



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

**DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE**

**Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina**

---

**Diversità della meiofauna e stato trofico degli ecosistemi bentonici  
dell'area prospiciente l'ex stabilimento Montedison nel Sito di Interesse  
Nazionale (SIN) di Falconara M.ma (Mar Adriatico centrale)**

**Meiofauna diversity and trophic status of benthic ecosystems of the area  
facing the former Montedison plant in the Site of National Interest (SIN)  
in Falconara M.ma (central Adriatic Sea)**

Tesi di Laurea Magistrale di:  
Giulia Lucia

Relatore:  
Chiar.ma Prof.ssa  
Cinzia Corinaldesi

Correlatore:  
Dott.ssa  
Silvia Bianchelli

Sessione Autunnale  
Anno Accademico 2018 / 2019

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUZIONE</b>   | 1  |
| <i>1.1 I Siti di Interesse Nazionale (SIN) e il SIN di Falconara Marittima</i>                             | 1  |
| <i>1.2 Informazioni pregresse sull'area dell'ex Montedison e sulla porzione marina del SIN</i>             | 6  |
| <i>1.3 Valutazione del Good Environmental Status (GES) secondo la Marine Strategy Framework Directive</i>  | 7  |
| <i>1.4 Indicatori biologici</i>  | 9  |
| <i>1.5 Valutazione della biodiversità: la meiofauna (Descrittore 1)</i>                                    | 11 |
| <i>1.6 Stato trofico: composizione biochimica della materia organica come indicatore del Descrittore 5</i> | 13 |
| <i>1.7 Contaminanti chimici nei sedimenti marini (Descrittore 8)</i>                                       | 14 |
| <b>2. OBIETTIVI</b>  | 16 |
| <b>3. MATERIALI E METODI</b>   | 17 |
| <i>3.1 Area di studio</i>  | 17 |
| <i>3.2 Strategia e metodi di campionamento</i>   | 19 |
| <i>3.3 Analisi in laboratorio</i>  | 20 |
| <i>3.3.1 Meiofauna</i>   | 20 |
| <i>3.3.2 Concentrazione e composizione biochimica della materia organica nei sedimenti marini</i>          | 23 |
| <i>3.3.3 Granulometria</i>   | 25 |
| <i>3.3.4 Contaminanti nei sedimenti marini</i>   | 25 |
| <i>3.4 Elaborazione dei dati e analisi statistiche</i>   | 26 |
| <b>4. RISULTATI</b>  | 28 |
| <i>4.1 Meiofauna</i>   | 28 |
| <i>4.1.1 Abbondanza della meiofauna</i>  | 28 |
| <i>4.1.2 Biomassa della meiofauna</i>  | 29 |
| <i>4.1.3 Ricchezza dei taxa della meiofauna</i>  | 31 |

|  |    |
|--|----|
| <i>4.1.4 Composizione tassonomica della comunità meiobentonica</i>   | 34 |
| <b>4.2 Concentrazione e composizione biochimica della materia organica sedimentaria</b>                                | 41 |
| <i>4.2.1 Fitopigmenti</i>  | 42 |
| <i>4.2.2 Proteine, carboidrati, lipidi e carbonio biopolimerico</i>  | 44 |
| <i>4.2.3 Analisi multivariata della composizione biochimica del sedimento</i>  | 48 |
| <i>4.2.4 Qualità nutrizionale della materia organica sedimentaria</i>  | 50 |
| <b>4.3 Granulometria, temperatura e salinità al fondo</b>  | 54 |
| <b>4.4 Relazione tra composizione tassonomica della meiofauna, variabili ambientali e apporti organici sedimentari</b> | 55 |
| <b>4.5 Contaminanti</b>  | 57 |
| <i>4.5.1 Metalli</i>   | 57 |
| <i>4.5.2 Idrocarburi C&lt;12 e C&gt;12</i>   | 60 |
| <i>4.5.3 Carbonio organico totale (TOC)</i>  | 60 |
| <i>4.5.4 Idrocarburi policiclici aromatici</i>   | 61 |
| <i>4.5.5 Policlorobifenili</i>   | 62 |
| <b>4.6 Relazione tra composizione tassonomica della meiofauna e contaminanti</b>                                       | 63 |
| <b>5. DISCUSSIONE</b>  | 64 |
| <b>5.1 Qualità ambientale dell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison</b>                               | 64 |
| <b>6. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE</b>   | 71 |
| <b>7. BIBLIOGRAFIA</b>   | 74 |
| <b>8. ALLEGATI</b>   | 82 |

