E14 che presentano valori medi molto simili, e elevata variabilità fra le stazioni alle quote superficiali. La componente organica (POM) presenta medie generali differenziate fra il Bianco dove si registrano valori più elevati ($0,801 \text{ mg L}^{-1}$) rispetto a quelli delle altre campagne. I profili medi hanno i massimi a 12,5 m, i quali sono poco accentuati rispetto ai valori alle altre profondità, solo in I14 e in Bianco. La variabilità fra le stazioni è in generale sempre elevata in particolare a 12,5 m e nella campagna Bianco.

Sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM)

Considerando le medie generali delle varie campagne i valori di $a_{CDOM}(325)$ più alti sono quelli in A13 ($0,346 \pm 0,051 \text{ m}^{-1}$), e I14 ($0,314 \pm 0,073 \text{ m}^{-1}$) e i valori minimi sono quelli di P14 ($0,249 \pm 0,061 \text{ m}^{-1}$), Bianco ($0,251 \pm 0,059$) ed E14 ($0,285 \pm 0,071 \text{ m}^{-1}$). La variabilità fra le stazioni a parità di profondità risulta bassa e abbastanza simile (Tabella 76). Per quanto riguarda la distribuzione batimetrica (Figura 103) le differenze maggiori sono nello strato superficiale (0,5 e 12,5 m) dove, in A13 e I14, sono presenti i massimi con valori quasi doppi rispetto a quelli delle campagne P14, Bianco e E14. Nelle campagne P14, Bianco, E14 (primaverili-estive) al contrario i massimi sono profondi. Confrontando tutte le campagne le differenze minori sono a 70 e 50 m; a queste profondità ed in particolare a 50 m sono collocati i massimi primaverili ed estivi, questi risultano simili ai minimi dei profili medi delle campagne A13 e I14. L'andamento stagionale di CDOM registrato risulta simile a quanto riportato in un recente lavoro sul ciclo della CDOM nel Mare Ligure.

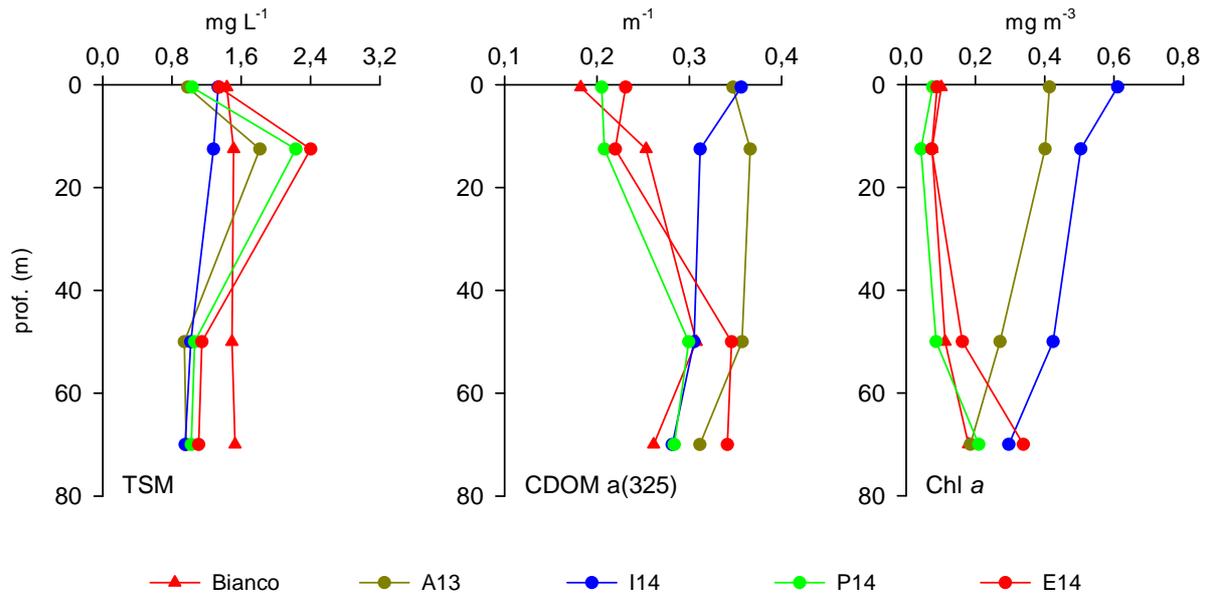


Figura 103 - Profili medi (media generale per profondità) per ogni campagna dei parametri indicati: TSM (solidi sospesi); CDOM (assorbimento della sostanza organica disciolta cromoforica); Chl *a* (clorofilla *a* totale).

Tabella 75 - Medie, deviazione standard e coefficiente di variazione (%) del particolato totale (TSM) e organico (POM), della sostanza organica disciolta (CDOM) e della clorofilla *a* totale (Chl *a* tot) nelle diverse campagne.

Campagna	Prof.	N	TSM (mgL-1)			POM (mg L-1)			CDOM (m-1)			Chl a tot (mg m-3)		
			M	DS	CV	M	DS	CV	M	DS	CV	M	DS	CV
Bianco	0,5	8	1,434	0,713	49,70	0,876	0,673	76,79	0,183	0,033	17,99	0,102	0,033	32,08
	12,5	8	1,513	1,001	66,13	0,907	0,885	97,49	0,253	0,040	15,74	0,075	0,028	37,74
	50	8	1,493	0,637	42,64	0,804	0,658	81,90	0,308	0,053	17,09	0,112	0,047	41,75
	70	8	1,528	0,737	48,20	0,618	0,352	56,95	0,261	0,028	10,56	0,180	0,079	43,73
Bianco	Tot	32	1,492	0,746	49,98	0,801	0,646	80,67	0,251	0,059	23,44	0,117	0,062	53,13
A13	0,5	8	0,982	0,138	14,03	0,181	0,082	45,20	0,347	0,045	12,96	0,414	0,062	14,99
	12,5	8	1,814	1,488	82,01	0,340	0,297	87,37	0,366	0,028	7,54	0,401	0,077	19,08
	50	8	0,943	0,123	13,01	0,182	0,095	52,57	0,357	0,071	19,89	0,271	0,068	25,28
	70	8	0,965	0,415	42,97	0,125	0,055	44,19	0,312	0,043	13,81	0,186	0,027	14,30
A13	Tot	32	1,176	0,829	70,47	0,207	0,176	84,90	0,346	0,051	14,85	0,318	0,112	35,40
I14	0,5	8	1,334	0,102	7,66	0,326	0,102	31,37	0,356	0,130	36,60	0,611	0,237	38,87
	12,5	8	1,279	0,168	13,17	0,335	0,160	47,69	0,312	0,043	13,93	0,504	0,087	17,21
	50	8	1,017	0,170	16,69	0,258	0,170	65,79	0,305	0,033	10,68	0,424	0,094	22,09
	70	8	0,953	0,167	17,50	0,247	0,112	45,37	0,282	0,022	7,97	0,296	0,105	35,51
I14	Tot	32	1,146	0,222	19,34	0,292	0,138	47,34	0,314	0,073	23,35	0,459	0,180	39,29
P14	0,5	8	1,033	0,086	8,37	0,329	0,040	12,28	0,205	0,034	16,72	0,077	0,017	21,94
	12,5	8	2,230	1,217	54,59	0,529	0,210	39,70	0,208	0,037	17,65	0,043	0,007	16,13
	50	8	1,061	0,135	12,68	0,317	0,049	15,37	0,299	0,062	20,57	0,087	0,014	16,63
	70	8	1,023	0,135	13,20	0,333	0,053	16,01	0,284	0,040	14,02	0,210	0,050	24,03
P14	Tot	32	1,337	0,787	58,89	0,377	0,139	36,97	0,249	0,061	24,35	0,104	0,069	66,68
E14	0,5	8	1,344	0,962	71,59	0,307	0,171	55,87	0,231	0,049	21,04	0,089	0,018	20,35
	12,5	8	2,402	1,149	47,85	0,508	0,212	41,68	0,220	0,046	20,77	0,074	0,011	14,32
	50	8	1,144	0,661	57,75	0,281	0,137	48,66	0,346	0,032	9,18	0,162	0,019	11,63
	70	8	1,109	0,363	32,72	0,261	0,112	42,98	0,341	0,026	7,50	0,339	0,099	29,10
E14	Tot	32	1,500	0,961	64,09	0,339	0,184	54,28	0,285	0,071	24,83	0,166	0,117	70,78

Clorofilla *a* (Chl *a*) e diversità pigmentaria

Le variazioni della concentrazione della Chl *a* (Tabella 75) e della sua distribuzione batimetrica, (Figura 103) sono coerenti con le variazioni stagionali conosciute per l'area considerata, che tipicamente sono caratterizzate: in estate da valori minimi assoluti che si collocano negli strati superficiali e incrementi a 50 e 70 m; in inverno-primavera dai massimi assoluti negli strati superficiali e nette diminuzioni negli strati profondi. Le campagne estive, Bianco e E14 rispettano queste caratteristiche, con concentrazioni basse e simili negli strati superficiali (sempre inferiori a $0,3 \text{ mg m}^{-3}$) ed i valori massimi collocati a 70 m, questi massimi profondi risultano in media più alti nella campagna E14 ($0,166 \pm 0,117 \text{ mg m}^{-3}$). Nella campagna P14 il profilo medio ed i valori registrati sono simili ai precedenti a testimonianza che le condizioni ambientali nel momento del campionamento erano quelle di una primavera molto avanzata. Nelle campagne A13 e I14 (autunno-inverno) i profili e le concentrazioni rilevate sono tipiche delle condizioni invernali con i valori massimi negli strati superficiali a 0,5 e 12,5 m e concentrazioni fino a circa $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ in A13 e raggiungono il massimo di circa 1 mg m^{-3} nella campagna I14. In entrambi i casi il profilo batimetrico risulta decrescente da 0,5 a 70 m.

La composizione pigmentaria (Figura 104) è legata prevalentemente alla composizione fitoplanctonica, e nelle campagne risulta differenziata essenzialmente secondo due modalità: in A13 (autunno) e in I14 (inverno) dominanza di Fuco (marker delle diatomee) con significative presenze di Chl *b* (marker Chlorophyta), di Hex-Fuco (marker di Prymnesiophyceae coccolitofori), con una minore ma caratteristica presenza di Allo (marker delle Chryptophyta) e con uno scarso contributo delle forme picoplanctoniche appartenenti ai cianobatteri; in P14 e in Bianco e E14, la Hex-Fuco (marker di Prymnesiophyceae coccolitofori) costituisce il pigmento dominante con la sempre significativa presenza delle forme picoplanctoniche dei cianobatteri caratterizzate in superficie dalla dominanza dalla Zea (marker dei Cyanobatteri rispettivamente del tipo di *Synechococcus*) ed in profondità dalla DVA (marker dei Cyanobatteri del tipo di *Prochlorococcus*), altra presenza caratterizzante per questo periodo è quella della Perid (marker dei dinoflagellati fotosintetici), ed infine da una sempre importante presenza di Chl *b* (marker Chlorophyta).

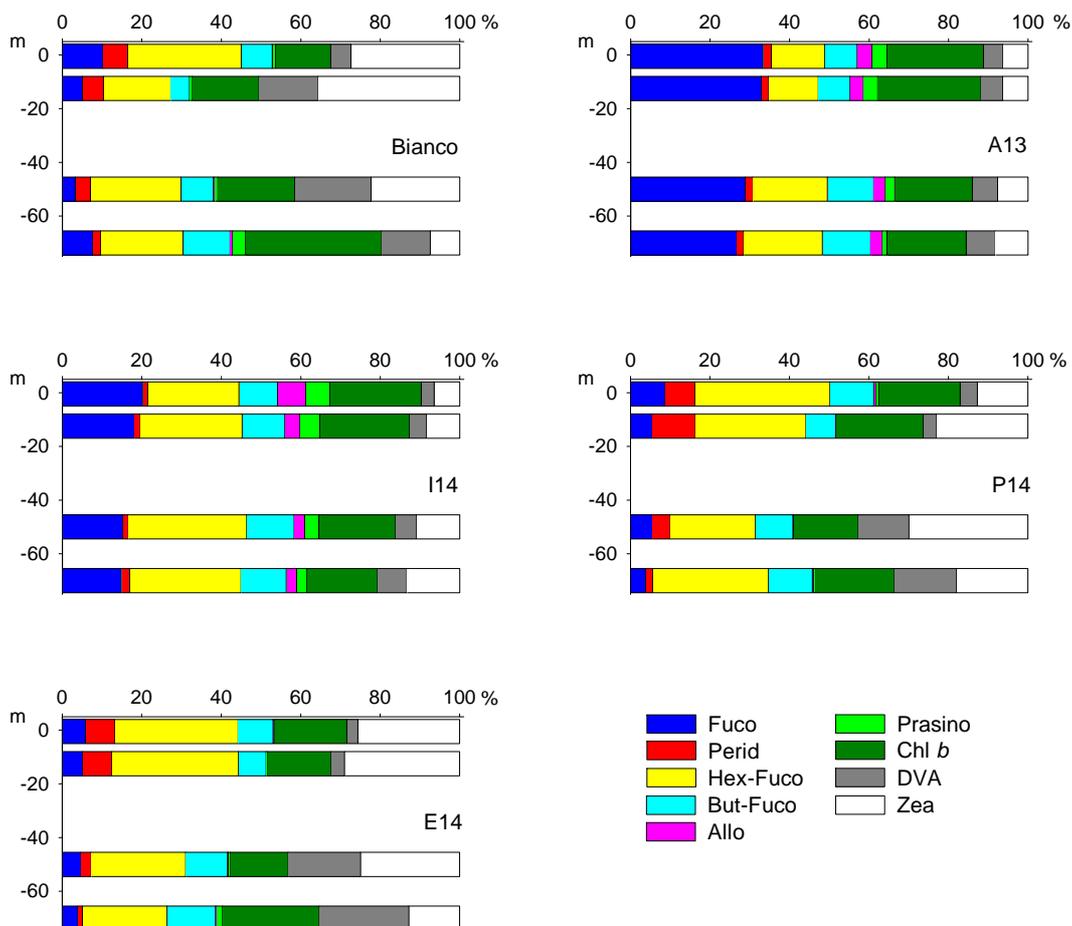


Figura 104 - Composizione percentuale media (media generale per profondità) per ogni campagna dei pigmenti diagnostici indicati in legenda in rapporto alla loro somma.

Tabella 76 – Media (M) e deviazione standard (DS) di clorofilla *a*, solidi sospesi (TSM), frazione organica particellata (POM), sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM), NO₂ (nitriti) NO₃ (nitrati), DIN (nutrienti inorganici disciolti), PO₄ (fosfati) SiO₂ (silicati) calcolata tra le stazioni poste entro i 100 m di distanza dal Terminale e confronto con i dati relativi alla stazione MG 10. Dati relativi alla campagna di Bianco e a quella dell'E14. Prof.=profondità espressa in m. N=numero di osservazioni.

Stazioni entro 100m dal Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13).																					
Campagna	Prof.	N	Chl <i>a</i> Tot (mg m ⁻³)		TSM (mg L ⁻¹)		POM (mg L ⁻¹)		POM/TSM %	CDOM (m ⁻¹)		NO ₂ (µM)		NO ₃ (µM)		DIN (µM)		PO ₄ (µM)		SiO ₂ (µM)	
			M	DS	M	DS	M	DS		M	DS	M	DS	M	DS	M	DS	M	DS	M	DS
Bianco	0,5	4	0,109	0,026	1,650	0,825	1,098	0,752	66,575	0,185	0,031	0,122	0,064	0,067	0,046	0,189	0,076	0,047	0,005	0,756	0,092
	12,5	4	0,091	0,024	1,937	1,100	1,263	1,020	65,194	0,273	0,021	0,090	0,026	0,134	0,160	0,224	0,167	0,046	0,004	0,737	0,088
	50	4	0,137	0,058	1,597	0,739	0,805	0,734	50,425	0,291	0,047	0,117	0,029	0,144	0,182	0,247	0,225	0,051	0,005	0,786	0,129
	70	4	0,202	0,087	1,734	1,061	0,697	0,443	40,173	0,260	0,032	0,202	0,042	0,307	0,127	0,509	0,116	0,059	0,006	0,983	0,095
Bianco		16	0,135	0,066	1,730	0,854	0,966	0,723	55,842	0,252	0,051	0,133	0,058	0,163	0,154	0,292	0,192	0,051	0,007	0,815	0,136
E14	0,5	4	0,089	0,023	1,550	1,311	0,387	0,211	24,952	0,226	0,045	0,029	0,039	0,128	0,064	0,156	0,066	0,077	0,011	1,093	0,102
	12,5	4	0,071	0,011	2,315	1,265	0,510	0,237	22,037	0,218	0,035	0,038	0,037	0,123	0,081	0,161	0,094	0,075	0,014	1,070	0,129
	50	4	0,153	0,020	0,995	0,397	0,272	0,119	27,383	0,341	0,023	0,043	0,019	0,065	0,050	0,108	0,040	0,090	0,017	1,258	0,205
	70	4	0,332	0,104	1,247	0,353	0,318	0,104	25,548	0,348	0,036	0,029	0,028	0,272	0,433	0,301	0,448	0,101	0,052	1,385	0,679
E14		16	0,161	0,117	1,527	0,991	0,372	0,184	24,364	0,283	0,071	0,035	0,029	0,147	0,215	0,181	0,221	0,086	0,028	1,201	0,351
Stazione MG10 (2000 m)																					
Bianco	0,5	1	0,089		1,323		0,606		45,825	0,216		0,119		0,147		0,266		0,072		0,660	
	12,5	1	0,091		0,758		0,259		34,115	0,226		0,056		0,040		0,096		0,051		0,605	
	50	1	0,107		0,973		0,412		42,314	0,297		0,092		0,473		0,565		0,053		0,678	
	70	1	0,162		1,509		0,465		30,830	0,244		0,108		0,177		0,285		0,045		0,755	
Bianco		4	0,112	0,034	1,141	0,338	0,435	0,144	38,173	0,246	0,036	0,094	0,027	0,209	0,186	0,303	0,194	0,055	0,011	0,675	0,062
E14	0,5	1	0,111		1,941		0,346		17,807	0,206		0,032		0,334		0,366		0,070		1,165	
	12,5	1	0,066		3,267		0,657		20,125	0,309		0,038		0,282		0,320		0,091		1,376	
	50	1	0,186		2,636		0,546		20,697	0,379		0,040		0,048		0,088		0,078		1,197	
	70	1	0,237		1,507		0,343		22,772	0,334		0,087		0,010		0,097		0,053		0,900	
E14		4	0,150	0,076	2,338	0,775	0,473	0,155	20,232	0,307	0,073	0,049	0,025	0,168	0,163	0,218	0,146	0,073	0,016	1,160	0,196

In Tabella 76 sono riportati le medie generali e per profondità delle variabili misurate durante le campagne Bianco (precedente installazione FSRU) e E14 (fase esercizio), con l'intenzione di comparare a parità di stagione le stazioni più prossime al terminale (100 m) con quella più lontana (MG10, 2000 m) usata come controllo. Si evidenziano alcune particolarità.