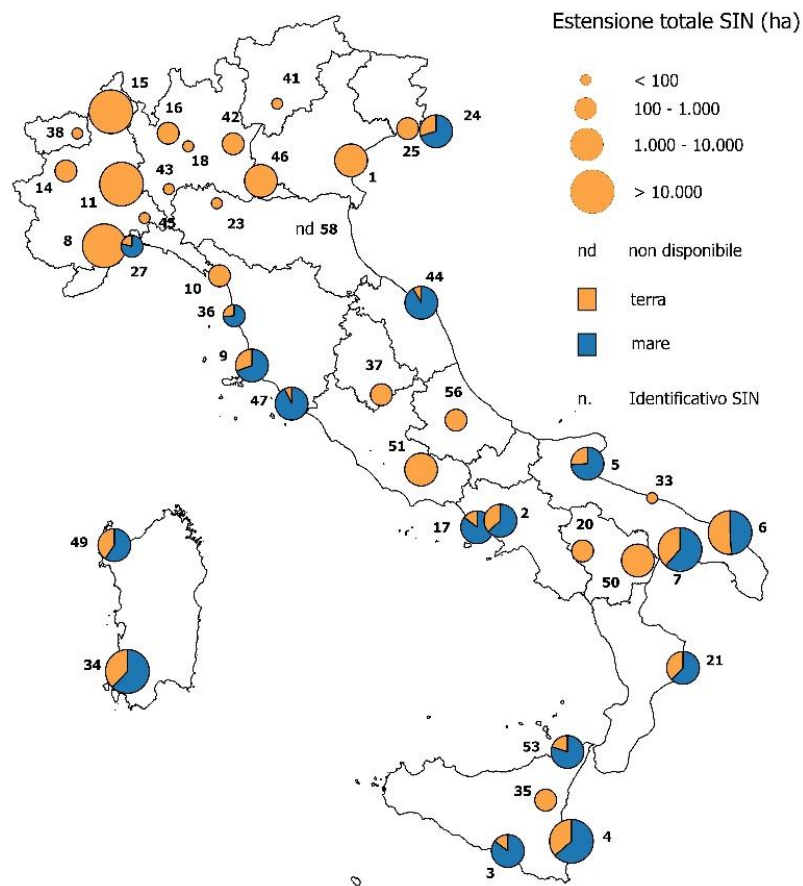
## 1. INTRODUZIONE

### *1.1 I Siti di Interesse Nazionale (SIN) e il SIN di Falconara Marittima*

Gli ecosistemi marini offrono dei beni e servizi essenziali ed importanti per la vita dell'uomo: la regolazione del clima, il ciclo dei nutrienti, la fornitura di sostanze e prodotti di consumo umano, sono solo alcuni esempi dell'immenso patrimonio che ci possono fornire mari e oceani (MEA, 2005). Le attività umane stanno minacciando e alterando direttamente e indirettamente la salute di questi ecosistemi (Lotze *et al.*, 2006; Halpern *et al.*, 2008). L'utilizzo indiscriminato del territorio, lo sviluppo urbano e industriale crescente, il sovrasfruttamento delle risorse e l'emissione, sempre maggiore, di contaminanti, nutrienti e sedimenti in ambiente naturale, sono responsabili dell'alterazione di molti habitat, specialmente nelle aree marine costiere (Vitousek *et al.*, 1997; Spalding *et al.*, 2014). Una testimonianza dello sfruttamento umano delle aree costiere, sia passato che presente, è la presenza, lungo le coste, di impianti e siti industriali dismessi (Loures, 2015) che possono risultare altamente pericolosi, sia per la salute umana sia per quella ambientale, per la presenza di contaminanti che persistono nel tempo. A tal proposito, il Ministero italiano dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha classificato diverse aree costiere italiane come Siti di Interesse Nazionale (SIN). La legislazione, infatti, riconosce come SIN le aree in cui l'inquinamento del suolo, del sottosuolo e delle acque superficiali o sotterranee è talmente esteso e grave da costituire un serio pericolo per la salute pubblica e per l'ambiente naturale (D.M. 25 ottobre 1999, n.471). I siti sono stati identificati e perimetrati dal Governo a partire dal 1998 attraverso diversi decreti legislativi, tra i quali il decreto legislativo n. 152 del 2006. I SIN solitamente corrispondono ad aree industriali dismesse o in attività, poli siderurgici, cave, discariche abusive e non, porti ed ex miniere. Il criterio di inclusione di un sito tra i SIN dipende soprattutto dal rischio sanitario che le condizioni del sito rappresentano per la popolazione (P.D.L. 2 maggio 2016, n 3797). Inoltre, si considerano quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, il rilievo dell'impatto

sull'ambiente circostante, in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.).

I siti d'interesse nazionale sono stati individuati con norme di varia natura e di regola perimetrati mediante decreto del MATTM, d'intesa con le regioni interessate. L'art. 36-bis della Legge 07 agosto 2012 n. 134 ha apportato delle modifiche ai criteri di individuazione dei SIN (Art. 252 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.). Sulla base di tali criteri è stata effettuata una ricognizione dei 57 siti classificati di interesse nazionale e, con il D.M. 11 gennaio 2013, il numero dei SIN è stato ridotto a 39. La competenza amministrativa sui 18 siti che non soddisfano i nuovi criteri è passata alle rispettive regioni. Uno di questi (area del territorio del Bacino del Fiume Sacco) è stato re-inserito tra i SIN nel 2014; è stato, inoltre, individuato e perimetrato un nuovo SIN (Officina Grande Riparazione ETR di Bologna) nel 2017. L'ISPRA nell'edizione 2018 de "I siti contaminati di interesse nazionale" riporta che il numero complessivo dei SIN è stato aggiornato a 41 (Tabella 1 e Figura 1) (fonte sito web annuario ISPRAAmbiente).



**Figura 1** Localizzazione e classi di superficie totale dei Siti di Interesse Nazionale (al 2018). L’identificativo numerico dei SIN riportato in figura è lo stesso utilizzato nella tabella 1 e rappresenta l’ordine di individuazione dei SIN (fonte sito web annuario ISPRAAmbiente).

Tra i siti che rimangono di interesse nazionale, è presente quello che ricade nel comune di Falconara Marittima (provincia di Ancona, Regione Marche), che è stato istituito con la legge 179 del 31 luglio 2002, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 189 del 13 agosto 2002. La perimetrazione del sito è stata successivamente definita con Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 26 febbraio 2003 “Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Falconara Marittima” e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 83 del 27 maggio 2003 (fonte sito web ARPAM). La superficie complessiva di questo SIN, che si estende dall’API Raffineria di Ancona

S.p.A all'ex stabilimento Montedison, ricopre una superficie pari a circa 1200 ettari che comprendono sia l'area terrestre che marina prospiciente (Tabella 1) (fonte sito web ARPAM).

Questo SIN ricade all'interno dell'AERCA (Area ad Elevato Rischio di Crisi Ambientale) dichiarata con delibera n. 305 del Consiglio Regionale delle Marche del primo marzo 2000. Il tratto di mare compreso nell'AERCA è inserito in un complesso contesto geografico su cui incidono una serie di criticità ambientali che dipendono da un lato da fattori ambientali naturali connessi alla sua localizzazione e dall'altro da fattori antropici diretti (fonte sito web ARPAM). I primi sono dovuti a fenomeni di instabilità della zona collinare esposta verso il mare e da fenomeni di esondazioni ed inondazioni legati allo stato del fiume Esino e dei suoi affluenti. I secondi dipendono sia dalla forte densità abitativa che caratterizza tutta la linea litoranea, sia dalla presenza di insediamenti produttivi e commerciali che accrescono le pressioni ambientali (fonte sito web ARPAM). Una delle aree soggette a maggior criticità è quella occupata dall'ex industria chimica Montedison che occupa una superficie di circa 20 ettari. Dal 1919 al 1990, questo polo industriale si è dedicato alla produzione di concimi fosfatici dove veniva trattata la fosforite con acido solforico (quest'ultimo era prodotto dall'arrostimento della pirite o da pannelli di zolfo). Nel tempo sono stati depositati nel terreno grandi quantità di rifiuti e scorie di lavorazione in particolare riconducibili a ceneri di pirite e residui fosfatici, determinando l'accumulo, col tempo, di inquinanti come arsenico, piombo, mercurio, rame, cadmio oltre a solfati, fluoruri e fosfati (Decreto 28 novembre 2006, n. 308). Il D.M. 25 ottobre 1999, n.471, prevede misure di sicurezza del sito, quali interventi e specifici controlli, necessari per impedire danni alla salute pubblica o ambientale derivanti dai livelli di concentrazione residui degli inquinanti. Nel SIN di Falconara Marittima sono limitate le attività umane che riguardano sia la porzione terrestre che marina. In particolare, vi sono restrizioni alla balneazione, all'accesso nella spiaggia e alla navigazione.

**Tabella 1** Siti di Interesse Nazionale (al 2018) - Riferimenti normativi ed estensione. (Elaborazione ISPRA su dati Gazzetta Ufficiale, MATTM e ISTAT).

| Regione/<br>Provincia<br>autonoma | Identificativo<br>Sito | Denominazione Sito                                       | Riferimento<br>normativo di<br>individuazione | Riferimento normativo di perimetrazione   | Estensione    |                | Superficie Regione/<br>Provincia autonoma<br>(ha) |
|-----------------------------------|------------------------|--|---|---|---------------|----------------|---|
|                                   |                        |  |   |   | Mare          | Terra<br>(ha)  |   |
| Piemonte                          | 11                     | Casal Monferrato   | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 43 del 22/02/2000)  | -             | 73,895         | 2,538,707   |
|                                   | 14                     | Balangero  | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 41 del 19/02/2000)  | -             | 314            |   |
|                                   | 15                     | Pieve Vergonte   | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 46 del 25/02/2000)  | -             | 15,687         |   |
|                                   | 45                     | Serravalle Scrivia                                       | L. 179/2002                                   | D.M. 07/02/2003 (G.U. 86 del 12/04/2003)  | -             | 74             |   |
| Valle d'Aosta                     | 38                     | Emaese   | D.M. 468/2001                                 | D.M. 26/11/2002 (G.U. 20 del 25/01/2003)<br>D.M. 06/10/2006 (G.U. 20 del 25/01/2007)<br>D.M. 20/06/2016 (G.U. 162 del 13/07/2016)   | -             | 23             | 326,090   |
| Lombardia                         | 16                     | Sesto San Giovanni                                       | L. 388/2000                                   | D.M. 31/08/2001 (G.U. 250 del 26/10/2001)   | -             | 255            | 2,386,365   |
|                                   | 18                     | Pioltello – Rodano                                       | L. 388/2000                                   | D.M. 31/08/2001 (G.U. 252 del 29/10/2001)   | -             | 85             |   |
|                                   | 42                     | Brescia – Caffaro  | L. 179/2002                                   | D.M. 24/02/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)   | -             | 262            |   |
|                                   | 46                     | Lagnani di Mantova e Polo<br>di Mantova                  | L. 179/2002                                   | D.M. 07/02/2003 (G.U. 86 del 12/04/2003)  | -             | 1,027          |   |
|                                   | 43                     | Broni  | L. 179/2002                                   | D.M. 26/11/2002 (G.U. 23 del 29/01/2003)  | -             | 14             |   |
| Trento                            | 41                     | Trento nord  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 08/07/2002 (G.U. 232 del 03/10/2002)   | -             | 24             | 620,712   |
| Veneto                            | 1                      | Venezia (Porto Marghera)                                 | L. 426/1998                                   | D.M. 23/02/2000 (G.U. 52 del 03/03/2000)<br>D.M. 24/04/2013 (G.U. 111 del 14/05/2013)<br>D.M. 22/12/2016 (G.U. 28 del 03/02/2017)   | -             | 1,618          | 1,840,742   |
| Friuli Venezia<br>Giulia          | 24                     | Trieste  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 24/02/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)   | 1,196         | 506            | 786,230   |
|                                   | 25                     | Caffaro di Torviscosa (già<br>Laguna di Grado e Marano ) | D.M. 468/2001                                 | D.M. 24/02/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)<br>D.M. 12/12/2012 (G.U.2 del 03/01/2013)<br>D.M. 31/03/2017 (G.U. 110 del 13/05/2017)  | -             | 201            |   |
| Liguria                           | 8                      | Cengio e Saliceto  | L. 426/1998                                   | D.M. 20/10/1999 (G.U. 303 del 28/12/1999)   | -             | 22,249         | 541,621   |
|                                   | 27                     | Cogoleto - Stoppani                                      | D.M. 468/2001                                 | D.M. 08/07/2002 (G.U. 230 del 01/10/2002)   | 167           | 45             |   |
| Emilia Romagna                    | 23                     | Fidenza  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 16/10/2002 (G.U. 286 del 06/12/2002)   | -             | 25             | 2,245,278   |
|                                   | 58                     | Officina Grande Riparazione<br>ETR Bologna               | L. 205/2017                                   |   | -             | nd             |   |
| Toscana                           | 9                      | Piombino   | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 46 del 25/02/2000)<br>D.M. 07/04/2006 (G.U. 147 del 27/06/2006)   | 2,117         | 931            | 2,298,704   |
|                                   | 10                     | Massa e Carrara  | L. 426/1998                                   | D.M. 21/12/1999 (G.U. 25 del 01/02/2000)<br>D.M. 29/10/2013 (G.U. 274 del 22/11/2013)   | -             | 116            |   |
|                                   | 36                     | Livorno  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 24/02/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)<br>D.M. 22/05/2014 (G.U. 163 del 16/07/2014)  | 577           | 206            |   |
|                                   | 47                     | Orbetello Area ex-Sitoco                                 | L. 179/2002                                   | D.M. 02/12/2002 (G.U. 72 del 27/03/2003)<br>D.M. 26/11/2007 (G.U. 46 del 23/02/2008)<br>O.P.C.M. 3841 del 19/01/2010 (G.U. 20 del 26/01/2010)   | 2,645         | 204            |   |
| Umbria                            | 37                     | Terni - Papigno  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 08/07/2002 (G.U. 234 del 05/10/2002)   | -             | 655            | 846,433   |
| Marche                            | 44                     | Falconara Marittima                                      | L. 179/2002                                   | D.M. 26/02/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)   | 1,165         | 108            | 940,138   |
| Lazio                             | 51                     | Bacino del Fiume Sacco                                   | L. 248/2005                                   | D.M. 31/01/2008 (G.U. 100 del 29/04/2008)<br>D.M. 22/11/2016 (G.U. 293 del 16/12/2016)  | -             | 7,235          | 1,723,229   |
| Abruzzo                           | 56                     | Bussi sul Tirino   | D.M. 28/05/2008                               | D.M. 29/05/2008 (G.U. 172 del 24/07/2008)<br>D.M. 10/08/2016 (G.U. 204 del 01/09/2016)  | -             | 232            | 1,083,184   |
| Campania                          | 2                      | Napoli Orientale   | L. 426/1998                                   | O. C. 29/12/1999 (G.U. 56 del 08/03/2000)   | 1,433         | 834            | 1,367,095   |
|                                   | 17                     | Napoli Bagnoli – Coroglio                                | L. 388/2000                                   | D.M. 31/08/2001 (G.U. 250 del 26/10/2001)<br>D.M. 08/08/2014 (G.U. 195 del 23/08/2014)  | 1,453         | 249            |   |
| Puglia                            | 5                      | Manfredonia  | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 47 del 26/02/2000)  | 855           | 303            | 1,954,090   |
|                                   | 6                      | Brindisi   | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 43 del 22/02/2000)  | 5,597         | 5,851          |   |
|                                   | 7                      | Taranto  | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 45 del 24/02/2000)  | 7,006         | 4,383          |   |
|                                   | 33                     | Bari - Fibronit  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 08/07/2002 (G.U. 230 del 01/10/2002)   | -             | 15             |   |
| Basilicata                        | 20                     | Tito   | D.M. 468/2001                                 | D.M. 08/07/2002 (G.U. 231 del 02/10/2002)   | -             | 315            | 1,007,332   |
|                                   | 50                     | Aree industriali della via<br>Bassano                    | L. 179/2002                                   | D.M. 26/02/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)   | -             | 3,330          |   |
| Calabria                          | 21                     | Crotone – Cassano – Cerchiara                            | D.M. 468/2001                                 | D.M. 26/11/2002 (G.U. 17 del 22/01/2003)<br>D.M. 09/11/2017 (G.U. 281 del 01/12/2017)   | 1,448         | 884            | 1,522,190   |
| Sicilia                           | 3                      | Gela   | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 44 del 23/02/2000)  | 4,583         | 795            | 2,583,239   |
|                                   | 4                      | Priolo   | L. 426/1998                                   | D.M. 10/01/2000 (G.U. 44 del 23/02/2000)<br>D.M. 10/03/2006 (G.U. 113 del 17/05/2006)   | 10,129        | 5,814          |   |
|                                   | 35                     | Biancavilla  | D.M. 468/2001                                 | D.M. 18/07/2002 (G.U. 231 del 02/10/2002)   | -             | 330            |   |
|                                   | 53                     | Milazzo  | L. 266/2005                                   | D.M. 11/08/2006 (G.U. 256 del 03/11/2006)   | 2,198         | 549            |   |
| Sardegna                          | 34                     | Sulcis – Iglesiente – Guspinese                          | D.M. 468/2001                                 | D.M. 12/03/2003 (S.O. alla G.U. 121 del 27/05/2003)<br>Deliberazione Giunta Regione Sardegna n. 27/13 del<br>01/06/2011 (BURAS 05/07/2011)<br>D.M. 28/10/2016 (G.U. 267 del 15/11/2016) | 32,416        | 19,751         | 2,410,002   |
|                                   | 49                     | Aree industriali di Porto Torres                         | L. 179/2002                                   | D.M. 07/02/2003 (G.U. 94 del 23/04/2003)<br>D.M. 03/08/2005 (G.U. 219 del 20/09/2005)<br>D.M. 21/07/2016 (G.U. 191 del 17/08/2016)  | 2,748         | 1,874          |   |
| <b>Totale</b>                     |                        |  |   |   | <b>77,733</b> | <b>171,268</b> | <b>30,207,280</b>                                 |