Come già mostrato (Tabella 75), le concentrazioni medie di POM in generale diminuiscono in E14 rispetto al Bianco, questo comportamento è preferenzialmente determinato dalle stazioni più vicine, mentre alla stazione MG10 le concentrazioni di POM rimangono simili nelle due campagne. Considerando i rapporti % del POM rispetto al totale TSM, in generale si verifica una diminuzione in E14 rispetto al Bianco, ma in questo caso la diminuzione risulta generalizzata e comprende sia le stazioni vicine al terminale che la MG10.

La concentrazione di Chl *a* ha valori lievemente maggiori in E14 rispetto a Bianco questa differenza è generalizzata e si verifica sia alle stazioni vicine al terminale che alla MG10.

L'assorbimento della CDOM mostra valori leggermente superiori in E14 rispetto a Bianco e le stazioni vicine al terminale e la MG10 mostrano lo stesso comportamento.

7.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Non si osservano variazioni riconducibili alla presenza dell'FSRU nelle concentrazioni dei contaminanti ricercati.

7.1.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua

L'analisi ecotossicologica delle acque mostra assenza di tossicità acuta (saggi biologici con *V. fischeri* e *D. labrax*) in tutte le campagne svolte (B, I14 ed E14). Il saggio di tossicità cronica (inibizione della crescita algale) condotto con *P. tricornutum* mostra assenza di tossicità nelle campagne B, I14 ed E14, eccetto che per il campione superficiale E14 MG9/0,5 (stazione individuata come controllo).

Differente è invece l'andamento del test cronico di embriotossicità condotto con embrioni di *P. lividus*. Nella campagna E14, rispetto alla campagna B, si osserva infatti un aumento della tossicità, espressa come percentuale di embrioni non sviluppati esposti al campione al 100% in assenza di diluizioni, sia nei campioni prelevati in prossimità del rigassificatore (E14 MG6/0,5; E14 MG6/12,5; E14 MG6/50; E14 MG7/0,5; E14 MG7/12,5; E14 MG7/50; E14 MG12/0,5; E14 MG12/12,5; E14 MG12/50; E14 MG13/0,5; E14 MG13/12,5; E14 MG13/50) sia in campioni prelevati a 200 m (E14 MG5/0,5; E14 MG5/12,5), 800m (E14 MG3/0,5), 1000 m (E14 MG9/12,5) e 2000 m (E14 MG10/50). Pertanto quanto osservato non può essere unicamente riconducibile alla presenza del terminale. Va precisato, inoltre, che in tutti i casi il livello di tossicità rilevato risulta "medio", in taluni casi "basso". Infine, si sottolinea che in qualche campione prelevato nella campagna B (es. B MG3/12,5; B MG3/50; B MG9/50) i livelli di tossicità erano addirittura superiori a quelli osservati nella campagna E14.

La campagna I14 ha mostrato, in questo saggio biologico, mediamente livelli di tossicità assente o bassa.

7.1.4 Plancton
 7.1.4.1 Fitoplancton

Analisi quantitativa

Il confronto delle densità fitoplanctoniche nelle 5 stazioni analizzate (MG6, MG7, MG10, MG12, MG13) nelle diverse campagne evidenzia una variazione in accordo con quanto atteso per le acque indagate. Sia dai valori medi ricavati per ogni campagna (Tabella 77) che dai profili delle singole stazioni (Figura 105) si osservano le minime abbondanze totali nel Bianco, un incremento notevole in A13, valori massimi per la campagna I14 e una riduzione delle densità in P14. In E14 si arriva ai minimi estivi che sostanzialmente si allineano sui valori del Bianco. I massimi sono superficiali o subsuperficiali, dell'ordine di grandezza di 10^5 cell L^{-1} e non si sono quindi presentate fioriture anomale.

Tabella 77 - Densità cellulari totali medie per campagna (media, dev. st., massimo, minimo) e composizione tassonomica relativa media.								
	cell L^{-1} 10 ³			Composizione tassonomica relativa media				
	media + d.s.	max	min	Diatomee	Dinoficee	Coccolitofori	Altro	
Bianco	30,7 + 9,0	52,1	18,1	8,20%	22,43%	23,09%	46,28%	
A13	80,0 + 28,9	158,4	37,1	40,03%	9,04%	16,94%	33,99%	
I14	125,0 + 36,9	224,2	68,6	20,57%	4,35%	23,13%	51,95%	
P14	64,2 + 15,9	102,5	47,3	7,34%	26,70%	16,66%	49,30%	
E14	49,0 + 11,9	70,4	30,2	8,38%	27,74%	19,40%	44,48%	

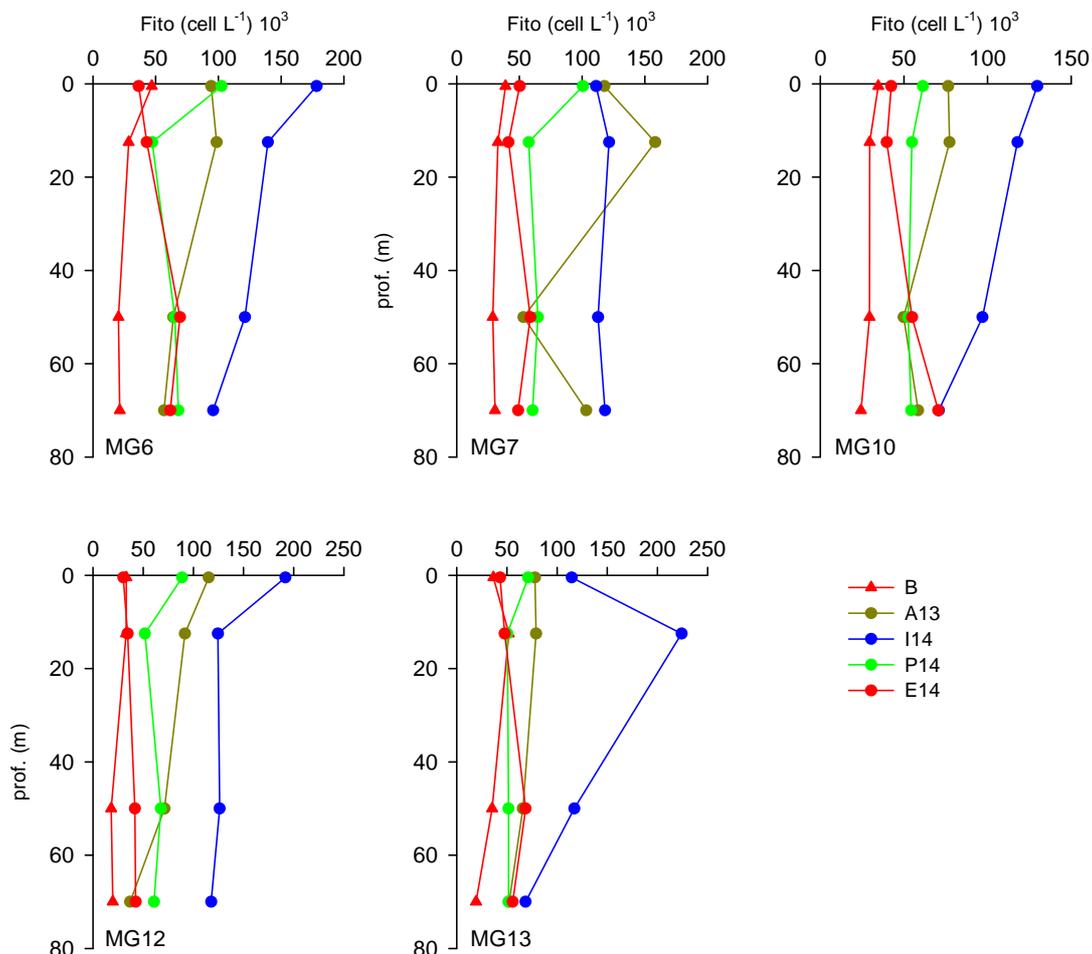


Figura 105 - Profili delle densità cellulari totali nelle stazioni indicate nelle tre campagne.

Anche la composizione tassonomica per classi (Tabella 77) evidenzia un aspetto tipico delle comunità fitoplanctoniche e un avvicinarsi delle dominanze in accordo con la variazione stagionale (Figura 106). Le comunità sono dominate dalla componente del nanoplancton (2-20 μm) flagellato, rappresentato dal raggruppamento "Altro", che arriva a superare il 50% del popolamento, e da gran parte dei dinoflagellati e coccolitofori, come spesso evidenziato dalle conoscenze che si hanno delle acque aperte mediterranee. Le diatomee sono

la classe dominante in A13 e I14, particolarmente in A13, con una notevole copresenza di taxa abbondanti, i dinoflagellati prevalgono nelle altre campagne, i cocolitofori hanno una presenza meno variabile, variazioni stagionali quindi come atteso. Nel raggruppamento "Altro" sono presenti Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Prasinophyceae (chlorophyta), oltre ad una variabile quantità di flagellati indeterminati (Figura 106), che contribuiscono a costituire comunità sempre altamente differenziate, come evidenziato anche dalla diversità pigmentaria (Figura 104). L'elevata diversità si evidenzia sia per il numero di classi e di taxa che contemporaneamente concorrono alle densità totali, che per la diversità specifica (H', Indice di Shannon). Sia l'indice di Shannon che l'equitabilità hanno i valori più alti nelle campagne Bianco ed E14 (estate) e in A13 (autunno), mentre in I14 (inverno) si assiste ad una diminuzione di questi valori in quanto alcune specie mostrano accrescimenti nettamente dominanti su quelli delle altre. E' stata rilevata la dominanza di specie o generi, come, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema* spp., *Chaetoceros* spp., *Pseudo-nitzschia* spp. (diatomee), *Emiliania huxleyi* (cocolitofori), *Tetraselmis* sp., *Pyramimonas* spp. (Prasinophyceae), noti per le nostre acque e che sostanzialmente determinano le differenze nella variazione stagionale della composizione.

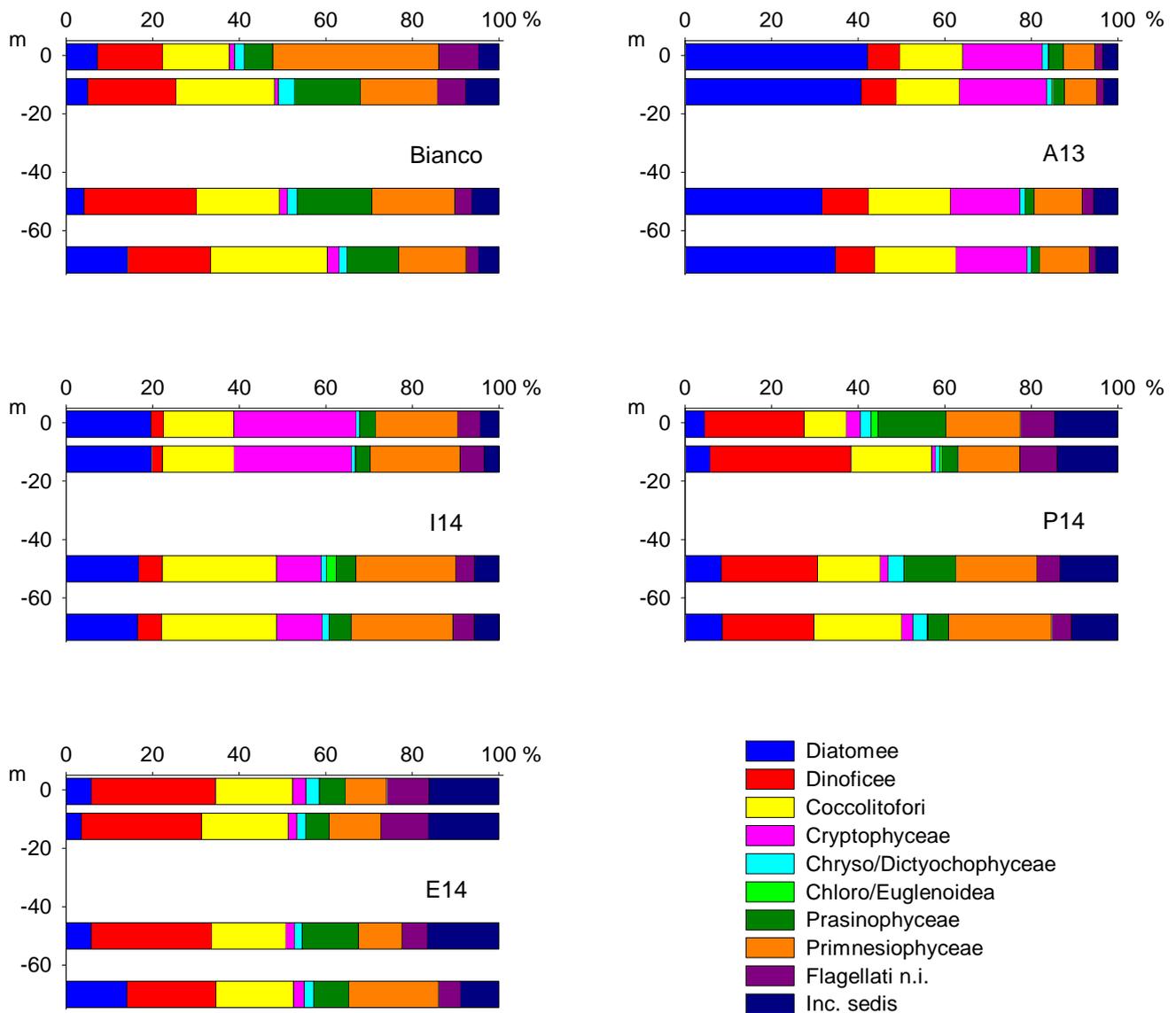


Figura 106 - Composizione percentuale media (media generale per profondità) per ogni campagna delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda in rapporto alla loro somma.

Il dendrogramma (metodo Ward, programma Past) di Figura 107 mostra come si raggruppano in ordine di distanza decrescente, i campioni (n=100) in base alla composizione tassonomica delle comunità fitoplanctoniche utilizzando i 90 taxa che rappresentano circa il 90% della densità totale. Ad un primo livello di distanza si separano due gruppi che comprendono, uno i campioni A13 e I14 e l'altro i campioni B, E14, P14. All'interno di questi, i cluster a maggiore similarità raggruppano ulteriormente i campioni in base alla campagna di appartenenza. Sono quindi evidenti sia la suddivisione tra le campagne, con un maggiore "mescolamento" tra P14 ed E14,

presumibilmente legato alla maggiore similarità tra la primavera avanzata di P14 e l'estate di E14, sia la similarità tra campioni di stazioni diverse.

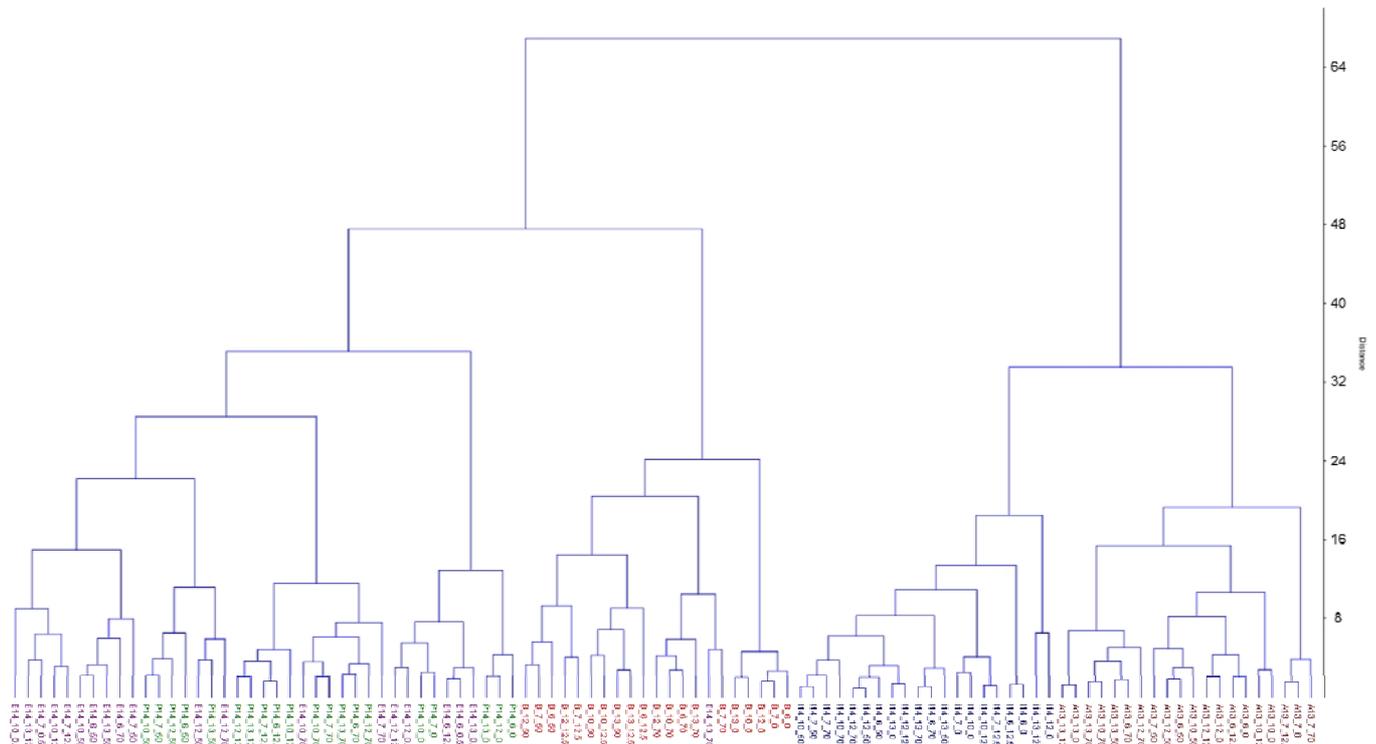


Figura 107 - Classificazione gerarchica dei 100 campioni in base alle densità fitoplanctoniche dei primi 90 taxa. I campioni sono rappresentati da sigle e colori corrispondenti a: campagna (B-rosso, A13-marrone, I14-blu, P14-verde, E14-viola), numero stazione (6=MG6, 7=MG7, 10=MG10, 12=MG12, 13=MG13) e profondità (0, 12,5, 50, 70 m).

Analisi qualitativa da retino

L'analisi qualitativa del microfitoplancton dei campioni d'acqua raccolti con retino nelle stazioni MG6, MG7, MG10, MG12 e MG13 durante la campagna di bianco (B) e le prime quattro campagne di monitoraggio, A13, I14, P14 e E14, ha permesso di identificare 375 taxa totali, di cui 125 taxa in B, 121 taxa in A13 (valore minimo), 169 taxa in I14, 201 taxa in P14 (valore massimo) e 193 taxa in E14 (Tabella 78). Se si considera come si ripartiscono i taxa tra i diversi gruppi tassonomici, il numero di taxa più elevato appartiene ai dinoflagellati (174), seguito da diatomee (140) e coccolitofori (44). Le diatomee sono risultate la classe più rappresentata in A13 (autunno) (59 taxa), anche se il numero di taxa appartenenti a questa classe è risultato poco variabile nell'arco dell'intero anno (da 48 a 63 taxa individuati). I dinoflagellati sono risultati invece la classe più ricca in taxa sia in I14 (81), cioè in inverno che, soprattutto, in P14 e E14 (104 e 107 taxa, rispettivamente). Il periodo primaverile è generalmente caratterizzato da condizioni di luce e nutrienti favorevoli alla crescita microalgale, infatti in P14 si è registrato il numero più elevato di taxa (201) di cui 63 appartenenti alle diatomee; d'altra parte le condizioni più tipicamente oligotrofiche estive (E14) favoriscono la presenza di dinoflagellati mixotrofi ed eterotrofi.

Tabella 78 - Numero di taxa appartenenti alle diverse categorie tassonomiche per ciascun campionamento.						
	generale	B	A13	I14	P14	E14
Diatomee	140	48	59	60	63	55
Dinoflagellati	174	64	42	81	104	107
Coccolitofori	44	9	17	21	27	24
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	4	3	2	3	1	2
Euglenoidea/Chlorophyceae	9	1	0	2	5	2
Prymnesiophyceae non coccolitofori	1	0	0	1	1	1
Altro	3	0	1	1	0	2
Totale	375	125	121	169	201	193

Il numero totale di taxa osservati nell'arco dell'anno di campionamento per ciascuna stazione è compreso tra un minimo di 215 in MG13 ed un massimo di 250 in MG10. Se si considera il numero di taxa osservati in ciascuna stazione nelle singole campagne si osserva un andamento generale, con un'elevata diversità microalgale nel periodo tardo invernale (P14), al contrario una diversità minima nel periodo autunnale (A13) e nell'estate del B. Per quanto riguarda il numero di taxa nelle singole stazioni, nessun sito si distingue in modo univoco dagli altri, tuttavia le stazioni MG13 e MG10 risultano mediamente rispettivamente la meno e la più ricca in taxa (Tabella 79).

	MG6	MG7	MG10	MG12	MG13
B	71	68	81	60	71
A13	69	78	79	77	46
I14	80	88	92	85	81
P14	128	112	114	122	111
E14	113	79	121	107	82
Totale	245	235	250	241	215

Nella Tabella 80 è riportato il numero di taxa osservati in tutte le stagioni di campionamento (B e da A13 a E14, frequenza f=5), solo in 4 stagioni (f=4), solo in 3 stagioni (f=3), solo in 2 (f=2) o sola in una delle stagioni: il numero di taxa appartenenti alle diverse categorie tassonomiche comuni a tutti e 5 i campionamenti è molto basso, al contrario la maggior parte dei taxa è presente solo in una delle stagioni. E' evidente quindi che la presenza della maggior parte dei taxa è fortemente dipendente dalla stagione di campionamento. Nel confronto tra Bianco ed E14, questa seconda campagna presenta una minore ricchezza di taxa, presumibilmente dovuta ai differenti volumi osservati.

	f=1	f=2	f=3	f=4	f=5	totale
Diatomee	72	29	16	9	14	140
Dino	70	40	31	13	20	174
Cocco	19	11	6	2	6	44
Altro	12	2	1	1	1	17

Se si confronta, infine, il numero di taxa microplanktonici rilevati con campionamento da bottiglia con quelli da retino, si osserva che per i campionamenti B e A13 il numero di taxa da retino è minore di quello da bottiglia, presumibilmente a causa del volume scarso/insufficiente di campione sedimentato e osservato, mentre da I14 a E14 il numero di taxa da retino è maggiore di quello da bottiglia (Tabella 81). D'altra parte, il numero dei taxa individuati con entrambi i metodi (cioè i taxa 'comuni') mediamente è solo la metà, quindi i due metodi risultano complementari e nessuno dei due può prescindere dall'altro ai fini della valutazione, pur qualitativa, della diversità microplanktonica dei campioni.

microplankton	bottiglia totale	retino totale	comuni
B diatomee	54	48	20
B dinoflagellati	65	64	27
B coccolitofori	29	9	6
B altro	5	4	2
totale	153	125	55
A13 diatomee	95	59	40
A13 dinoflagellati	55	41	20
A13 coccolitofori	23	17	10
A13 altro	7	4	3
totale	180	121	73
I14 diatomee	48	56	22
I14 dinoflagellati	49	81	30
I14 coccolitofori	21	21	16
I14 altro	7	8	3
totale	125	166	71
P14 diatomee	59	63	34
P14 dinoflagellati	80	104	55
P14 coccolitofori	30	27	21
P14 altro	7	7	3
totale	176	201	113
E14 diatomee	59	55	31
E14 dinoflagellati	67	108	48
E14 coccolitofori	40	24	22
E14 altro	5	7	2
totale	171	194	103

7.1.4.2 Zooplankton

Copepodi oloplanctonici

I copepodi rappresentano la componente largamente dominante (fino a 80 – 90 %) di tutti i campionamenti e a tutte le profondità di indagine. Complessivamente, ossia dal Bianco all'E14, sono stati determinati 142 *taxa* (Figura 108).

Dai 5 survey (ossia dal Bianco all'E14) sono stati raccolti *taxa* appartenenti a 29 delle 40 famiglie di copepodi oloplanctonici attualmente conosciuti nei mari italiani, fornendo un quadro esaustivo della biodiversità dell'area di studio. Il maggior numero di *taxa* (101) è stato campionato nel periodo invernale, stagione in cui sono stati rilevati anche i picchi di biomassa.

Al contrario, il numero minore di *taxa* planctonici è stato rilevato nelle campagne estive (B e E14). In linea generale le retinate orizzontali sono caratterizzate dalla presenza di un numero maggiore di specie come indicato in Figura 108.

L'andamento degli individui per m⁻³ lungo il gradiente verticale risulta essere piuttosto omogeneo nel tempo: i massimi valori si riscontrano in superficie nella fase di bianco, nella porzione compresa tra 0 e 50 m nelle tre campagne successive (A13, I14 e P14) e nella zona più profonda nel survey E14. Come già evidenziato al termine della fase di bianco, tale andamento è probabilmente legato al profilo batimetrico dell'area dove non si verificano escursioni e migrazioni dello zooplankton lungo l'asse verticale così accentuate come generalmente accade in aree con profondità maggiori. Questa caratteristica dell'area di studio la consente la caratterizzazione della comunità a copepodi di ambiente pelagico presente nell'intera colonna d'acqua.

Per agevolare la lettura del grande numero di dati, i valori totali di ind./m³ riguardanti le quattro famiglie dominanti la componente oloplanctonica a copepodi sono stati sintetizzati in Figura 109 e Figura 110. I Clausocalanidae sono la famiglia maggiormente rappresentata in tutti i survey, seppur con un'alternanza di specie in differenti periodi dell'anno. Anche le tre principali famiglie afferenti all'ordine Cyclopoida, sebbene esibiscano abbondanze nettamente inferiori, mostrano un picco di presenza durante la stagione più fredda (I14).

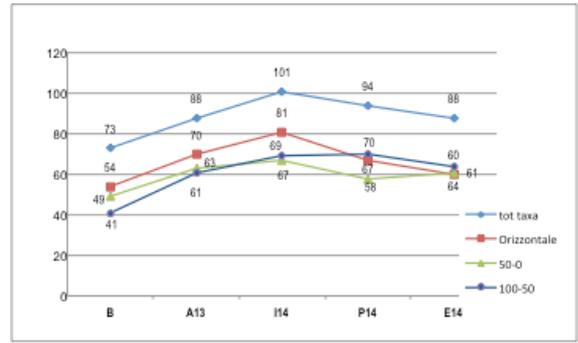


Figura 108 - Copepodi oloplanctonici: *taxa* (n) e loro distribuzione a diverse profondità.

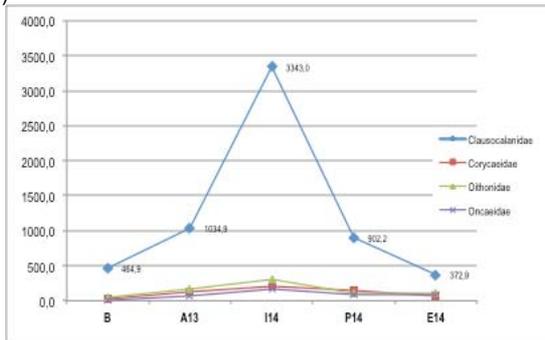


Figura 109 – Distribuzione delle principali famiglie in ciascun survey.

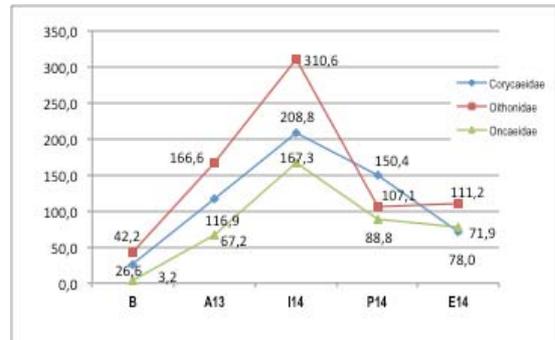


Figura 110 - Andamento stagionale dell'ordine Cyclopoida.

In Figura 111 viene illustrata la variabilità stagionale di 4 specie dominanti. Dal grafico si evince che i picchi riproduttivi stagionali di alcune specie non coincidono con quelli di altre specie, strategia che diminuisce la competizione trofica interspecifica. Pertanto *Nannocalanus minor* risulta quindi essere una specie tipicamente estiva, *Centropages typicus* primaverile, *Temora stylifera* invernale ed, infine, *Oithona plumifera* autunnale. Analogamente anche le 8 specie di Oithonidae (Figura 112) mostrano picchi di abbondanza differenziati nelle quattro stagioni: *Oithona decipiens* e *O. nana* sono state campionate più frequentemente in inverno e primavera, *Oithona similis* in primavera, mentre *Oithona plumifera* nei mesi più freddi (A13 e I14).

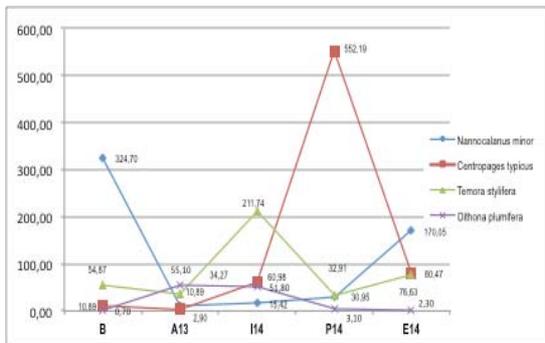


Figura 111 - Andamento stagionale delle specie dominanti.

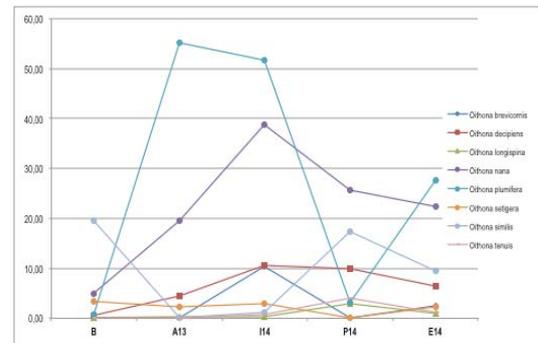


Figura 112 - Andamento stagionale della famiglia Oithonidae.

Data la elevata variabilità stagionale sono stati confrontati esclusivamente i campioni raccolti nello stesso periodo dell'anno. Complessivamente il survey E14 ha portato al riconoscimento di 88 taxa appartenenti a 24 famiglie, contro i 73 taxa e 20 famiglie raccolti durante la fase di bianco. Tale differenza, peraltro modesta, non è al momento indice di una modifica della composizione della comunità a copepodi presente nella colonna d'acqua, ma è riconducibile alla presenza di sporadici o isolati individui (*singleton*), fatta eccezione per il Miracide *Distiocolus minor*. Questa specie, mai segnalata nei mari italiani, è stata identificata esclusivamente nel corso dell'osservazione *in toto* durante la fase di bianco, divenendo progressivamente più abbondante nel corso dei survey successivi fino a raggiungere il valore di 2,74 ind/m³ nella stazione MG10 del campionamento E14. Non è ancora possibile formulare ipotesi sulle cause che possano aver indotto la comparsa della specie nell'area. Sebbene la distribuzione del plancton nella colonna d'acqua segua preferenzialmente una distribuzione cosiddetta a *paches*, nel corso del confronto tra le due stagioni estive si riscontra una migrazione della fauna a copepodi verso porzioni più profonde della colonna. Tale fenomeno può essere riconducibile a una modificazione del corpo idrico dell'area dovuta a molteplici fattori, quali le oscillazioni fra una stagione e l'altra di uno o più termoclini a seguito di variazioni di temperatura e densità della colonna d'acqua. I termoclini rappresentano naturali barriere in opposizione alle normali migrazioni nicterali caratteristiche dei copepodi. La Simper analysis (Tabella 82) rappresenta l'andamento della dissimilarità emersa tra la fase di bianco (B) e l'analoga campagna realizzata nell'estate 2014 (E14). La percentuale pari al 49,89% mostra che i due campioni siano significativamente associabili, se pur differenti. I Clausocalanidi *Clausocalanus arcuicornis* e *C. lividus* contribuiscono maggiormente a differenziare i due stock. Anche il *Nannocalanus minor* esibisce un elevato contributo percentuale alla dissimilarità, passando da specie dominante a specie presente con moderati valori di individui per m⁻³.

Tabella 82 - Risultati ottenuti dalla Simper analysis. Confronto B vs E14.

Dissimilarità = 49,89%					
Specie	Contributo %	Cum.%	Specie	Contributo%	Cum.%
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	7,57	7,57	<i>Centropages ponticus</i>	2,09	40,4
<i>Clausocalanus lividus</i>	5,17	12,74	<i>Oncaea venusta</i>	2,08	42,48
<i>Nannocalanus minor</i>	4,29	17,03	<i>Farranula rostrata</i>	1,99	44,47
<i>Centropages kroyeri</i>	3,73	20,76	<i>Centropages typicus</i>	1,89	46,36
<i>Clausocalanus spp</i>	3,49	24,26	<i>Neocalanus gracilis</i>	1,74	48,11
<i>Clausocalanus pergens</i>	3,14	27,4	<i>Acartia negligens</i>	1,69	49,79
<i>Oithona longispina</i>	3,05	30,45	<i>Clausocalanus paululus</i>	1,67	51,46
<i>Calocalanus styliremis</i>	2,88	33,33	<i>Oithona spp</i>	1,65	53,1
<i>Oncaea mediterranea</i>	2,53	35,87	<i>Corycaeus ovalis</i>	1,61	54,72
<i>Oncaea spp</i>	2,44	38,31	<i>Calocalanus spp</i>	1,6	56,32

Dai dati relativi alla stima della biomassa sulla componente oloplanctonica si evince che i volumi di sedimentazione più elevati sono stati registrati nei campioni orizzontali di tutte le campagne (Figura 113). In particolare durante la stagione fredda (I14), si raggiunge il picco con valori medi per le stazioni pari a 157 ml. Nel medesimo survey è stato registrato un numero di esemplari di copepodi maggiore rispetto agli altri survey, dato dovuto, in particolare, al contributo della famiglia, dominante, dei Clausocalanidae. Un contributo determinante, alla biomassa complessiva del campione oloplanctonico è garantito dal plancton gelatinoso, in particolare Salpidi e Taliacei, e dai Crostacei Misidacei ed Eufasiacei particolarmente abbondanti in inverno. Complessivamente non emergono particolari differenze dal confronto delle campagne B ed E14 nel campione orizzontale, mentre aumenta il volume di sedimentazione nei livelli 100-50m e 50-0m. Tale aumento, al momento, non è correlabile alla presenza del Terminale, ma sembra piuttosto legato alle naturali fluttuazioni interannuali.

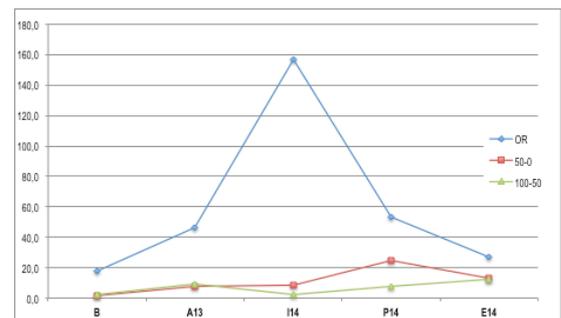


Figura 113 - Andamento delle biomassa dell'oloplancton espressa come volumi di sedimentazione.

Meroplancton

Tra il Bianco e l'E14 sono stati raccolti e determinati, complessivamente, 123 taxa (Figura 114). I retinaggi orizzontali sono tipicamente caratterizzati da un numero di taxa maggiore rispetto alle pescate verticali (Figura 115). Per contro, tranne il campione primaverile, le stazioni del livello profondo hanno stabilmente registrato il minor numero di taxa. Nell'I14, in ciascuno dei tre livelli investigati, è stato raccolto il numero di taxa più elevato, sebbene analizzando il numero di taxa totali provenienti dai tre livelli, la stagione più ricca sia quella primaverile (P14, 57 taxa totali). Tra i taxa presenti nel meroplancton delle cinque campagne, i Crostacei Decapodi rappresentano il taxon animale maggiormente differenziato (82 taxa = 66,1% del totale), confermandosi il gruppo di maggior rilevanza ecologica.