## ***1.2 Informazioni pregresse sull'area dell'ex Montedison e sulla porzione marina del SIN***

Le prime analisi effettuate per determinare il grado di contaminazione dell'area dell'ex Montedison, sono state svolte nella porzione terrestre, in particolare entro il perimetro dell'ex stabilimento e nella porzione di spiaggia antistante. Una perizia effettuata nel biennio 2001-2002 rileva concentrazioni oltre i limiti di legge (D.M. 471/99.) di diversi metalli pesanti come arsenico, piombo, mercurio, rame e zinco nei sedimenti carotati e di ferro, manganese e piombo, insieme a solfati nelle acque sotterranee (Biancani, 2002).

Per quanto riguarda la porzione marina prospiciente l'ex stabilimento, non esistono o non sono reperibili nella letteratura scientifica/tecnica nazionale o internazionale dati riguardanti il grado di contaminazione. Le uniche analisi disponibili ad oggi sono state fornite dall'ARPAM durante le consuete analisi di monitoraggio della costa marchigiana, ma che non riguardano l'area, oggetto di studio di questa tesi. In particolare, sono presenti alcuni dati, riguardanti una piccola porzione del SIN limitrofa all'area dell'ex Montedison, reperibili in tre studi: "Analisi ambientali finalizzate alla redazione del Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere" del 2003, "Relazione sullo stato di qualità dei corpi idrici marino-costieri del triennio 2010-2012" e "Relazione triennale (2013-2015) sulla qualità dei corpi idrici marino-costieri". Lo studio "Analisi ambientali finalizzate alla redazione del Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere" si è focalizzato su analisi microbiologiche, saggi biologici, analisi chimiche (contaminanti inorganici ed organici) e analisi granulometriche. Gli altri due studi (svolti secondo i principi della Direttiva Quadro 60/2000 e ai sensi del D.M.260/2010) hanno valutato lo stato ambientale dei corpi idrici, mediante analisi degli elementi di qualità biologica, chimica e chimico-fisica e determinato lo stato chimico mediante ricerca e quantificazione delle sostanze pericolose prioritarie indicate a livello comunitario. I risultati delle analisi chimiche di tutti questi progetti non hanno evidenziato criticità di contaminazione.

### ***1.3 Valutazione del Good Environmental Status (GES) secondo la Marine Strategy Framework Directive***

La *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD) è stata emanata il 17 giugno 2008 dal Parlamento Europeo e dal Consiglio dell'Unione Europea (fonte sito web ISPRAAmbiente; MSFD, 2008/56/CE). Questa Direttiva pone come obiettivo agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 il *buono stato ambientale* (Good Environmental Status, GES) degli ecosistemi dei mari europei. Il GES viene definito come *“stato ambientale delle acque marine tale per cui queste preservano la diversità ecologica e la vitalità di mari, affinché siano puliti, sani e produttivi nelle proprie condizioni intrinseche e l'utilizzo dell'ambiente marino resta ad un livello sostenibile, salvaguardando in tal modo il potenziale per gli usi e le attività delle generazioni presenti e future”* (MSFD, 2008/56/CE). Ogni Stato deve, quindi, elaborare una strategia marina che possa caratterizzare le condizioni “di salute” dei mari sotto la propria giurisdizione, in particolare deve provvedere ad una valutazione iniziale dello stato ambientale, definirne il buono stato ambientale, individuare i traguardi ambientali e istituire programmi di monitoraggio. La MSFD prevede l'utilizzo di un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, assicurando che la pressione collettiva di tali attività sia mantenuta entro livelli compatibili con il conseguimento di un buono stato ambientale e che la capacità degli ecosistemi marini di reagire ai cambiamenti indotti dall'uomo non sia compromessa, consentendo nel contempo l'uso sostenibile dei beni e dei servizi marini da parte delle generazioni presenti e future (MSFD, 2008/56/CE). L'approccio ecosistemico è una strategia per la gestione integrata della terra, dell'acqua e delle risorse viventi, promuovendone la conservazione e l'uso sostenibile in modo giusto ed equo. Questo approccio applica metodologie scientifiche appropriate focalizzate su diversi livelli di organizzazione biologica, in particolare le strutture, i processi, le funzioni e le interazioni tra gli organismi e il loro ambiente. Riconosce, inoltre, che le popolazioni umane, con le loro diversità culturali, sono parte integrante di molti ecosistemi (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004).

L'*environmental status*, o stato ambientale secondo la traduzione italiana, viene definito come “*stato generale dell’ambiente nelle acque marine, tenuto conto della struttura, della funzione e dei processi degli ecosistemi marini che lo compongono, nonché dei fattori fisiografici, geografici, biologici, geologici e climatici naturali e delle condizioni fisiche, acustiche e chimiche, comprese quelle risultanti dalle attività umane all’interno o all’esterno della zona considerata*” (MSFD, 2008/56/CE).