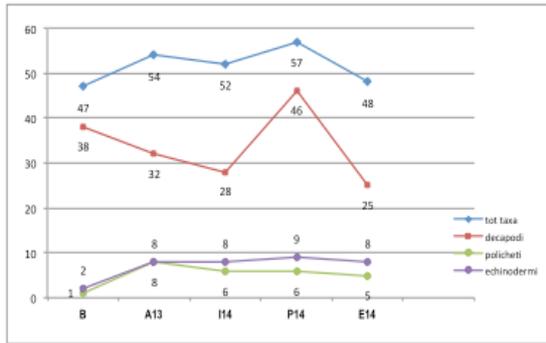


Figura 114 - Numero di *taxa* totale e principali *taxa* presenti nei cinque survey.

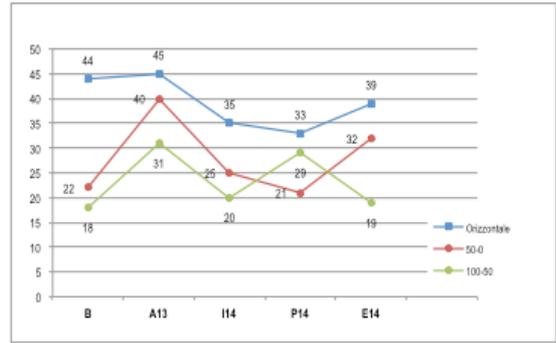


Figura 115 – Numero di *taxa* totale per ciascuno dei livelli investigati.

Il maggior numero di *taxa* (46) appartenenti ai decapodi è stato rilevato in P14. Essi tendono preferenzialmente a concentrarsi nei campioni orizzontali (Figura 116) tanto che nella stagione estiva (sia B sia E14) costituiscono la quasi totalità del campione.

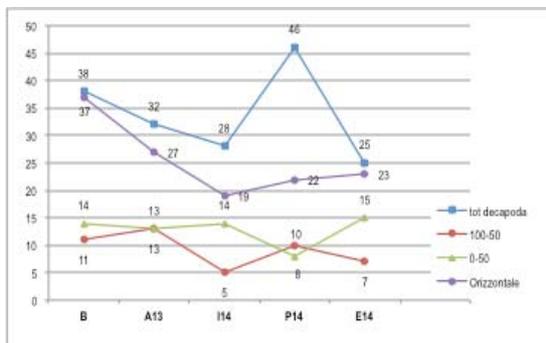


Figura 116 - Distribuzione delle larve di Crostacei Decapodi per ciascuno dei livelli investigati.

Dall'analisi delle singole campagne si evince che la dinamica del meroplankton dipende prevalentemente dalla stagionalità, particolarmente evidente nei Crostacei Decapodi.

A conclusione di un anno di studio, emerge, infatti, che i picchi demografici stagionali sono dovuti a specie differenti.

Pertanto, per escludere la stagionalità come fonte di variabilità, la fase di bianco è stata confrontata unicamente con l'estate 2014.

Dal confronto si osserva la diminuzione del numero delle larve di Crostacei Decapodi da 38 a 25. Dal punto di vista qualitativo si assiste alla scomparsa del genere *Philocheras* e delle specie *Parthenopoides massena* e *Jaxea nocturna* e alla riduzione del genere *Processa*. Tali variazioni non sono attualmente riconducibili alla presenza del Terminale, in quanto una singola osservazione non consente di escludere l'effetto della variabilità interannuale e di affermare che il popolamento sia stabilmente modificato.

Comportamento opposto è stato osservato per gli Echinodermi. Nella fase di bianco era stata identificata solo la specie *Spatangus purpureus* (Echinoidi Irregolari) e alcune fasi larvali di ridottissime dimensioni riconducibili alla famiglia Spatangidae. Nell'estate 2014 il numero di *taxa* è incrementato (8 in totale) e nei campioni raccolti sono presenti sia Echinoidi Regolari (*Arbacia lixula*, specie dominante, *Paracentrotus lividus*, *Psammechinus microtuberculatus*), sia Irregolari (*Spatangus purpureus*, *Brissopsis lyrifera*, *Echinocardium* sp), sia larve di Ophiuroidei (*Ophiotrix fragilis* e *Ophiura albida*). La causa di tale incremento potrebbe essere correlabile all'incremento di aggregati fitoplanctonici che agiscono sulle larve degli Echinodermi intrappolandone le espansioni e determinandone l'accumulo nel campione.

Nella Tabella 83 sono riportati i risultati ottenuti dalla Simper analysis confrontando la fase di bianco e l'estate 2014 (E14). La percentuale di dissimilarità tra queste due campagne, pari a 80,73%, conferma quanto già evidenziato dal dato quali - quantitativo. Le differenze nella composizione degli stock specifici coinvolgono soprattutto il genere *Processa*, gli Anomuri del genere *Anapagurus*, *Clibanarius erythropus* e *Calcinus tubularis* e il genere *Philocheras*.

Tabella 83 – Risultati della simper analysis (mero plancton). Confronto B vs E14.

Dissimilarità = 80,73 %					
Specie	Contributo %	Cum %	Specie	Contributo %	Cum %
<i>Processa</i> sp	6,37	6,37	<i>Sergia robusta</i>	3,41	50,19
<i>Anapagurus</i> sp	6,16	12,53	<i>Processa edulis edulis</i>	3,32	53,51
<i>Clibanarius erythropus</i>	5,17	17,7	<i>Solenocera membranacea</i>	3,26	56,77
<i>Philocheras</i> sp	4,78	22,49	<i>Jaxea nocturna</i>	3,16	59,93
<i>Calcinus tubularis</i>	4,48	26,96	<i>Ilia nucleus</i>	2,97	62,89
<i>Athanas nitescens</i>	4,42	31,38	<i>Ebalia</i> sp	2,96	65,86
<i>Lysmata seticaudata</i>	4,05	35,43	<i>Homola barbata</i>	2,86	68,72
<i>Alpheus glaber</i>	3,97	39,4	<i>Eusergestes arcticus</i>	2,63	71,35
<i>Dardanus arrosor</i>	3,83	43,23	<i>Parthenopoides massena</i>	2,54	73,89
<i>Alpheus macrocheles</i>	3,55	46,78	<i>Hippolyte</i> sp	2,23	76,12
			<i>Galathea</i> sp	2,02	78,14

Ittioplancton

Dallo studio sono stati raccolti e identificati complessivamente 64 *taxa* (Figura 117).

Il maggior numero di *taxa* è stato sempre rinvenuto nei campioni di acqua raccolti con il retinaggio orizzontale. I picchi di abbondanza sono stati registrati nelle stagioni più calde ossia in estate (B ed E14, rispettivamente con 22 e 23 *taxa*) e primavera (P14, 23 *taxa*). Esiguo e talvolta completamente assente il contingente ittioplanctonico nel livello profondo ossia tra 100 m e 50 m di profondità.

Le fasi larvali dei pesci tendono quindi a occupare gli strati più superficiali della colonna d'acqua. Analogo comportamento è stato osservato per le uova che, contenendo piccole gocce oleose, rimangono sostanzialmente in superficie. Ne deriva che lo *stock* specifico di superficie sia di fatto rappresentativo dell'intera comunità ittioplanctonica presente nell'area.

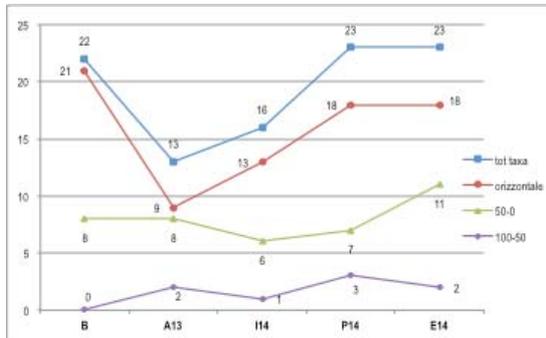


Figura 117 - Numero di *taxa* di ittioplancton e loro distribuzione nei tre livelli di profondità.

Dall'analisi qualitativa dei campioni si evince che la variabile temporale risulta preponderante nel determinare l'alternanza dei cicli riproduttivi delle tre principali specie di pesci osteitti gregari pelagici (*Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*). Queste specie rivestono un ruolo fondamentale non solo nella catena trofica che in parte contribuiscono ad alimentare, ma anche dal punto di vista economico per la pressione della pesca alla quale sono sottoposte.

Nella fase di bianco (B) è stata osservata la dominanza del Clupeidae *Sardinella aurita* (alaccia) in fase di post schiusa (6,5 mm) con la caratteristica goccia oleosa ventrale a favorirne il galleggiamento. A questa specie segue l'Engraulidae *Engraulis encrasicolus* (acciuga), altra specie largamente diffusa nel bacino mediterraneo soprattutto nel periodo tardo primaverile, estivo.

A conferma di questo dato, nel campione sono state rinvenute anche numerose uova in avanzato stato di maturazione dal caratteristico aspetto oblungo e quindi facilmente identificabili.

Le campagne condotte nella fase di esercizio hanno confermato, come osservato per il meroplancton, che i *pattern* di distribuzione dell'ittioplancton sono rigidamente dipendenti dalla stagionalità e conseguentemente influenzati dalla dinamica dei termoclini che ne regolano sostanzialmente tutto il ciclo vitale. In A13 la specie dominante è il Clupeidae *Sardina pilchardus* (sardina) che, come riportano i dati di letteratura, ha picchi riproduttivi durante la stagione fredda dal tardo autunno all'inverno. Nel campione, peraltro molto povero, come si conviene alla fase di latenza riproduttiva di moltissime specie, non vi sono né l'alaccia, né l'acciuga.

Il *survey* della stagione successiva (I14) ha confermato tale andamento. *Sardina pilchardus*, come atteso, si è confermata la specie dominante sebbene con una flessione dal punto di vista quantitativo.

L'indagine condotta in primavera (P14) ha, invece, mostrato l'attesa sostituzione di specie ossia si è verificata la scomparsa di *S. pilchardus*, mentre *Engraulis encrasicolus* è divenuta la specie dominante. Nel medesimo *survey* sono state campionate anche numerose uova di quest'ultima specie. Nelle pescate orizzontali, inoltre, il numero di *taxa* è aumentato (18 vs 23), in particolare è stata registrata la presenza di numerosi *singleton* (52%). Gli Sparidae sono la famiglia maggiormente rappresentata con 6 *taxa* in totale e con *Diplodus sargus* (sarago maggiore) specie dominante.

Confrontando il Bianco con il *survey* estivo della fase di esercizio (E14), si osserva che il numero di *taxa* è rimasto pressoché invariato (B=22; E14=23) e che *Engraulis encrasicolus* si conferma, come in P14, la specie dominante, analogamente a quanto atteso dai dati presenti in letteratura. La differenza sostanziale tra i due *survey* risiede nella scomparsa di *Sardinella aurita*, dominante in B.

Anche nel caso della frazione ittioplanctonica dello zooplancton l'analisi multivariata conferma quanto emerso nell'analisi descrittiva e quali - quantitativa dei campioni analizzati.

Dissimilarità = 79,82%					
Specie	Contributo %	Cumulativo %	Specie	Contributo %	Cumulativo %
<i>Sardinella aurita</i>	30,59	30,59	<i>Pagellus</i> sp	3,08	73,23
<i>Engraulis encrasicolus</i>	15,32	45,92	Scombridae sp	2,86	76,08
Gobiidae sp	8,11	54,03	Triglidae sp	2,82	78,9
<i>Cyclothone braueri</i>	7,93	61,96	<i>Merluccius merluccius</i>	2,78	81,68
Sparidae ind.	4,84	66,79	<i>Serranus scriba</i>	2,11	83,79
<i>Cepola macrophthalmia</i>	3,35	70,14	<i>Gonostoma denudatum</i>	1,56	90,75

7.2 SEDIMENTI

7.2.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Nell'arco dell'indagine sono state rilevate variazioni nelle caratteristiche tessiture dei sedimenti.

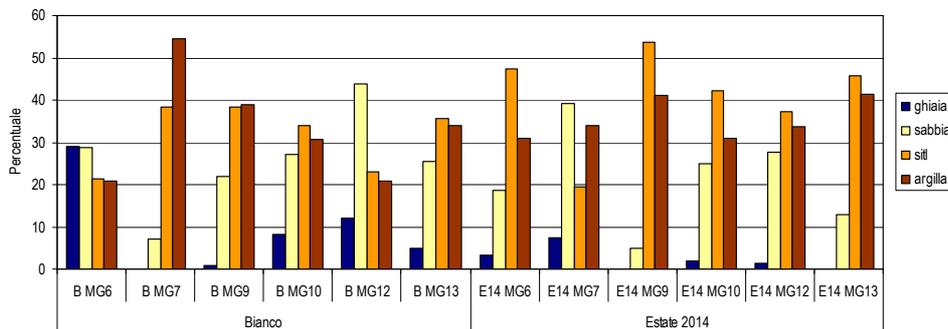


Figura 118 – Composizione granulometrica dei sedimenti nelle stazioni campionate. Confronti tra i dati del Bianco e dell'E14.

Le variazioni maggiori sono state riscontrate nelle stazioni più vicine al terminale. Nella stazione MG6, in particolare, si è verificato un brusco calo della componente ghiaiosa a vantaggio di quella siltosa (Figura 118).

Similmente, sebbene con magnitudine inferiore, nelle stazioni MG12 e MG13, la ghiaia e la sabbia hanno esibito un decremento a vantaggio della componente pelitica.

Nella stazione MG7 si è verificato un comportamento opposto con un calo della pelite ed un aumento della frazione sabbiosa.

Nella stazione MG9 il calo della sabbia è stato compensato da un aumento del silt, mentre nella stazione MG10 le variazioni osservate sono molto modeste al di sotto del 10%.

Dall'analisi dei metalli in tracce non si rilevano anomalie degne di nota.

Per quanto riguarda gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono stati osservati comportamenti differenti. Essi sono calati nel 50% dei siti sia prossimi (MG6, MG12) sia lontani (MG9, MG10) dall'FSRU. Non hanno mostrato variazioni in MG13, mentre sono incrementati in MG7 in cui, in particolare, si rileva un incremento di fluorantene e dei composti del benzene.

Gli idrocarburi totali, come gli IPA, esibiscono comportamenti differenti nelle varie stazioni. Complessivamente si mantengono su tenori modesti.

I composti organo stannici esibiscono un diffuso decremento.

Il carbonio organico totale mostra un diffuso decremento tranne che nella stazione MG7 dove aumenta da 10023 mg/kg a 13000 mg/kg.

Non ci sono anomalie da segnalare relativamente ai composti cloro derivati.

Infine non si osservano segnali di contaminazione fecale.

7.2.2 Saggi eco tossicologici su campioni di sedimento

Le analisi ecotossicologiche rivelano un effetto di tossicità, quantificabile da basso a medio, dei sedimenti sia nella campagna di bianco (B) che nella campagna estate 2014 (E14), talvolta anche nelle stazioni identificate come controlli (E14 MG9 ed E14 MG10). Tale effetto è osservabile soprattutto nei test di tipo cronico condotti con *C. orientalis* (saggio di mortalità su sedimento tal quale) e *P. lividus* (saggio di embriotossicità su elutriato di sedimento). Differentemente, il saggio di tossicità acuta con *V. fischeri* ha mostrato assenza di tossicità sia nella campagna B che in E14, ad eccezione del campione E14 MG6 che ha mostrato tossicità bassa.

Dal test con *C. orientalis* emerge, nell'E14, una riduzione della percentuale di mortalità degli organismi (quantificabile da bassa a media) rilevata nella campagna di bianco B.

Dal test di embriotossicità condotto con gli embrioni di *P. lividus* sugli elutriati di sedimento è stato osservato un basso livello di tossicità cronica già nella fase di bianco, confermata anche nella successiva campagna E14, con alcune variazioni relative ai campioni MG6, MG9 ed MG13 (diminuzione della tossicità in E14 rispetto a B) ed ai campioni MG10 ed MG12 (lieve aumento della tossicità in E14 rispetto a B). La tossicità del campione MG7 rimane sostanzialmente invariata nelle due campagne.

7.3 BIOTA

7.3.1 Macrozoobenthos

Confrontando i dati dell'intero periodo di studio emerge che, nell'area di indagine, complessivamente i valori di abbondanza totale (N) e del numero di specie hanno subito un graduale incremento dal bianco all'inverno 2014 seguito da un graduale decremento (Figura 119).

Nell'estate 2014 i valori di abbondanza sono risultati inferiori rispetto al bianco, mentre il numero di specie totali era del tutto confrontabile.

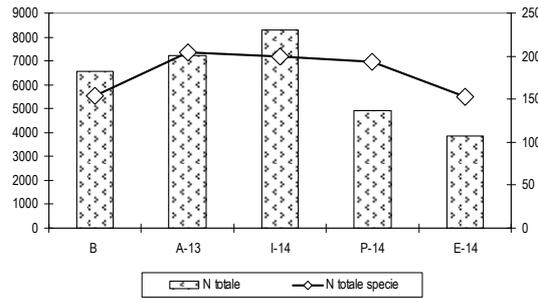


Figura 119 – Andamento dell'abbondanza totale e del numero di specie totali nell'arco dell'intero periodo di studio.

Il panorama faunistico complessivo risulta dominato, per l'intero periodo di studio, dai policheti (Figura 120) i cui valori di abbondanza (N) hanno seguito il trend generale appena descritto. Questo gruppo domina la lista faunistica anche in termini di numero di specie (S). Il numero massimo di specie campionato risale alla primavera 2014. Nell'estate successiva si è verificato un calo di S fino a tornare ad un valore comparabile con quello del bianco. Il secondo gruppo in ordine di importanza è quello dei crostacei. Come i policheti, anch'essi hanno esibito un picco di abbondanza nell'inverno 2014 ed il più elevato numero di specie nell'autunno 2013. Nell'estate 2014 si sono ripristinati valori confrontabili con quelli del bianco. Il medesimo pattern, sia per S sia per N, osservato per i crostacei è stato rilevato anche per i molluschi. Infine gli echinodermi hanno rappresentato per l'intero periodo di indagine la frazione meno cospicua del popolamento.

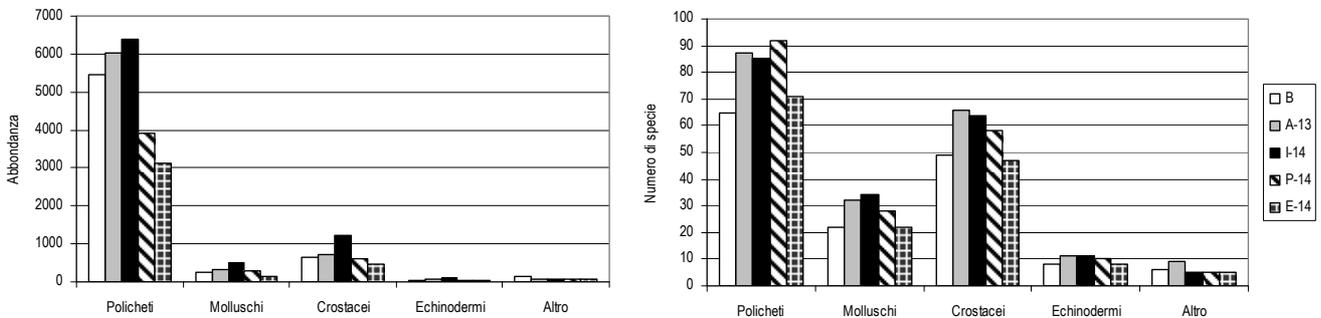


Figura 120 – Andamento dell'abbondanza totale (N) e del numero di specie (S) dei principali taxa nella campagna di Bianco (B) e nelle quattro campagne (A13, I14, P14, E14) del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".

Dall'analisi multivariata condotta tramite n-MultiDimensional Scaling (n-MDS), applicata alla matrice di presenza/assenza, è molto evidente che lungo l'asse delle x i punti stazione sono distribuiti in accordo al periodo stagionale, rispecchiando, pertanto, la naturale dinamica temporale dei popolamenti bentonici (Figura 121).

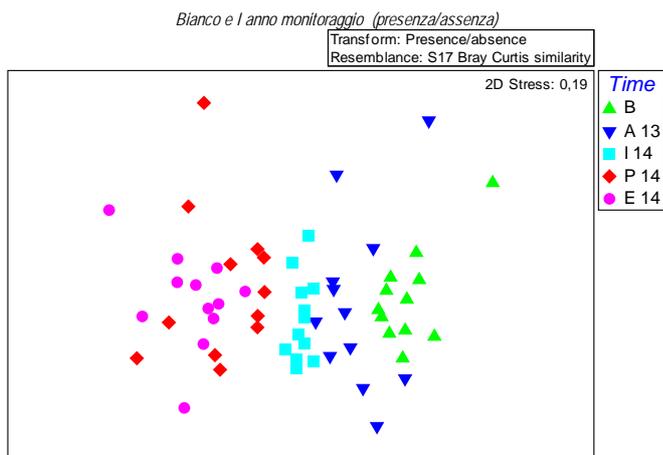


Figura 121 - Piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS. Le analisi sono state effettuate con i dati di presenza/assenza considerando la campagna di Bianco (B) e le quattro campagne (A13, I14, P14, E14) del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio". La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

Per valutare meglio le eventuali variazioni riconducibili alla presenza del terminale l'analisi è stata rifatta utilizzando unicamente i dati del Bianco e dell'estate 2014 poichè relativi alla medesima stagione. Da piano di ordinamento (Figura 122) si evince che i popolamenti del bianco risultano differenti da quelli dell'estate 2014 seppur condotti nella medesima stagione. Il fattore deriva temporale, appare, in questo caso, più importante nel determinare la dinamica dei popolamenti rispetto al fattore stagione. Per calcolare per ciascuna stazione, la dissimilarità tra i due survey, è stata utilizzata la Simper analysis. Le stazioni sono state quindi raggruppate sulla base della distanza dall'FSRU: dai più vicini ai più lontani sono stati definiti i seguenti gruppi: FSRU (MG6, MG7, MG12, MG13), Intermedi (MG4, MG1, MG8, MG4), Controlli (MG1, MG2, MG9, MG10). Da questo calcolo di evince che il popolamento presente nelle stazioni prossime al rigassificatore si modifica nel tempo di più rispetto a quello delle stazioni più lontane (Figura 123). Questo dato, potrebbe essere ricondotto alla naturali fluttuazioni interannuali oppure potrebbe indicare che nelle immediate vicinanze del terminale si possano creare delle condizioni in grado di modificare la dinamica del popolamento. Un singolo confronto (B vs E14) non consente di discriminare queste due ipotesi.

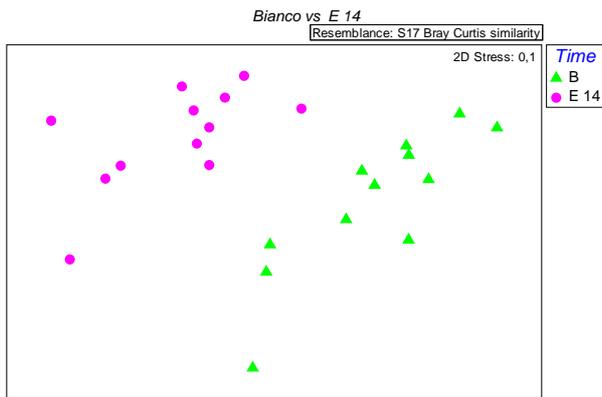


Figura 122 - Piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS. Le analisi sono state effettuate senza alcuna trasformazione dei dati considerando la campagna di Bianco e quella estiva del 2014 (E14). La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

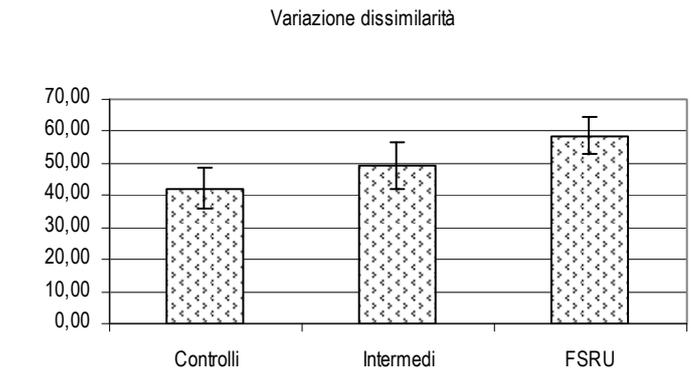


Figura 123 – Dissimilarità media calcolata tra gruppi di stazioni FSRU (MG6, MG7, MG12, MG13), Intermedi (MG4, MG1, MG8, MG4), Controlli (MG1, MG2, MG9, MG10) confrontando il Bianco e l'estate 2014.

7.3.2 Meiobenthos

Nella fase di bianco (B) nell'area investigata sono stati rinvenuti in totale organismi appartenenti a diciannove gruppi tassonomici di cui otto presenti in tutte le stazioni; quattro di questi, Nematodi, Copepodi, Nauplii e Policheti risultano di gran lunga più abbondanti, seguiti in ordine di importanza numerica da Ciliati, Ostracodi, Turbellari ed Anfipodi, i valori numerici di questi ultimi sono davvero minimi. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Bivalvi sono abbastanza frequenti, risultanti assenti solo in poche stazioni, al contrario di Gastrotrichi, Loriciferi, Gasteropodi e Caudofoveati rinvenuti sporadicamente ed in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è stata pari a 359 ± 224 ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di 272 ± 164 pari a circa 76% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = 35 ± 36 ind./10 cm²); che insieme ai Nauplii (15 ± 21 ind./10 cm²) danno un apporto percentuale alla meiofauna totale di quasi il 14%. I Policheti sono il terzo gruppo per rilevanza numerica e contribuiscono per il 5% alla comunità complessiva. Gli altri gruppi sono presenti con densità e percentuali quasi irrilevanti, ad eccezione dei Ciliati e degli Ostracodi ciascuno dei quali contribuisce per oltre l'1% al popolamento totale. In ogni caso, la densità complessiva dei taxa meno abbondanti da un valore di affatto trascurabile, di circa 18 ± 15 ind./10 cm², pari a oltre il 5% dell'intero popolamento meiobentonico (Tabella 85).

Nella fase di esercizio Inverno (I14) nella stessa area 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 stata 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 85).

Nella fase di esercizio estate (E14) nell'area investigata sono stati rinvenuti organismi appartenenti in totale a venti gruppi tassonomici di cui solo tre presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Nauplii e Policheti. I Copepodi sono assenti in un unico sito. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Ostracodi, sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Ciliati, Rotiferi, Sipunculidi e Priapulidi, rinvenuti in singole stazioni ed in numeri molto bassi.

La densità media totale dell'area investigata è pari a $260,7 \pm 161,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $212,2 \pm 133,8$ pari a oltre l'81% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = $19,2 \pm 18,7$ ind./10 cm²; 7,4%), dai Policheti ($13,9 \pm 11,0$ ind./10 cm²; 5,3%) e infine dai Nauplii ($8,2 \pm 10,0$ ind./10 cm²; 3,1%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso oltre il 97% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con abbondanze e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,8% dell'intero popolamento meiobentonico; tra questi solo gli Ostracodi raggiungono quasi l'1% della biocenosi.

Nel corso delle tre campagne di studio condotte nell'area (B, I14, E14) sono stati rinvenuti globalmente organismi appartenenti a ventisette gruppi tassonomici, di cui solo quattordici presenti in tutte le fasi di monitoraggio. Diciannove major groups erano presenti nelle fasi E12 e I14 saliti a 20 nella fase E14.

La densità media totale dell'area investigata è variata da $358 \pm 168,3$ ind./10 cm² durante il Bianco a $221,2 \pm 121,4$ ind./10 cm² durante I14 fino a raggiungere $260,7 \pm 161,6$ ind./10 cm² in E14. I Nematodi sono risultati sempre il taxon dominante (range: 170-272 ind./10 cm²), con percentuali variabili tra il 75,8% durante il Bianco all'81,4% in E14, seguiti nell'ordine dai Copepodi (range: 19-34 ind./10 cm²; 7,4-9,7%), dai Policheti (range: 13-20 ind./10 cm²; 5,1-9,1%) e infine dai Nauplii (range: 5-15 ind./10 cm²; 2,6-4,2%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso e a seconda dei survey il 95-97% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con densità e percentuali molto

basse, fornendo un valore di abbondanza variabile tra il 2,4% (I14) e il 5,1% (B) dell'intero popolamento meiobentonico. Tra questi solo Ostracodi, Turbellari e Ciliati raggiungono in alcune occasioni l'1% della biocenosi. Gastrotrichi, Caudofoveati e Loriciferi risultano presenti solo durante il Bianco, mentre Idrozoi, Rotiferi, Sipunculidi, Solenogastri, Acari e Ofiroidi sono stati rinvenuti solamente in uno o entrambi i survey del 2014 (I14, E14) (Tabella 85).

Tabella 85 - Confronto dati tra le campagne Bianco e fase di esercizio (I14, E14). Struttura della comunità meiobentonica dell'area interessata dalla presenza del terminale, 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	Bianco		I14		E14	
	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%	Media \pm DS	%
Nematodi	272,0 \pm 118,8	75,8	170,6 \pm 96,4	77,1	212,2 \pm 133,8	81,4
Copepodi	34,9 \pm 28,7	9,7	19,4 \pm 11,0	8,8	19,2 \pm 18,7	7,4
Nauplii	15,2 \pm 14,8	4,2	5,7 \pm 4,6	2,6	8,2 \pm 10,0	3,1
Policheti	18,4 \pm 8,9	5,1	20,2 \pm 11,8	9,1	13,9 \pm 11,0	5,3
Turbellari	3,5 \pm 2,7	1,0	1,3 \pm 1,6	0,6	0,7 \pm 2,0	0,3
Chinorinchi	1,2 \pm 1,1	0,3	0,7 \pm 0,8	0,3	1,2 \pm 1,9	0,5
Tanaidacei	1,1 \pm 0,9	0,3	0,7 \pm 1,1	0,3	1,0 \pm 1,5	0,4
Ostracodi	4,5 \pm 3,6	1,3	0,9 \pm 0,7	0,4	2,2 \pm 3,1	0,9
Anfipodi	0,7 \pm 0,3	0,2	0,4 \pm 0,4	0,2	0,2 \pm 0,7	0,1
Isopodi	0,2 \pm 0,4	<0,1	0,2 \pm 0,3	0,1	0,3 \pm 0,7	0,1
Cumacei	0,1 \pm 0,1	<0,1	0,1 \pm 0,1	<0,1	0,2 \pm 0,5	0,1
Acari	-	-	0,1 \pm 0,1	<0,1	0,1 \pm 0,4	<0,1
Gasteropodi	0,1 \pm 0,1	<0,1	-	-	0,1 \pm 0,6	0,1
Bivalvi	1,0 \pm 1,0	0,3	0,3 \pm 0,4	0,1	0,4 \pm 1,0	0,2
Solenogastri	-	-	0,1 \pm 0,2	<0,1	0,2 \pm 0,6	0,1
Caudofoveati	0,2 \pm 0,5	<0,1	-	-	-	-
Nemertini	0,1 \pm 0,1	<0,1	0,2 \pm 0,3	0,1	0,5 \pm 2,2	0,2
Priapulidi	0,1 \pm 0,2	<0,1	-	-	0,1 \pm 0,2	<0,1
Loriciferi	0,1 \pm 0,2	<0,1	-	-	-	-
Gastrotrichi	0,1 \pm 0,1	<0,1	-	-	-	-
Ofiroidi	-	-	0,1 \pm 0,1	<0,1	-	-
Idrozoi	-	-	0,1 \pm 0,1	<0,1	-	-
Ciliati	5,7 \pm 3,0	1,6	0,5 \pm 0,6	0,2	0,1 \pm 0,2	<0,1
Sipunculidi	-	-	-	-	0,1 \pm 0,2	<0,1
Rotiferi	-	-	-	-	0,1 \pm 0,2	<0,1
Altri (Σ Tur-Rot)	18,2 \pm 9,1	5,1	5,4 \pm 3,2	2,4	7,2 \pm 7,0	2,8
Meiofauna totale	358,8 \pm 168,3	-	221,2 \pm 121,4	-	260,7 \pm 161,6	-

Il rinvenimento o meno questi taxa nei campioni prelevati nelle diverse fase è verosimilmente legata di più alla loro rarità, caratteristica cosa rende occasionale il loro campionamento, che ad altre cause. L'analisi della varianza (ANOVA) ha consentito di evidenziare differenze statisticamente significative tra le densità medie di alcuni taxa rilevate nell'area indagata nel passaggio tra le diverse fasi. In particolare la Meiofauna totale, Nematodi, Copepodi, Nauplii e taxa meno abbondanti (Altri) mostrano una riduzione delle abbondanze dal bianco al 2014 (I14 e E14). Per contro la densità dei Policheti risulta ridursi significativamente dall'I14 all'E14. La riduzione generalizzata delle abbondanze verificatasi tra il bianco e l'E14, campagne entrambe condotte nel periodo estivo, porta ad escludere che la riduzione osservata sia un fenomeno legato alla stagionalità. Tale diminuzione, inoltre, risulta particolarmente accentuata nei siti lontani dal terminale (ad esempio MG9) e quindi verosimilmente non influenzati da eventuali effetti stressogeni da esso generati. Pertanto, è ipotizzabile che le variazioni osservate siano legate fattori, presumibilmente legati alla variabilità interannuale, indipendenti dalla presenza dell'FSRU.

Dalle analisi multivariate è emerso che le stazioni investigate sono caratterizzate complessivamente da una bassa similarità faunistica, ciò a causa principalmente del comportamento della stazione MG9. Infatti l'analisi dei cluster, basata sulle abbondanze medie dei diversi taxa e sulla matrice di similarità di Bray-Curtis mostra una prima separazione delle stazioni indagate ad un valore di similarità di poco superiore al 50% (Figura 124) nodo che vede il sito MG9 campionato nelle fasi di esercizio I14 e E14 nettamente separato dagli altri. L'anomalia faunistica di questa stazione nelle fasi sopra ricordate e già evidenziata dall'analisi ANOVA viene quindi qui ribadita e resa graficamente esplicita. Le restanti stazioni risultano suddivise in due grossi clusters con punto nodale che si attesta ad un valore di poco oltre il 72%. I due cluster raccolgono lo stesso numero di stazioni, 17, e, dato alquanto rilevante, la stessa stazione indagata nelle diverse fasi, in particolare nelle fasi B e E14 risulta collocata nel medesimo cluster a testimonianza del fatto che se variazioni faunistiche ci sono state nel corso delle tempo queste risultano di minima entità.

A questo livello di analisi non sembrano emergere relazioni generali tra raggruppamento e posizione geografica delle stazioni in relazione al terminale o fase di monitoraggio considerata.

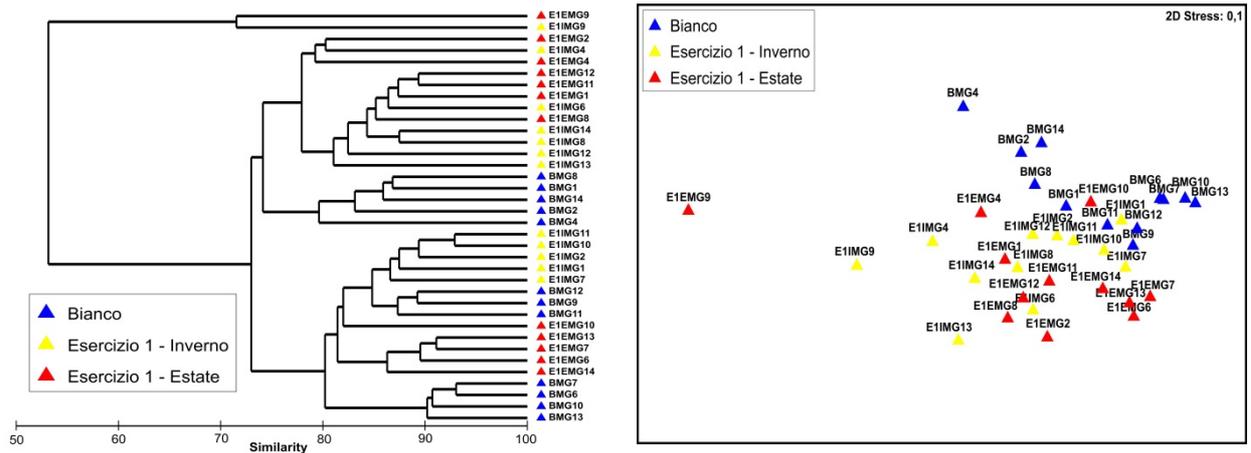


Figura 124 - Confronto dati Bianco e fase di esercizio (I14, E14). A sinistra dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle stazioni basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati. A destra piano di ordinamento ottenuto dal non-metric Multi DimensionalScaling (n-MDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati.