Lo stato ambientale viene valutato utilizzando gli 11 descrittori della MSFD definiti dalla Decisione 477/2010/EU del primo settembre 2010 della Commissione Europea, che ha anche provveduto a fornire criteri e standard metodologici che consentano di attribuire un valore quantitativo e misurabile ai descrittori (fonte sito web ISPRAAmbiente).

Le definizioni degli 11 descrittori, presenti nella Direttiva del 17 giugno 2008, sono:

**Descrittore 1:** La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l’abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche.

**Descrittore 2:** Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi.

**Descrittore 3:** Le popolazioni di tutti i pesci e molluschi sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock.

**Descrittore 4:** Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l’abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.

**Descrittore 5:** È ridotta al minimo l'eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, proliferazione dannosa di alghe e carenza di ossigeno nelle acque di fondo.

**Descrittore 6:** L'integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che le strutture e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito danni.

**Descrittore 7:** La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini.

**Descrittore 8:** Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti.

**Descrittore 9:** I contaminanti presenti nei pesci e in altri frutti di mare destinati al consumo umano non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti.

**Descrittore 10:** Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino.

**Descrittore 11:** L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino.

#### ***1.4 Indicatori biologici***

La valutazione dello stato ambientale di un ecosistema deve tenere conto degli effetti cumulativi di impatti e pressioni ambientali. La pressione è descritta come un cambiamento delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche di un ambiente dovuto ad attività antropogeniche (SEC (2011) 1255 final). L'impatto, invece, si genera quando la pressione, a diversi livelli di intensità, altera la struttura e le funzionalità di un ecosistema. Il grado di impatto dipende, quindi, da vari fattori

come l'intensità e la distribuzione spazio-temporale di una pressione e la sensibilità che i componenti dell'ecosistema hanno a tale pressione (SEC (2011) 1255 final). La MSFD prevede, per ciascuno degli 11 descrittori, l'utilizzo di indicatori di stato, pressione ed impatto che permettano di monitorare e valutare lo stato degli ambienti marini e di gestire le attività umane che impattano su di essi (SEC (2011) 1255 final). Questi indicatori sono di natura fisica, chimica e biologica e appartengono sia al comparto planctonico che bentonico. Nelle consuete analisi di monitoraggio dell'ambiente marino, effettuate da enti pubblici e di ricerca ed aziende specializzate, sta sempre più prendendo piede un approccio integrato che sfrutti sia i sedimenti marini che la colonna d'acqua per valutare il rischio ambientale (Dell'Anno *et al.*, 2002; Pusceddu *et al.*, 2009). Negli ecosistemi costieri, dove vi è un forte legame tra i due compartimenti, questo tipo di analisi diventa essenziale. I sedimenti marini, infatti, possono essere considerati una sorta di "registratori" dei processi biologici che avvengono nella colonna d'acqua sovrastante (Dell'Anno *et al.*, 2002). Per questo motivo, in questo lavoro di tesi, sono state svolte analisi su diverse variabili e parametri bentonici, che possono essere considerati indicatori di alcuni dei descrittori della MSFD: abbondanza, diversità e ricchezza tassonomica della meiofauna; quantità e composizione biochimica della materia organica; concentrazione dei contaminanti chimici. Si è scelto di considerare questi indicatori perché, sebbene non utilizzati nei monitoraggi per la Strategia Marina, sono ampiamente utilizzati in studi di monitoraggio e caratterizzazione di ambienti sottoposti a impatti antropici di varia natura (Dell'Anno *et al.*, 2002; Pusceddu *et al.*, 2009, 2011; Zeppilli *et al.*, 2015). Diversi studi, inoltre, hanno suggerito di analizzare e correlare queste variabili e parametri per poter delineare un quadro completo delle condizioni "di salute" di un ecosistema (Moreno *et al.*, 2008; Pusceddu *et al.*, 2011; Bianchelli *et al.*, 2016; Franzo *et al.*, 2016).

### ***1.5 Valutazione della biodiversità: la meiofauna (Descrittore 1)***

Il termine meiofauna (Mare, 1942) indica un gruppo di metazoi compresi tra i 20 µm ed 1 mm (Danovaro, 2010), che vivono a stretto contatto col substrato, mostrando adattamenti morfologici e funzionali in relazione alla tipologia e alle caratteristiche del sedimento (Danovaro *et al.*, 2004). È una componente del biota marino molto diversificata: 24 dei 35 Phyla animali finora conosciuti hanno rappresentanti nella meiofauna (Giere, 2009), inoltre è il gruppo più abbondante di metazoi del benthos marino (densità media pari a  $10^5$ - $10^6$  individui per m<sup>2</sup>) (Danovaro *et al.*, 2004).

La meiofauna, negli ultimi anni, sta acquistando sempre maggiore rilevanza negli studi ecologici. Ciò è dovuto, principalmente, ad alcune sue caratteristiche ecologiche, come la forte sensibilità alle perturbazioni ambientali, l'elevata abbondanza e biomassa, il breve ciclo vitale con tempo di *turnover* rapido e l'assenza di forme larvali planctoniche (Danovaro *et al.*, 2004). Inoltre, riveste un ruolo centrale nel *turnover* della materia organica, entrando a far parte della “*small food web*”, ed è il collegamento con i livelli trofici superiori (ad esempio con la macrofauna, piccoli pesci e giovanili di pesci più grandi) (Chardy e Dauvin, 1992; Giere, 2009).

Al contempo, negli ultimi anni la meiofauna sta acquisendo sempre maggiore importanza come strumento per valutare l'impatto antropico e lo stato di qualità ambientale (Environmental Quality Status, EQS) di differenti ecosistemi marini (Alves *et al.*, 2013; Zeppilli *et al.*, 2015; Bianchelli *et al.*, 2016, 2018; Santos *et al.*, 2018). A testimonianza di ciò, sono presenti in letteratura, diversi esempi in cui sono stati presi in considerazione indici ecologici, calcolati sulla base dell'abbondanza e ricchezza tassonomica della meiofauna. Alcuni esempi sono: Danovaro *et al.* (2004) propongono la ricchezza di taxa per classificare la qualità dell'ambiente (forte impatto con  $\leq 4$  taxa, impatto moderato da 4 a 8 taxa, condizioni ambientali sufficienti da 8 a 12 taxa, condizioni ambientali buone da 12 a 16 taxa e condizioni ambientali ottime con  $\geq 16$  taxa). Raffaelli e Mason (1981) hanno proposto di utilizzare il rapporto Nematodi/Copepodi (Ne/Co) come strumento per monitorare l'inquinamento organico (non impattato:  $Ne/Co \leq 10$ ; arricchimento organico:  $20 \leq$

Ne/Co  $\leq$  100; inquinamento Ne/Co  $>$  100). È da sottolineare, però, che questo rapporto può essere influenzato da variabili ambientali, quali granulometria, materia organica e ossigeno disciolto; occorre quindi integrare tali variabili con il rapporto Ne/Co, per poter determinare il grado di disturbo antropogenico (Sun *et al.*, 2015). Gli indici di Shannon-Weaver e Pielou per valutare lo stato di qualità ambientale (Semprucci *et al.*, 2016, 2019) o il grado di inquinamento da idrocarburi (Moreno *et al.*, 2008). Mirto *et al.* (2012) e Dal Zotto *et al.* (2016), propongono il rapporto Nematodi/Chinorinchi (Ne/Ki) come indice per valutare l'arricchimento organico di natura antropogenica (sito impattato:  $130 \leq$  Ne/Ki  $\leq$  180 e sito non impattato  $20 \leq$  Ne/Ki  $\leq$  50).