Quanto appena indicato viene confermato anche dal piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS. Anche in questo caso la disposizione delle stazioni prescinde dalla loro collocazione geografica e dalla fase di monitoraggio considerata. Il nMDS separa molto chiaramente la stazione MG9 di entrambe le stagioni (I14, E14) da tutte le altre, a motivo della bassa diversità e scarsa abbondanze della fauna ad essa associata in questi periodi.

In conclusione dalle analisi effettuate non appaiono essere intervenuti cambiamenti sostanziali a carico della comunità meiobentonica nell'area indagata nel corso delle diverse campagne di studio, fatta eccezione per la stazione MG9 la cui componente faunistica appare impoverita sia in I14 sia in E14. La maggiore distanza dal rigassificatore di questo sito rispetto ad altri porta ad escludere che il cambiamento sia dovuto ad un effetto del terminale.

7.3.3 Bioaccumulo

Non ci sono segni evidenti di processi di bioaccumulo in atto. Inoltre non sono stati rilevati segnali di contaminazione fecale.

7.3.4 Biomarkers

Neutral Red Retention Time (NRRT)

Il test del rosso neutro (Figura 125) non ha evidenziato variazioni significative tra i due campionamenti anche se i valori osservati in estate sono risultati mediamente superiori rispetto a quelli della primavera. I mitili traslocati lungo il terminale non hanno mostrato alcuna riduzione del tempo di ritenzione del colorante vitale rispetto ai controlli e/o ai mitili analizzati subito dopo il prelievo dall'allevamento.

Comet Assay

Anche per quanto concerne il biomarker di genotossicità (Figura 126), non sono state riscontrate variazioni significative del grado di integrità del DNA tra la campagna primaverile e quella estiva. L'unica eccezione è stata osservata per la stazione D (pos 4) dove i mitili hanno mostrato, nella campagna E14, un livello di danno genetico significativamente superiore ai controlli, ma non rispetto ai mitili analizzati al tempo zero.

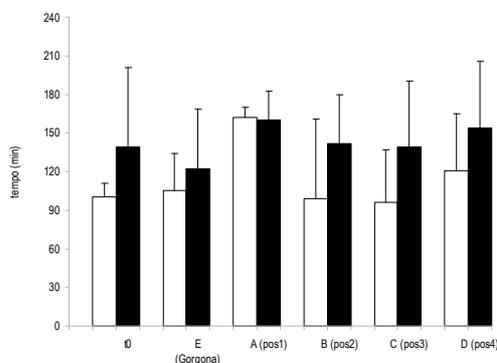


Figura 125 - Confronto del tempo di ritenzione del Rosso Neutro tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).

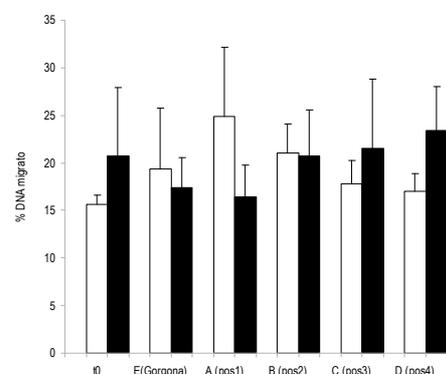


Figura 126 - Confronto del danno al DNA tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).

Analisi istologia del tessuto branchiale

A differenza degli altri biomarker, l'analisi istologica delle branchie di mitilo ha evidenziato differenze tra le due campagne di monitoraggio. In particolare, la frequenza degli emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali è risultata inferiore durante il campionamento estivo rispetto a quello primaverile, sia nei mitili di controllo che in quelli traslocati lungo il terminale FRSU (Figura 127).

Diversamente, i mitili tempo zero non hanno mostrato differenze sostanziali per questo parametro. In entrambe le campagne di monitoraggio, il numero medio di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali dei mitili traslocati presso il terminale FRSU è risultato simile a quello degli organismi di controllo.

Per quanto riguarda l'indice di condizione delle branchie (Figura 128), sono state osservate solo modeste fluttuazioni nel grado di integrità dell'epitelio ciliato tra i campionamenti primaverile ed estivo e tra le diverse stazioni indagate. Come per il parametro precedentemente descritto, i mitili di controllo hanno manifestato il più elevato grado di integrità.

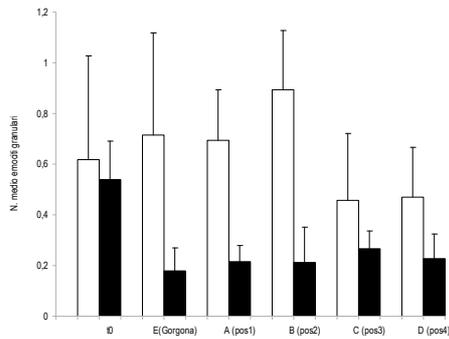


Figura 127 - Confronto del numero medio di emociti granulari nei filamenti branchiali di mitilo tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).

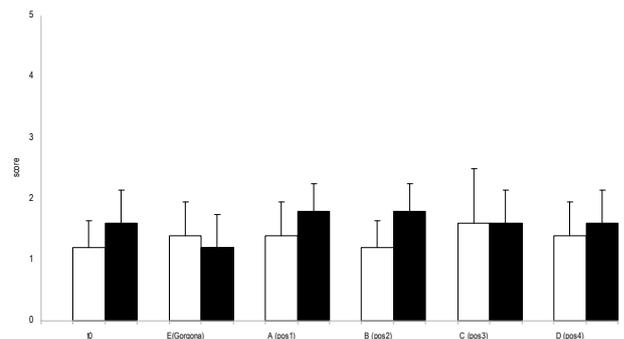


Figura 128 - Confronto del grado di integrità dell'epitelio branchiale (score) tra le campagne P14 (barre bianche) ed E14 (barre nere).

7.3.5 Fauna ittica bentonectonica

Reti a strascico

Il confronto tra le due campagne di bianco (B ed BP) e le campagne invernale I14 ed estiva E14 ha mostrato, per quanto riguarda le specie catturate, una tendenza alla diminuzione da 80 specie della campagna estiva 2012 a 63 specie di quella estiva 2014 (Tabella 86).

Non emergono però sostanziali differenze tra i siti trattamento (T) e controllo (C). La differenza tra campagne è invece imputabile alla dinamica stagionale del popolamento ittico, che mostra una maggiore ricchezza nel periodo estivo rispetto a quello autunnale e invernale.

Va inoltre ricordato che nella campagna E12 il numero delle cale effettuate è stato doppio rispetto a quello delle due campagne successive.

Tabella 86 – Numero totale di specie catturate per campagna.				
RETI STRASCICO				
	E12	A13	I14	E14
Specie totali (T+C)	80	68	60	63
Specie comuni	51%	41%	35%	45%
Specie esclusive dei trattamenti	41%	46%	55%	41%
Specie esclusive del controllo	8%	13%	10%	14%

Gli indici strutturali del popolamento ittico (Figura 129) non mostrano sostanziali differenze tra le stazioni trattamento ed il controllo, né particolari differenze tra le campagne, fatta eccezione per la campagna invernale I14, in cui è possibile osservare un numero totale di individui più elevato.

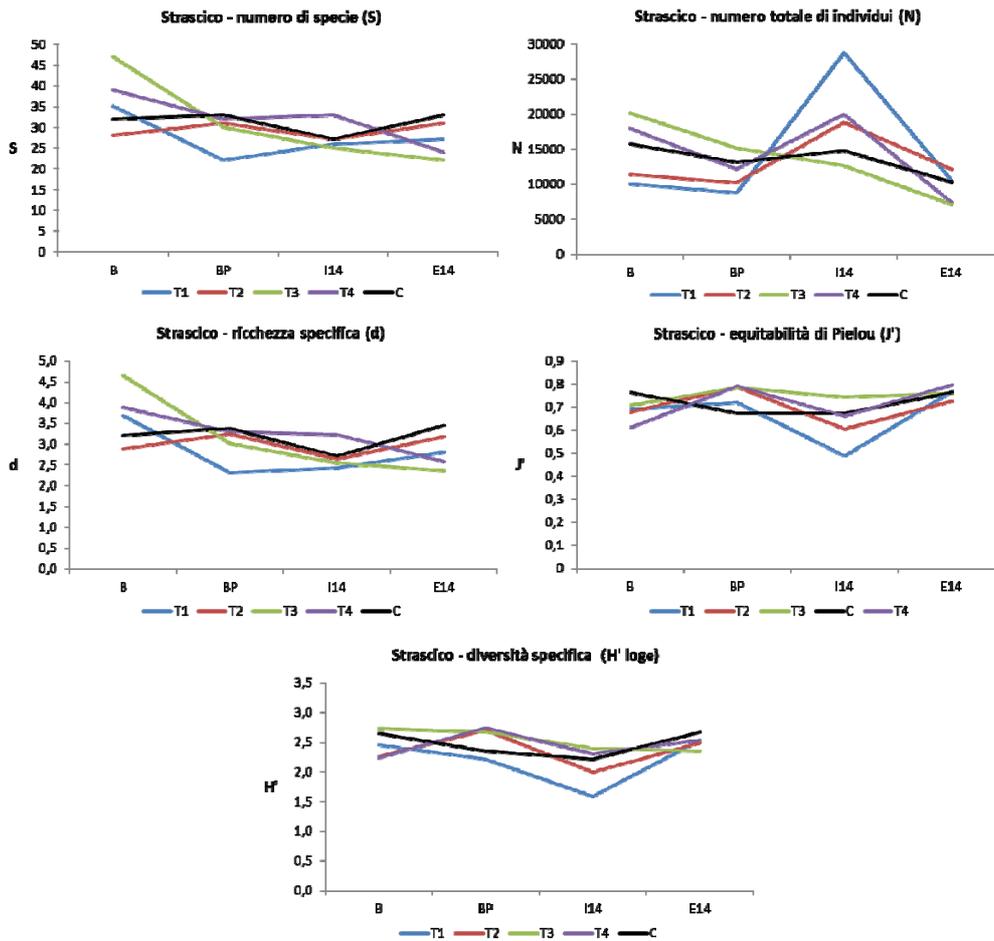


Figura 129 – Indici strutturali relativi ai popolamenti ittici catturati con reti a strascico.

Anche le stazioni campionate con rete a strascico hanno mostrato un'elevata similarità, come è evidente dal dendrogramma di Figura 130; dalla figura emerge che le stazioni hanno un grado di similarità complessivo di almeno il 60%. Tuttavia le stazioni che hanno mostrato maggiori differenze sono quelle effettuate in inverno, in analogia a quanto osservato per le reti da posta (Figura 130 e Figura 131). Non emergono inoltre sostanziali differenze tra i siti trattamento ed il controllo, come si evince dalla rappresentazione n-MDS di Figura 131.

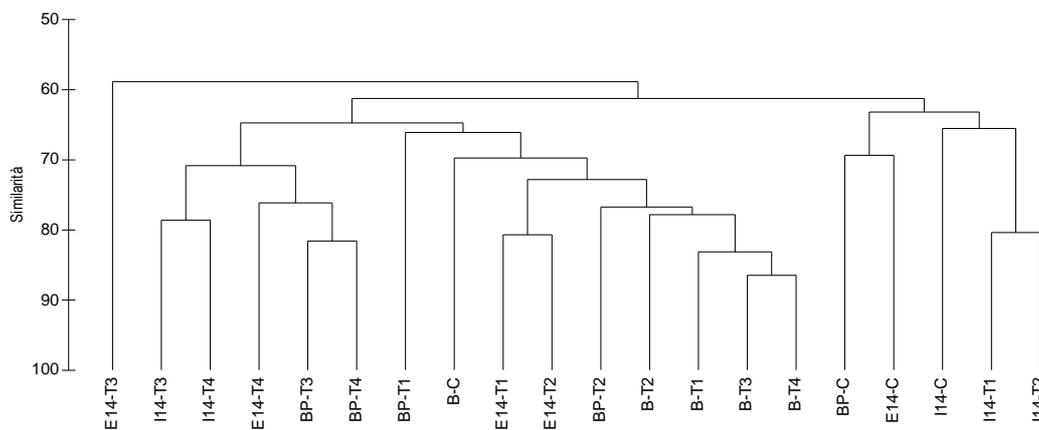


Figura 130 - Dendrogramma delle stazioni campionate con reti a strascico. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio "fase di esercizio".

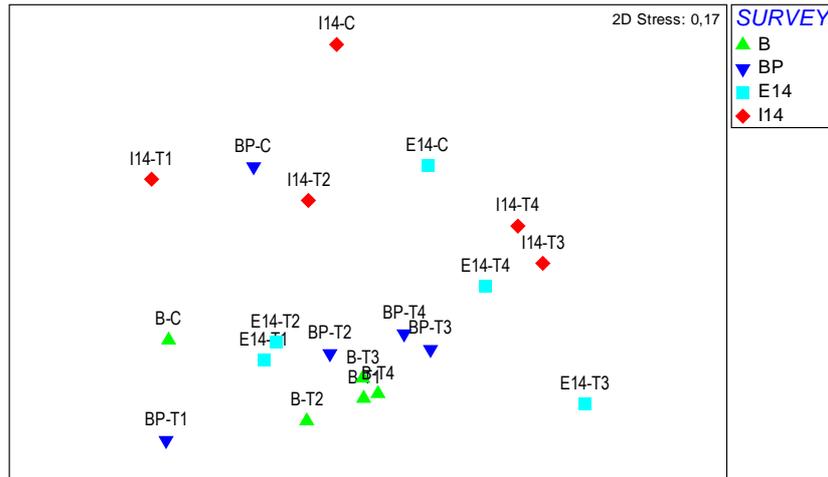


Figura 131 – Ordinamento n-MDS delle stazioni campionate con reti a strascico. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio “fase di esercizio”.

Il dendrogramma e l'ordinamento n-MDS ottenuti dalle analisi effettuate considerando la prima campagna di Bianco (B), condotta nell'Estate 2012 e la campagna estiva E14, effettuata in “fase di esercizio” evidenziano anche in questo caso un'elevata similarità complessiva tra le stazioni (Figura 133). Da entrambi i grafici si può evidenziare che alcune stazioni della campagna E 14 presentano una similarità leggermente diversa rispetto alle altre.

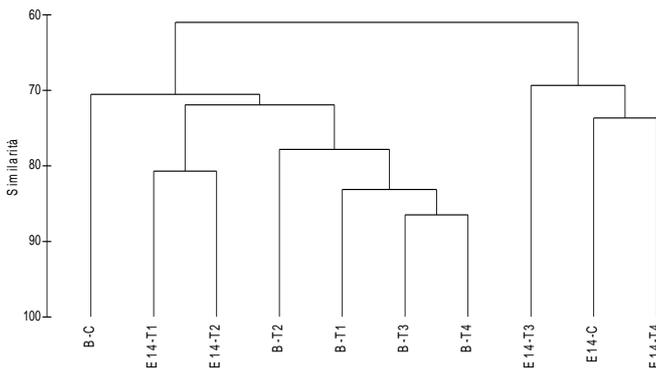


Figura 132 - Dendrogramma delle stazioni campionate con reti a strascico. Le analisi sono state effettuate considerando la campagna di Bianco (B) e quella estiva 2014 (E14).

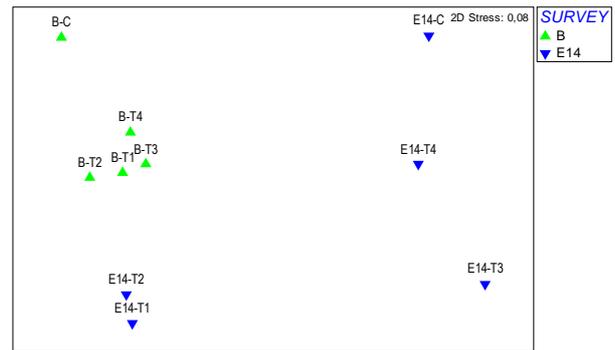


Figura 133 - Ordinamento n-MDS delle stazioni campionate con reti a strascico. Le analisi sono state effettuate considerando la campagna di Bianco (B) e quella estiva 2014 (E14).

7.3.6 Fauna ittica pelagica

Con i dati raccolti nelle prime tre campagne è stato fatto un primo confronto al fine di evidenziare eventuali differenze nella composizione delle fauna ittica tra siti controllo (C) e trattamento (T).

Sono stati studiati i componenti della diversità specifica; a partire dalla matrice specie/stazioni sono stati calcolati, per ciascuna stazione, il numero totale di specie e di esemplari catturati, gli indici di ricchezza specifica di Margalef (d), di equitabilità di Pielou (J') e di diversità specifica di Shannon-Wiener (H'). È stata studiata l'evoluzione di tali indici nel corso delle campagne.

La stessa matrice è stata utilizzata anche per effettuare un ordinamento delle stazioni attraverso l'indice di similarità di Bray-Curtis e la rappresentazione n-MDS (Multi Dimensional Scaling). I risultati di queste analisi sono riportati di seguito.

Reti da posta

Il confronto tra le campagne B e BP e quelle del 2014 (I14 e E14) ha mostrato, per quanto riguarda il numero totale di specie catturate, una diminuzione (da 30 a 22 a 19) con un successivo aumento nella campagna E14 (Tabella 87). Tale andamento è imputabile alla dinamica stagionale del popolamento, che mostra una maggiore ricchezza nel periodo estivo rispetto a quello autunnale ed invernale. Non emergono differenze sostanziali tra stazioni controllo (C) e trattamento (T).

Tabella 87 - Numero totale di specie catturate per campagna.				
Reti da posta				
	B	BP	I14	E14
Specie totali (T+C)	30	22	19	26
Specie comuni	40%	36%	21%	34%
Specie esclusive dei trattamenti	50%	59%	79%	58%
Specie esclusive del controllo	10%	5%	0%	8%

Per quanto riguarda l'evoluzione degli indici strutturali del popolamento ittico campionato con le reti da posta, dai grafici di Figura 134 non emergono differenze sostanziali tra le stazioni trattamento ed il controllo. Per quanto riguarda il numero di specie, il numero di esemplari e la ricchezza specifica, è possibile osservare un aumento dei valori passando dalla campagna invernale I14 a quella Estiva E14. Questo è da mettere in relazione con la maggiore ricchezza in specie ed il numero di esemplari osservati nel popolamento estivo. Va ricordato che nel caso delle reti da posta, le catture sono state sempre caratterizzate da un basso numero di specie e di esemplari, e da un' elevata dominanza a carico del condroitto *S. canicula*; è stata altresì riscontrata un'elevata variabilità nei rendimenti, aspetto tipico della pesca con reti da posta.