La meiofauna è fondamentale per capire la struttura e le funzioni delle comunità marine e può essere usata come *proxy* per le risposte di tali comunità ai cambiamenti ambientali. Risulta essere un buon indicatore di impatti antropici riflettendone cambiamenti spaziali e temporali (Zeppilli *et al.*, 2015).

La valutazione dello stato ambientale di un ecosistema può basarsi su diversi parametri della meiofauna come abbondanza e biodiversità, che viene stimata attraverso la ricchezza tassonomica (numero di taxa presenti in un ambiente), come indicato dalla definizione del Descrittore 1 della MSFD: “La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche” (fonte sito web ISPRAAmbiente).

È difficile, però, interpretare correttamente le risposte della meiofauna senza considerare i fattori abiotici. Diviene necessario infatti considerare anche parametri ambientali, quali quantità e qualità della materia organica e granulometria del sedimento, per considerare la meiofauna un valido strumento nella ricerca di disturbi antropogenici (Zeppilli *et al.*, 2015) e un importante indicatore di stato ambientale.

## ***1.6 Stato trofico: composizione biochimica della materia organica come indicatore del Descrittore 5***

La Decisione 2010/477/UE richiede, per il Descrittore 5 “Eutrofizzazione”, che sia ridotta al minimo l’eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdita di biodiversità, degrado dell’ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo. La Decisione prevede che l’eutrofizzazione delle acque marine sia valutata tenendo conto sia delle acque costiere che di transizione ai sensi della direttiva 2000/60/CE. Occorre, anche garantire la comparabilità dei dati ottenuti, considerando le informazioni e le conoscenze accumulate e gli approcci elaborati nell’ambito delle convenzioni marittime regionali. La valutazione deve combinare le informazioni relative ai livelli di nutrienti e quelle relative a una serie di effetti primari e secondari pertinenti dal punto di vista ecologico (fonte sito web ISPRAAmbiente).

L’eutrofizzazione costiera è definita come un aumento della concentrazione dei nutrienti inorganici che causa un incremento della produzione primaria dell’ecosistema. È un fenomeno ampiamente diffuso ed è associato all’utilizzo antropico della zona costiera (Cloern, 2001). Infatti, oltre ad episodi naturali, dovuti a caratteristiche geomorfologiche della costa, spesso le cause principali di eutrofizzazione sono da ascrivere all’introduzione di nutrienti organici e inorganici derivanti da attività umane (de Jonge *et al.*, 2002).

I criteri e gli indicatori utilizzati per valutare lo stato trofico di un ecosistema costiero sono, storicamente, basati su campionamenti e misurazioni di parametri della colonna d’acqua (Coelho *et al.*, 2007; Vollenweider *et al.*, 1998). Tuttavia, diversi studi (Dell’Anno *et al.*, 2002; Vassallo *et al.*, 2006; Pusceddu *et al.*, 2009, 2011; Bianchelli *et al.*, 2016; Franzo *et al.*, 2016), hanno dimostrato l’importanza del comparto bentonico nella valutazione dello stato trofico di ecosistemi a bassa profondità, come quello costiero. I risultati mostrano che la quantità e la composizione biochimica (proteine, carboidrati, lipidi e pigmenti fotosintetici) della materia organica sedimentaria possono essere considerate come descrittori dello stato trofico bentonico e dell’eutrofizzazione dei sedimenti



marini costieri. In particolare, sono state proposte due classificazioni dello stato trofico bentonico che utilizzano variabili biochimiche differenti. Dell'Anno *et al.* (2002) utilizzano le concentrazioni di proteine e carboidrati, definendo sistemi ipertrofici (concentrazione di proteine  $> 4 \text{ mg g}^{-1}$  e di carboidrati  $> 7 \text{ mg g}^{-1}$ ), eutrofici (proteine da  $1.5$  a  $4 \text{ mg g}^{-1}$  e carboidrati da  $5$  a  $7 \text{ mg g}^{-1}$ ) e meso-oligotrofici (proteine  $< 1.5 \text{ mg g}^{-1}$  e carboidrati  $< 5 \text{ mg g}^{-1}$ ). Pusceddu *et al.* (2009, 2011) propongono di servirsi delle concentrazioni di carbonio biopolimerico (BPC) (Pusceddu *et al.*, 2000) e della frazione algale, classificando sistemi eutrofici (BPC  $> 3 \text{ mgC g}^{-1}$  e frazione algale  $< 12\%$ ), mesotrofici (BPC da  $1$  a  $3 \text{ mgC g}^{-1}$  e frazione algale da  $12$  a  $25\%$ ) e oligotrofici (BPC  $< 1 \text{ mgC g}^{-1}$  e frazione algale  $> 25\%$ ).

Questi nuovi metodi di caratterizzazione delle condizioni trofiche di un sistema sono ampiamente utilizzati come indicatori del Descrittore 5 della MSFD (Bianchelli *et al.*, 2016, 2019).

### ***1.7 Contaminanti chimici nei sedimenti marini (Descrittore 8)***

La contaminazione indica l'introduzione nelle matrici ambientali (acqua, aria, suolo) di una qualsiasi sostanza, composto o agente (di natura fisica, chimica, biologica o radioattiva) in concentrazioni che rendono la matrice non idonea al suo utilizzo, effettivo o potenziale (APAT, Manuali e linee guida 43/2006). Inoltre, ci possono essere conseguenze negative per tutti i tipi di ecosistemi interessati dalla contaminazione. Le sorgenti possono essere molteplici, quelle più comuni sono derivate dalle attività umane (es. processi industriali, scarichi urbani, incidenti) o da processi naturali legati a fattori geologici, chimici, fisici e biologici (APAT, Manuali e linee guida 43/2006). È importante localizzare la fonte di contaminazione che può essere puntiforme o diffusa. La prima può dipendere da attività industriali, minerarie, dalla presenza di discariche, ecc. e può essere generata sia durante il periodo di funzionamento che dopo la chiusura dell'attività; la seconda è in genere associata a fenomeni che hanno un impatto areale rilevante, quali la deposizione atmosferica, determinate pratiche agricole ed inadeguate operazioni di trattamento di acque reflue. Per valutare