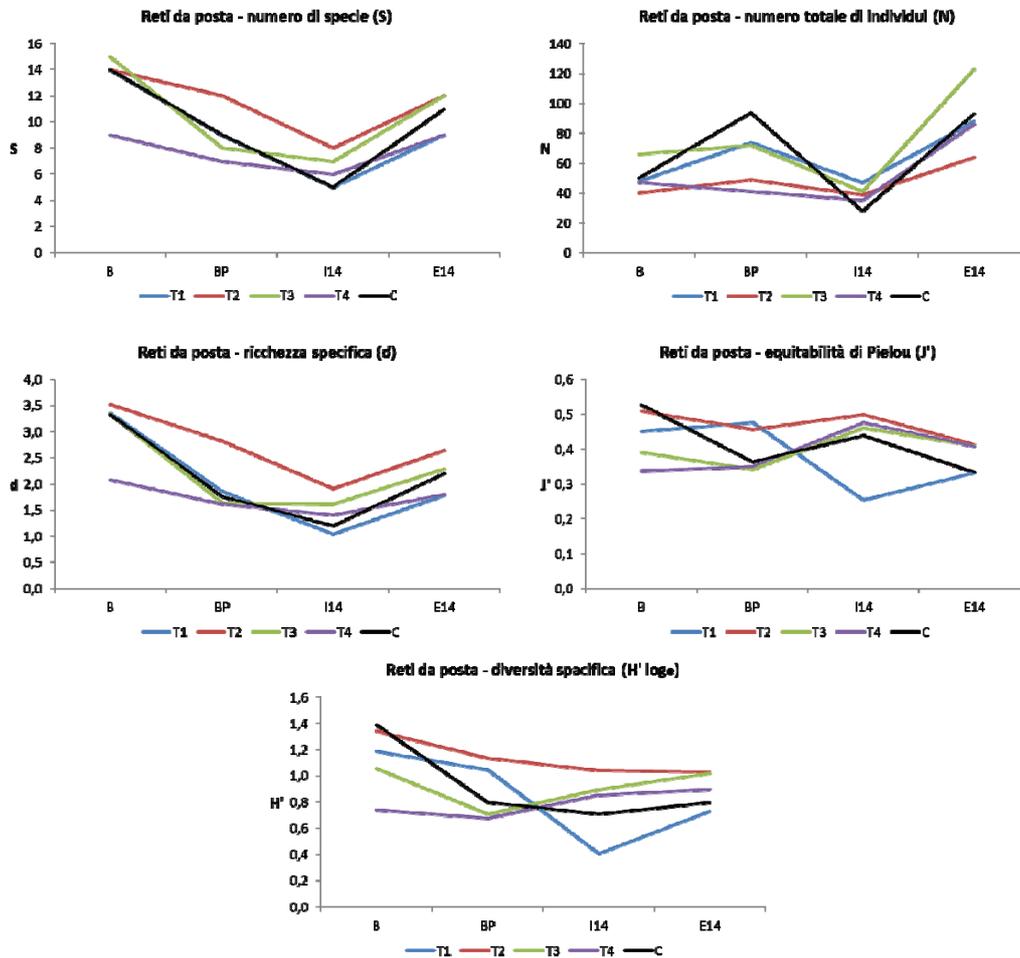


Figura 134 - Indici strutturali relativi ai popolamenti ittici catturati con reti da posta.

La Figura 135 mostra il dendrogramma, mentre la Figura 136 mostra l'ordinamento n-MDS delle stazioni effettuate con reti da posta, ottenuti sulla base della matrice di similarità di Bray Curtis

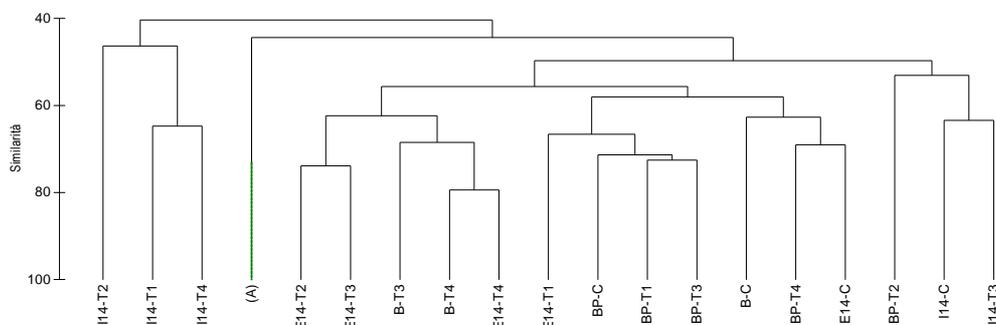


Figura 135 – Dendrogramma delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio “fase di esercizio”.

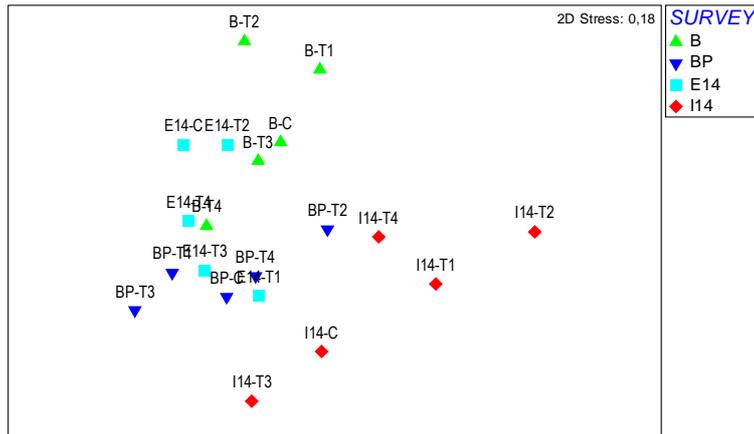


Figura 136 – Ordinamento n-MDS delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando le due campagne di Bianco (B e BP) e le due campagne I14 e E14 del primo anno di monitoraggio “fase di esercizio”.

I grafici mostrano un'elevata similarità tra stazioni, dovuta all'omogeneità della loro composizione specifica. Tuttavia è possibile, seppure con difficoltà, individuare dei raggruppamenti sulla base della loro affinità stagionale; in particolare alcune stazioni relative alla campagna invernale (I14) si differenziano maggiormente dalle altre. Infine non appaiono evidenti differenze tra i siti di trattamento ed il controllo. Le Figura 137 e Figura 138 mostrano rispettivamente il dendrogramma e l'ordinamento n-MDS ottenuti analizzando la prima campagna di Bianco (B), condotta nell'Estate 2012, e la campagna estiva E14. Tale esercizio è stato effettuato per comparare due campagne relative alla stessa stagione. Anche in questo caso emerge un'elevata similarità tra le stazioni prese in considerazione, senza l'evidenza di particolari raggruppamenti, né tra differenti campagne, né tra trattamento e controllo.

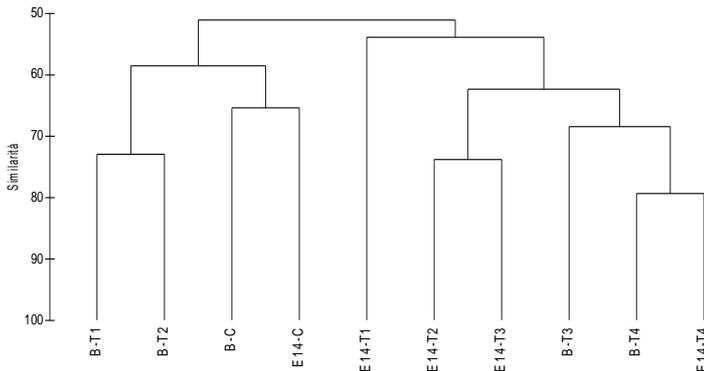


Figura 137 – Dendrogramma delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando la campagna di Bianco (B) e quella estiva 2014 (E14).

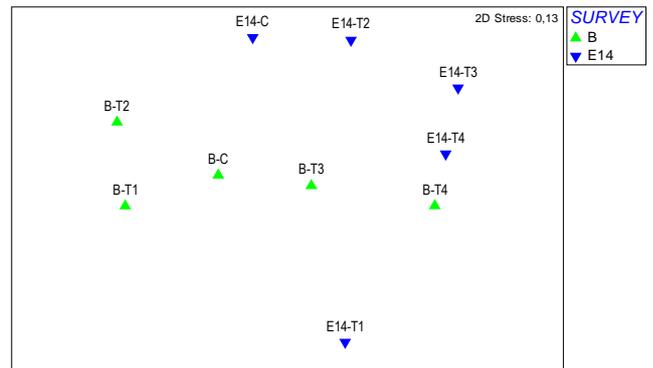


Figura 138 – Ordinamento n-MDS delle stazioni effettuate con reti da posta. Le analisi sono state effettuate considerando la campagna di Bianco (B) e quella estiva 2014 (E14).

7.3.7 Cetacei e tartarughe marine

L'area scelta per il posizionamento del Terminale FSRU Toscana ricade all'interno del Santuario Pelagos e quindi il monitoraggio della presenza di cetacei e tartarughe risale all'anno 2000. Nella Figura 139 sono riportati gli avvistamenti antecedenti alla campagna di Bianco.

Al termine della campagna di Bianco gli avvistamenti sono stati effettuati principalmente nelle zone Est e Sud all'interno delle 6 nm dal Terminale e Sud-Ovest all'esterno dell'area (Figura 140). Confrontando tali avvistamenti con i risultati delle prime 4 campagne effettuati (A13-I14-P14-E14) si nota una maggiore concentrazione dell'85% nelle zone a Nord e Nord-Est e solo un 15% nell'area ad Est. (Figura 141).



Figura 139 - Presenza di cetacei antecedenti all'arrivo del terminale.



Figura 140 - Avvistamenti nella campagna di Bianco.

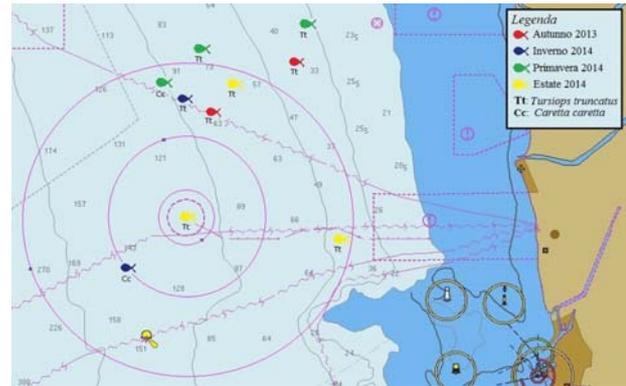


Figura 141 - Avvistamenti dopo 4 campagne relative alla fase di esercizio A13-I14-P14-E14

Gli spostamenti del gruppo di delfini tursiopi appartenenti al Gruppo ALFA avvengono in funzione della ricerca del cibo e della normale vita sociale. Alcuni di tali spostamenti sono il risultato di comportamenti appresi dai delfini nell'interazione con le attività di pesca a strascico commerciale la quale rappresenta una facilitazione durante la fase di nutrizione (alimentazione opportunistica). La presenza del Terminale e soprattutto delle corrispondenti aree di interdizione alla navigazione e alla pesca potrebbe influenzare i quotidiani spostamenti acquisiti nelle aree di permanenza per l'assenza di attività di pesca all'interno dell'area. Dopo il 1° anno di monitoraggio si rileva una maggiore presenza nella zona Nord del Terminale.

7.4 INDAGINI GENERALI

7.4.1 Misura del rumore

Sono stati selezionati alcuni dati rappresentativi di ognuna delle quattro campagne di indagine (A13, I14, P14, E14) per il confronto con le misure di "bianco" condotto nell'estate 2012 (B) e per conformità sono stati rappresentati i dati registrati sempre nelle stesse stazioni (E100 e E1K) alla profondità di 55m. Queste due distanze sono state scelte per avere livelli di segnale più significativi. I grafici di confronto descrivono il livello di rumore nel dominio della funzione di densità spettrale di potenza (PSD), con rappresentazione dei dati in terzi d'ottava, che è ritenuta più adeguata per un confronto di sintesi. I confronti sono mostrati in Figura 142 e Figura 143.

Dai plot si evince che nella stazione E100 si verifica un innalzamento di livello di tutte le curve rispetto a quella del Bianco per tutta la banda superiore ai 50 Hz, variabile, ma mediamente intorno ai 15 dB.

Questo non significa necessariamente che il Terminale emetta rumore in tutta questa banda, poiché si deve tenere conto della presenza di imbarcazioni e di passaggi di navi nella zona riscontrati in modo quasi costante per ogni campagna. I plot relativi alla stazione E1K confermano la presenza di diffuso rumore da traffico navale, in quanto l'innalzamento di livello rispetto al bianco è pressoché lo stesso di fino ai 2000 Hz. Se tale aumento fosse dovuto ad emissioni del Terminale ci sarebbe da aspettarsi una diminuzione dei livelli dovuto all'aumento di distanza dal Terminale stesso al conseguente "spreading geometrico", passando dalla stazione E100 alla stazione E1K, che invece non si riscontra.

Nella banda oltre i 6-7 kHz e fino a circa 20 kHz il rumore di traffico marittimo si riduce decisamente, limitandosi a quello di barche piccole, veloci e molto vicine. Anche in questa banda si riscontra un innalzamento generalizzato rispetto al Bianco di tutte le curve di dati registrati in E100. Confrontando il Bianco e la campagna A13 abbiamo un incremento massimo di oltre 18 dB intorno ai 10-12 kHz.

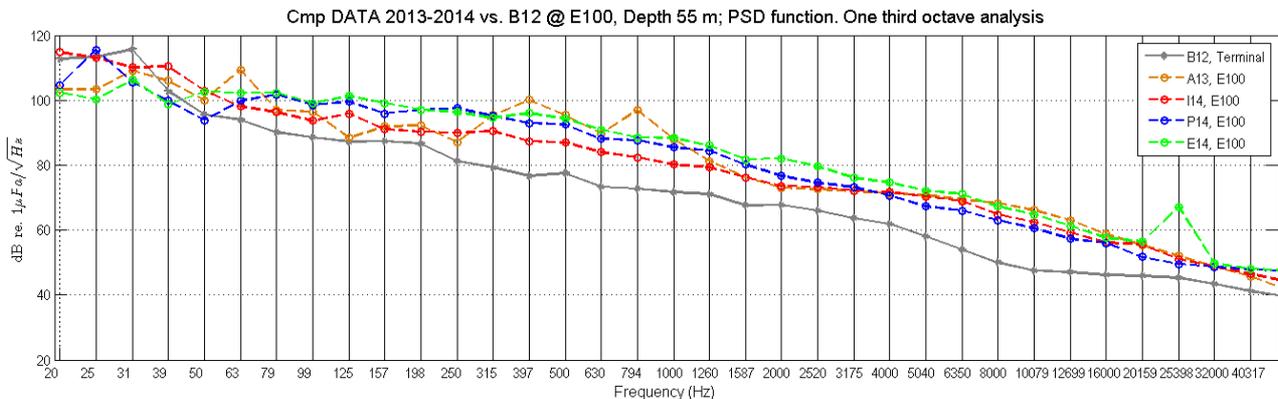


Figura 142 - Confronto di tutti i dati delle campagne 2013-2014 con i dati di "bianco" B12 nella stazione E100 a 55 m di profondità.

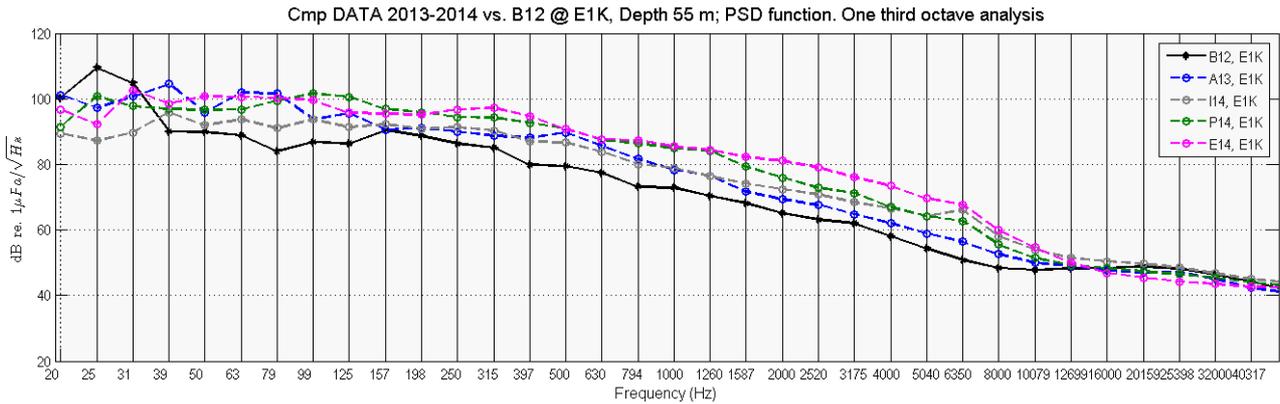


Figura 143 - Confronto di tutti i dati delle campagne 2013-2014 con i dati di "bianco" nella stazione E1K a 55 m di profondità.

L'aumento del livello di rumore rispetto al Bianco riscontrato in E1K corrisponde alla Trasmissione Loss causata dall'allontanamento dalla sorgente come confermato dalle simulazioni realizzate per ogni campagna nelle diverse condizioni di propagazione acustica. Appare plausibile come l'innalzamento in questa banda sia da attribuirsi prevalentemente al rumore emesso dal Terminale. Prendendo come riferimento il valore di 12 kHz come quello approssimativamente centrale nella sotto-banda di interesse 7-20 kHz, il valore medio di rumore a 100m dal Terminale su tutte le campagne a 12 kHz è circa 60 dB re 1µPa/√Hz. Considerando poi i risultati delle simulazioni ottenute con il modello acustico Bellhop per ogni campagna nelle stazioni a 100m il modello calcola sempre una Trasmissione Loss tra i 38 e i 40 dB a 55m di profondità che si verifica tra il Terminale, considerato come punto di emissione, e le stazioni a 100m. In ogni campagna le simulazioni tengono conto dell'effettivo profilo di velocità del suono in funzione delle condizioni ambientali realmente verificate durante le misure. Misurando un livello di rumore di 60 dB re 1µPa/√Hz a 12 kHz per le stazioni a 100m, ed una caduta di segnale dovuta alla distanza di 38/40 dB porta a concludere che il Source Level medio di emissione da parte del Terminale sia pari a 60 + 38/40 dB, cioè tra i 98 e i 100 dB re 1µPa @ 1m. Questo valore rappresenta il livello di emissione del Terminale riportato alla distanza standard di 1m. Le "Linee Guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne - Parte II" (ISPRA Borsani, Farchi, 2011) definiscono valori soglia per rumori di natura sia impulsiva sia continua, in grado di provocare risposte comportamentali, danni temporanei o permanenti ai cetacei. Nel nostro caso individuiamo il valore soglia in grado di provocare le prime significative risposte comportamentali alla Tab. 7 delle Linee guida, che rappresenta la soglia minima maggiormente cautelativa. La tipologia di rumore a cui riferirsi è il rumore non impulsivo e la tabella riporta valori soglia di 100-110 dB per cetacei a bassa frequenza. Il livello di emissione del Terminale è intorno ai 98-100 dB, coincidente o inferiore al valore soglia. E' opportuno notare che per cetacei a media frequenza, quali sono i Tursiopi che frequentano l'area del Terminale, il valore soglia è di 110-120 dB, quindi superiore al livello di emissione del Terminale. Inoltre a tali frequenze è significativa l'attenuazione dovuta alla distanza, ed infatti si registrano valori di 60 dB già a 100 metri dal Terminale.