l'impatto potenziale dei contaminanti, è necessario determinarne la concentrazione, considerando i livelli basali che possono derivare da condizioni geologiche particolari di un'area, e gli effetti che si possono manifestare nel biota, soprattutto riguardanti la salute umana (APAT, Manuali e linee guida 43/2006). Il Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 e Decreto Ministeriale n.173 del 15 luglio 2016 hanno fissato le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) che rappresentano le concentrazioni limite al di sopra del quale si ritiene necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica. Questi parametri vengono considerati anche dalla MSFD nel Descrittore 8: "Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti". Per quanto riguarda la concentrazione, la Direttiva prevede che questa venga misurata nella matrice pertinente (biota, sedimento o acqua) in modo da garantire la comparabilità con le valutazioni effettuate ai sensi della direttiva 2000/60/CE. Gli effetti dei contaminanti sono da valutare sui componenti dell'ecosistema, tenendo conto dei processi biologici selezionati e dei gruppi tassonomici nei quali è stata individuata una relazione di causa/effetto, dovuta al contaminante esaminato, che deve essere monitorata. Inoltre, vanno considerate la manifestazione, l'origine (quando possibile), l'estensione di episodi di inquinamento gravi e significativi (ad esempio fuoriuscite di petrolio e di prodotti petroliferi) e il loro impatto sul biota, fisicamente colpito dall'inquinamento (fonte sito web ISPRAAmbiente).

I contaminanti che vengono considerati indicatori di stato chimico sono quelli appartenenti all'elenco di priorità aggiornato durante la Decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001. Le sostanze in questione vengono classificate prioritarie in materia di acque sulla base della valutazione delle loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche nonché sulle informazioni riguardanti i volumi di vendita, gli usi e il tipo di emissione in ambiente. Si tratta di composti chimici per i quali sono stati fissati gli Standard di Qualità Ambientale (SQA) da rispettare. In ambiente marino-costiero sono considerati contaminanti prioritari tutte quelle sostanze non facilmente biodegradabili, che bioaccumulano, molto tossiche, che sono utilizzate in sistemi aperti o semiaperti e che sono soggette a restrizioni a livello nazionale o internazionale.

Particolare attenzione è rivolta ai Persistent Organic Pollutants (POPs) che, come sottolinea il nome, sono sostanze che persistono nell'ambiente, causando, continuamente, problemi tossicologici agli organismi (APAT, Rapporti 23/2002). In questo gruppo rientrano, ad esempio, policlorobifenili (PCB), diossine (PCDD, PCDF) e pesticidi come il DDT. Si trovano nell'elenco di priorità anche alcuni metalli (es. Cd, Hg Ni, Pb), Tributilstagno e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Il monitoraggio di queste sostanze chimiche prioritarie permette la definizione dello stato chimico dei corpi idrici marino-costieri (ARPAM, 2015).

## **2. OBIETTIVI**

L'obiettivo di questa tesi è definire lo stato ambientale dell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison, localizzata nel SIN di Falconara Marittima, utilizzando metodologie standard descritte dalla MSFD (MSFD, 2008/56/CE). In particolare, fornirà informazioni riguardanti lo "stato di salute" attraverso l'utilizzo dei seguenti indicatori: biodiversità, ricchezza tassonomica e biomassa della meiofauna (D1); quantità e composizione biochimica della materia organica (D5) e concentrazione dei contaminanti chimici (D8). Si testerà la seguente ipotesi nulla: le variabili analizzate non mostrano evidenti differenze tra il sito prospiciente l'ex stabilimento Montedison e i siti considerati come controllo.

Questo lavoro di tesi rientra in un progetto più ampio chiamato BIOBLUTECH che, grazie ai finanziamenti della Fondazione Cariverona, ha lo scopo di sviluppare approcci biotecnologici ed ecocompatibili da poter applicare alla decontaminazione e riqualificazione di quest'area SIN.

### **3. MATERIALI E METODI**

#### ***3.1 Area di studio***

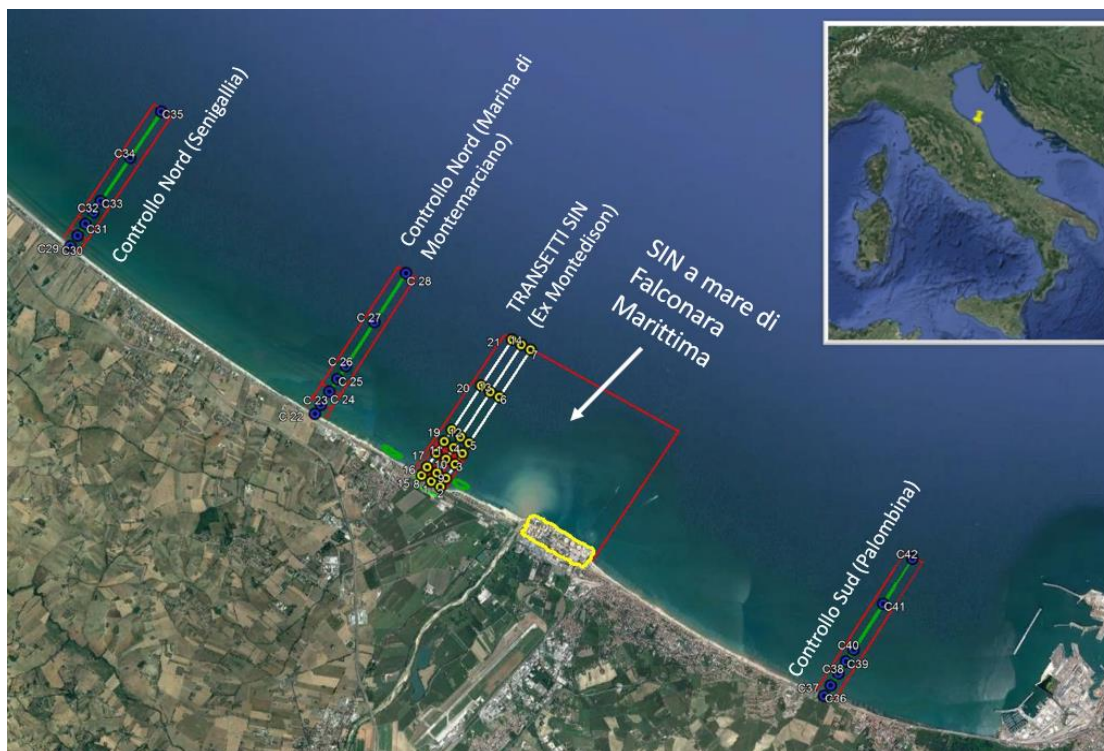
L'area di studio si trova in una porzione della costa anconetana della Regione Marche (costa occidentale del Mar Adriatico centrale). Nel settembre 2018, durante il survey preliminare, sono state identificate 42 stazioni di campionamento, le cui coordinate geografiche sono riportate in Tabella 2, disposte su 6 transetti in direzione costa-largo da 0 a 3 Km dalla linea di battigia. Le stazioni di campionamento sono state identificate all'interno del SIN, in particolare nell'area marina prospiciente l'ex industria chimica "Montedison", lungo 3 transetti (transetto Nord, transetto centro e transetto Sud). Quest'area marina è caratterizzata da fondali poco profondi ad elevata dinamicità a livello oceanografico, con accentuate variazioni stagionali influenzate da forte escursione termica. Questo andamento è dovuto alla variazione di temperatura tra stagione invernale ed estiva a causa della bassa profondità del fondale e dagli apporti di acque dolci fluviali dovuti alla presenza del fiume Esino che sfocia nelle adiacenze del complesso API (fonte sito web ARPAM).