Per quanto riguarda il confronto con il documento di "Valutazione previsionale di impatto acustico subacqueo"(inviato con lettera OLT del 14/07/2010 con riferimento alla verifica di assoggettabilità alla VIA del 2010, con riferimento alle modifiche ingegneristiche apportate al terminale) redatto nella fase progettuale, lo stesso chiarisce a pagina 48 l'impossibilità di un rilievo puntuale delle singole sorgenti di rumore subacqueo, ed adotta quindi un'analisi basata sulla potenza complessiva installata, che appare fortemente cautelativa. La Tabella 4.3 a pagina 49 riporta una pressione acustica stimata di 148 dB re 1µPa @ 1 m (a 100m di distanza), mentre i livelli misurati, ascrivibili all'attività del Terminale, sono dell'ordine dei 60 dB re 1µPa @ 1m (alla stessa distanza). I livelli di rumore del Terminale in esercizio misurati sperimentalmente appaiono quindi notevolmente inferiori a quanto ipotizzato nell'analisi di progetto. Le misure di rumore ambientale eseguite per lo studio preliminare (pagina 37 e successive) riportano valori ben confrontabili con quelli rilevati nella successiva campagna di bianco B12. Si conferma un'elevata variabilità alle basse frequenze dovuta al traffico marittimo, la banda limitata a 8 kHz invece non permette confronti con le analisi compiute nel presente studio e con le frequenze più elevate (7-20 kHz) oggetto di interesse.

8 CONCLUSIONI

Il presente documento si riferisce allo studio dei potenziali impatti prodotti dal Terminale "FSRU Toscana" sull'ambiente marino circostante. Lo studio è stato condotto con un approccio multidisciplinare prendendo in considerazione sia il comparto biotico sia quello abiotico relativi alla colonna d'acqua e ai sedimenti ed è stato redatto sulla base del Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino predisposto da CIBM su incarico di OLT, in accordo con ISPRA (ex ICRAM), sulla base del quadro di riferimento progettuale e delle indicazioni contenute nelle prescrizioni n. 26 del Decreto VIA e n.7 del Provvedimento MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10. In particolare, la Prescrizione n°7 del Provvedimento del MATTM integrava quanto previsto nel primo Decreto VIA, come di seguito riportato:

"In accordo con ISPRA e con costi a carico del proponente, dovranno essere definiti ed attuati, prima dell'arrivo della nave-terminale (per definire l'ante operam) e durante tutto il periodo di funzionamento del terminale, i seguenti monitoraggi in mare con cadenza almeno trimestrale:

- a. misura delle componenti chimico-fisiche-biotiche su 4 punti a distanza di 100 m da terminale ad intervalli regolari su tutta la colonna d'acqua;*
- b. verifica delle biocenosi esistenti sul fondo del mare lungo due transetti ortogonali fino ad una distanza di almeno 200 m dal terminale e monitoraggio della loro evoluzione nel tempo;*
- c. misura del rumore in acqua su due profili perpendicolari dalla distanza di 100 m fino a una distanza di 5 km dal terminale sia durante il funzionamento normale che durante i periodi di massima rumorosità al fine di verificare quanto affermato nello studio ambientale preliminare;*
- d. verifica visiva della presenza/passaggio di cetacei fino ad una distanza di almeno un miglio dal terminale; verifica della presenza di cetacei tramite idrofoni posti su due transetti ortogonali a 5 e 10 km dal terminale;*
- e. verifica dell'eventuale risospensione dei sedimenti di fondo nei periodi considerati critici a causa del getto di acqua di riscaldamento emesso dalla nave."*

(omissis)

Di seguito è riportata la sintesi dei risultati ottenuti dal confronto interannuale tra l'estate 2014 (E-14) e il "Bianco" (B) condotto nell'estate 2012 e dai confronti stagionali. Infatti, per eliminare l'effetto stagionalità è possibile confrontare i dati del Bianco unicamente con quelli dell'estate 2014.

A. CONFRONTO INTERANNUALE (ESTATE 2014 – BIANCO 2012)

Dal confronto tra l'estate 2012 (Bianco) e la prima estate di esercizio del terminale (E14), si può concludere che non ci sono variazioni apprezzabili o comunque non imputabili alla presenza del Terminale.

B. CONFRONTO STAGIONALE

Dal confronto tra le stagioni, relative alla prima campagna di esercizio del Terminale, si evince che i cambiamenti temporali sono riconducibili alla naturale variabilità interstagionale e non imputabili alla presenza del Terminale

Con riferimento alle Prescrizioni n. 26 e n. 7, sopra menzionate, vengono qui discussi nel dettaglio i principali risultati ottenuti per i comparti ambientali indagati.

Colonna d'acqua

Per quanto riguarda l'indagine sulla colonna d'acqua, dallo studio emerge che il fattore dominante nel determinare le differenze osservate tra le diverse campagne è la variazione stagionale.

Infatti i principali parametri fisici, Temperatura e Salinità (e di conseguenza il Diagramma T/S), seguono l'andamento delle stagioni, analogamente a quanto osservato per l'ossigeno disciolto.

Il pH ed il Potenziale di ossido-riduzione (ORP), al contrario risultano scarsamente influenzati dal variare delle stagioni. Le loro limitate variazioni potrebbero essere legate alle condizioni locali prossime al Terminale, tuttavia non sono da escludere altre possibili cause legate a tale variabilità dato che valori di pH fuori dai range tipici dell'acqua di mare si sono riscontrati sia nelle vicinanze che lontano dal Terminale.

La torbidità, ha sempre esibito valori molti bassi ed indipendenti dalla presenza del Terminale.

I nutrienti esibiscono le concentrazioni più basse durante il periodo estivo e tendono ad aumentare in quello autunno-invernale per calare nuovamente nell'estate successiva. Rispetto alla fase di bianco non si osservano cambiamenti sostanziali. In particolare le concentrazioni azoto e fosforo non mostrano incrementi degni di nota.

Sono state invece evidenziate concentrazioni molto alte di silicato a 12,5 m di profondità nelle stazioni I14 MG5, I14 MG12, I14 MG13 campionate nella campagna invernale 2014. Altre particolarità (concentrazioni dei nitrati al limite della rilevabilità nella campagna P14, concentrazioni dei fosfati mediamente più alte in E14 rispetto al Bianco) appaiono al momento riferibili alla variabilità interannuale sia in relazione al maggiore o minore tasso di consumo nutritivo avvenuto rispetto al momento del campionamento (diminuzione nitrati) che in senso climatico (estate 2014 condizioni climatiche differenti rispetto all'estate 2012).

Il TSM (total suspended matter) esibisce una notevole variabilità sia nelle concentrazioni sia nella distribuzione batimetrica soprattutto relativamente agli strati superficiali 0,5-12,5 m. Tale variabilità è stata osservata sia fra stagioni (soprattutto nei campionamenti estivi) sia fra stazioni. Non si osservano, tuttavia, differenze sostanziali tra Bianco e E14.

Il POM (particulate organic matter) ha un andamento in parte assimilabile a quello del TSM (total suspended matter) e anch'esso mostra una variabilità simile. Dal confronto dei dati acquisiti nelle campagne di Bianco e E14 si osserva una diminuzione dei valori medi nelle stazioni vicine al Terminale, variazione non rilevata nella stazione MG10 situata ad 1 km da esso. Anche le percentuali di POM rispetto al totale TSM mostrano una diminuzione dal Bianco all'E14 in tutte le stazioni investigate. Queste differenze, rilevate da un unico confronto, possono essere al momento ricondotte alla variabilità stagionale interannuale.

La CDOM (Chromophoric Dissolved Organic Matter) mostra una dinamica stagionale simile in tutte le stazioni e in accordo con quella descritta in letteratura per il Mar Mediterraneo. I valori di assorbimento utilizzati come stima delle concentrazioni mostrano un trascurabile aumento nella campagna E14 rispetto al Bianco.

Anche la clorofilla *a* mostra un andamento stagionale e concentrazioni assolute in accordo con quanto riportato nella letteratura. Tutte le stazioni hanno comportamenti simili. Inoltre, anche dal confronto fra Bianco ed E14, non emergono differenze degne di nota, tranne la presenza di concentrazioni maggiori a 70 m di profondità in E14.

Le comunità fitoplanctoniche mostrano una variazione generale elevata riconducibile alla dinamica stagionale. Le comunità identificate nelle stazioni vicine al terminale non presentano caratteristiche peculiari, tranne una costante minore ricchezza specifica della componente microfitoplanctonica da retino limitatamente alla stazione MG13.

Anche i popolamenti zooplanctonici variano prevalentemente in accordo al periodo stagionale e non mostrano sostanzialmente cambiamenti riconducibili all'attività dell'FSRU. Nell'insieme non si osservano variazioni sostanziali nelle caratteristiche qualitative dei taxa dominanti che rimangono pressoché invariati nel tempo. Solo i copepodi oloplanctonici esibiscono variazioni quantitative e modificano nel tempo la loro distribuzione lungo il profilo batimetrico.

La componente a meroplancton mostra una modesta riduzione nel numero di gruppi tassonomici con la scomparsa di Caridei e Brachiuri a favore degli Anomuri, variazione non necessariamente legata alle attività del Terminale. Infine, la componente ittioplanctonica non evidenzia cambiamenti degni di nota.

Complessivamente non si registrano variazioni sostanziali delle concentrazioni dei contaminanti nella colonna d'acqua. Questo dato risulta coerente con le indagini condotte sui mitili nei quali non sono stati rilevati danni cellulari o fisiologici, né accumulo di contaminanti.

Dai test ecotossicologici effettuati su organismi appartenenti a diversi livelli della catena trofica della colonna d'acqua non emergono particolari criticità attribuibili alla presenza dell'FSRU. Sostanzialmente le fasi di esercizio I14 ed E14 confermano quanto osservato nella campagna di Bianco. In tutti i survey è stata osservata assenza totale di effetti sia nei saggi di tossicità acuta con i pesci (*D. labrax*) sia con i batteri bioluminescenti (*V. fischeri*). Similmente, il saggio di tossicità cronica effettuato con alghe unicellulari (*P. tricornutum*) ha mostrato assenza di tossicità della colonna d'acqua per l'intero periodo di studio, tranne un campione relativo alla campagna E14 in cui è stata osservata tossicità bassa. I risultati ottenuti con il saggio cronico di embriotossicità con *P. lividus* indicano tossicità cronica già nella campagna di Bianco, confermata nei survey successivi.

Sedimenti

L'indagine condotta sui sedimenti ha rilevato alcune variazioni nelle loro caratteristiche tessiturali. In particolare nelle stazioni prossime al Terminale, la componente ghiaiosa ha subito un decremento a vantaggio delle frazioni più fini. Tali cambiamenti, però, non hanno avuto effetti sulle concentrazioni dei contaminanti ricercati, sebbene essi tendano ad associarsi alla componente pelitica.

Per quanto riguarda i saggi ecotossicologici sui sedimenti, le analisi condotte hanno permesso di osservare un certo livello di tossicità cronica (saggi con *C. orientalis* e *P. lividus*, tossicità quantificabile da bassa a media) già nella fase di bianco; tale effetto si riconferma anche nella fase di esercizio E14. Queste osservazioni confermano la presenza, anche prima dell'installazione del Terminale, di tossici a basse concentrazioni potenzialmente capaci di produrre effetti su organismi molto sensibili. Il Terminale infatti è stato collocato in un'area interessata in passato dallo sversamento dei fanghi di dragaggio del Porto di Livorno.

Biota

Lo studio del benthos ha mostrato che la dinamica temporale delle comunità presenti nelle stazioni prossime al Terminale è differente da quelle delle altre stazioni. In particolare le stazioni prossime al Terminale mostrano, tra il bianco e l'estate 2014, una variazione maggiore rispetto a quella osservata per le altre stazioni. Per quanto concerne la meiofauna, invece, si assiste ad una riduzione generalizzata di questa componente bentonica dal Bianco alla fase di esercizio. Tuttavia, poiché la diminuzione delle densità risulta particolarmente accentuata nei siti lontani da Terminale (ad esempio MG9) e quindi verosimilmente meno influenzati da eventuali effetti stressogeni da esso generati, è più ragionevole ipotizzare che le variazioni osservate siano legate ad altre cause per come ad esempio alla possibile variabilità interannuale dei popolamenti. Lo studio dei popolamenti ittici non evidenzia effetti del Terminale su questa componente. Dalle analisi effettuate emerge un'elevata similarità tra le stazioni senza particolari differenze tra siti più vicini al terminale e quelli di controllo. Le principali differenze osservate sono legate alle dinamiche stagionali dei popolamenti. In aggiunta nell'intorno del Terminale non è stato evidenziato l'effetto FAD (Fish Aggregation Device); l'aumento dell'abbondanza di alcune specie indicatrici (quali ad esempio il gattuccio *S. canicula*) potrebbe essere invece imputabile all'interdizione della pesca nell'area circostante il Terminale.

Indagini generali

Per quanto riguarda il rumore, con riferimento al documento di "Valutazione previsionale di impatto acustico subacqueo" redatto nella fase progettuale (verifica esclusione VIA 2010), lo stesso chiarisce l'impossibilità di un rilievo puntuale delle singole sorgenti di rumore

subacqueo, ed adotta quindi un'analisi basata sulla potenza complessiva installata, approccio che appare fortemente cautelativo. In tale relazione sono riportati i valori di pressione acustica stimata di 148 dB re 1uPa @ 1 m mentre i livelli misurati, ascrivibili all'attività del Terminale, sono dell'ordine dei 60 dB re 1uPa @ 1m. I livelli di rumore del Terminale in esercizio misurati sperimentalmente appaiono quindi notevolmente inferiori a quanto ipotizzato nell'analisi di progetto e a quanto autorizzato con relativo Provvedimento VIA.

Le misure di rumore ambientale eseguite per lo studio preliminare riportano valori ben confrontabili con quelli rilevati nella successiva campagna di bianco B12. Si conferma un'elevata variabilità alle basse frequenze, dovuta al traffico marittimo, la banda limitata a 8 kHz, invece, non permette confronti con le analisi compiute nel presente studio e con le frequenze più elevate (7-20 kHz) oggetto di interesse.

Lo studio in essere ha consentito di individuare alcune frequenze nelle quali l'aumento del livello di rumore nell'area è riconducibile al Terminale e alle sue attività. Questa indagine non è inficiata dalla stagionalità in quanto le analisi vengono eseguite tenendo conto delle condizioni ambientali e delle caratteristiche di propagazione del suono presenti al momento della misura. In particolare sulla banda di frequenze larga circa 12 kHz e centrata intorno a tale frequenza, è stata individuata un'emissione valutabile intorno a 98-100 dB re 1uPa @ 1m. Se confrontiamo i valori medi misurati con il Terminale in esercizio alla distanza di 1000m con il livello di rumore a 12 kHz misurato nella campagna di Bianco 2012, quindi in condizioni meteo marine ottimali ed utilizzando il modello di propagazione Bellhop per calcolare l'attenuazione, possiamo ipotizzare che a circa 1300 m dal Terminale il livello di emissione dello stesso raggiunga il livello di rumore ambiente del mare (con mare calmo e senza vento) e quindi non sia più distinguibile.

Comunque tali valori emessi dal Terminale 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.

Per quanto riguarda gli avvistamenti occorre ricordare che la presenza dei pescatori rappresenta un forte richiamo per i mammiferi marini. Intorno all'FSRU la pesca è interdetta e pertanto la modesta riduzione di presenze dei cetacei, osservata rispetto alla fase di bianco, potrebbe essere correlabile anche a tale interdizione.

CONCLUSIONE GENERALE

I risultati delle Campagne oggetto della presente Relazione, permettono di asserire che non si sono verificate durante il primo anno di esercizio del Terminale, situazioni di rischio per la flora e la fauna marina.

9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- S.Nuti, D.Bedocchi, G.Giorli. Alimentazione opportunistica di *Tursiops truncatus* (Montagu 1826) in presenza di reti a strascico. (5° Convegno Nazionale per le Scienze del Mare CoNiSMA: Viareggio 14-18 Novembre 2006; Abstract 137).
- Nuti S., Gnone G., Bellingeri M., Tozzi S., Bedocchi D., Pannoncini R., Manfredi E.. Abundance estimate of *Tursiops truncatus* between La Spezia, Viareggio and M. di Pisa through photographic capture and recapture technique. (Adria Watch. Conference: Cetaceans, Sea turtles and Sharks of the Adriatic sea; Cattolica 27-28 october 2006; Atti 24-27).
- Gnone G., Nuti S., Bellingeri M., Pannoncini R., Bedocchi D.. Comportamento spaziale di *Tursiops truncatus* lungo la costa del Mar Ligure: risultati preliminari. *Spatial behaviour of Tursops truncatus along the Ligurian sea coast: preliminary results*. (XXXVII Congresso SIBM: Grosseto 5-10 giugno 2006; Atti Comitato Necton e Pesca 272-273).
- Nuti S., Giorli G., Bedocchi D. Analisi della distribuzione di *Tursiops truncatus* lungo le coste della Toscana settentrionale per mezzo di sistema Gis. *Range analysis of Tursiops truncatus along the north-tuscany coast by means of gis system*. (XXXVII Congresso SIBM: Grosseto 5-10 giugno 2006; Atti Comitato Necton e Pesca 281-282).