Sono stati considerati come controlli altri 3 transetti, 2 a Nord del SIN (a Senigallia e a Marina di Montemarciano) e l'altro a Sud (a Palombina) (Figura 2). Sono state scelte come controlli queste località perché presentano morfologia, in particolare la batimetria, simile ai transetti identificati all'interno del SIN. Inoltre, mostrano pressioni diffuse, dovute a antropizzazione della linea di costa ed un intenso traffico marittimo di natura commerciale e turistico durante tutto l'anno. Si è scelto di posizionare i transetti di controllo sia Nord che a Sud del SIN per capire se la corrente ciclonica superficiale, che caratterizza il Mar Adriatico, potesse influire sulle variabili misurate nei transetti. In questo modo quelle a Nord del SIN potrebbero essere influenzate solamente da eventuali contaminanti trasportati dal Po e/o di derivazione terrigena locale, mentre il transetto a Sud del SIN potrebbe mostrare caratteristiche che rispecchino la contaminazione proveniente dal SIN stesso.

Le stazioni sono state distribuite lungo i transetti per fasce batimetriche (1, 3, 4, 5, 6, 10 e 12 m).

**Tabella 2** Coordinate geografiche delle stazioni di campionamento.

| <b>Transetto</b>                         | <b>N° stazione</b> | <b>Profondità (m)</b> | <b>Latitudine</b> | <b>Longitudine</b> |
|--|--------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| SIN Sud                                  | 1                  | 1                     | 43°38'55.36"N     | 13°21'14.12"E      |
| SIN Sud                                  | 2                  | 3                     | 43°39'0.53"N      | 13°21'26.41"E      |
| SIN Sud                                  | 3                  | 4                     | 43°39'8.91"N      | 13°21'26.41"E      |
| SIN Sud                                  | 4                  | 5                     | 43°39'15.37"N     | 13°21'32.37"E      |
| SIN Sud                                  | 5                  | 6                     | 43°39'21.60"N     | 13°21'37.87"E      |
| SIN Sud                                  | 6                  | 10                    | 43°39'49.19"      | 13°22'2.74"E       |
| SIN Sud                                  | 7                  | 12                    | 43°40'17.63"N     | 13°22'28.43"E      |
| SIN centro                               | 8                  | 1                     | 43°38'58.64"N     | 13°21'6.91"E       |
| SIN centro                               | 9                  | 3                     | 43°39'3.65"N      | 13°21'11.43"E      |
| SIN centro                               | 10                 | 4                     | 43°39'11.92"N     | 13°21'18.87"E      |
| SIN centro                               | 11                 | 5                     | 43°39'18.95"N     | 13°21'25.17"E      |
| SIN centro                               | 12                 | 6                     | 43°39'25.20"N     | 13°21'30.85"E      |
| SIN centro                               | 13                 | 10                    | 43°39'52.24"N     | 13°21'55.23"E      |
| SIN centro                               | 14                 | 12                    | 43°40'20.61"N     | 13°22'20.88"E      |
| SIN Nord                                 | 15                 | 1                     | 43°39'2.26"N      | 13°20'58.79"E      |
| SIN Nord                                 | 16                 | 3                     | 43°39'7.21"N      | 13°21'3.35"E       |
| SIN Nord                                 | 17                 | 4                     | 43°39'15.55"N     | 13°21'10.87"E      |
| SIN Nord                                 | 18                 | 5                     | 43°39'22.62"N     | 13°21'17.40"E      |
| SIN Nord                                 | 19                 | 6                     | 43°39'29.48"N     | 13°21'23.62"E      |
| SIN Nord                                 | 20                 | 10                    | 43°39'56.04"N     | 13°21'47.84"E      |
| SIN Nord                                 | 21                 | 12                    | 43°40'23.65"N     | 13°22'13.17"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 22                 | 1                     | 43°39'39.14"N     | 13°19'30.82"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 23                 | 3                     | 43°39'44.55"N     | 13°19'35.63"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 24                 | 4                     | 43°39'52.52"N     | 13°19'42.65"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 25                 | 5                     | 43°40'0.03"N      | 13°19'49.23"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 26                 | 6                     | 43°40'7.76"N      | 13°19'56.18"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 27                 | 10                    | 43°40'34.22"N     | 13°20'19.58"E      |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) | 28                 | 12                    | 43°41'3.66"N      | 13°20'45.55"E      |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 29                 | 1                     | 43°41'19.92"N     | 13°16'8.00"E       |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 30                 | 3                     | 43°41'26.22"N     | 13°16'13.89"E      |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 31                 | 4                     | 43°41'33.36"N     | 13°16'20.28"E      |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 32                 | 5                     | 43°41'40.28"N     | 13°16'26.72"E      |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 33                 | 6                     | 43°41'47.11"N     | 13°16'32.77"E      |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 34                 | 10                    | 43°42'13.28"N     | 13°16'56.85"E      |
| Controllo Nord (Senigallia)              | 35                 | 12                    | 43°42'41.22"N     | 13°17'22.34"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 36                 | 1                     | 43°36'50.59"N     | 13°26'29.20"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 37                 | 3                     | 43°36'56.80"N     | 13°26'34.68"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 38                 | 4                     | 43°37'3.91"N      | 13°26'41.07"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 39                 | 5                     | 43°37'11.01"N     | 13°26'47.40"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 40                 | 6                     | 43°37'18.01"N     | 13°26'53.66"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 41                 | 10                    | 43°37'45.31"N     | 13°27'18.13"E      |
| Controllo Sud (Palombina)                | 42                 | 12                    | 43°38'12.24"N     | 13°27'42.36"E      |



**Figura 2** Inquadramento geografico delle aree di studio.

### ***3.2 Strategia e metodi di campionamento***

I parametri oggetto di valutazione per ciascun sito di prelievo riguardano sia il comparto planctonico sia bentonico. Per quanto riguarda la colonna d'acqua, sono state misurate la temperatura e la salinità, utilizzando una sonda multiparametrica CTD (Conductivity Temperature Depth). Questi parametri ambientali sono stati rilevati in tutte le stazioni dei transetti, eccetto quelle a 1 m di profondità. Per il comparto bentonico sono stati prelevati campioni per effettuare analisi di granulometria, contaminanti, sostanza organica (in termini di concentrazione delle principali componenti biochimiche, clorofilla-*a* e feopigmenti, proteine, carboidrati e lipidi, nonché composizione biochimica) e meiofauna, in termini di abbondanza, biomassa, ricchezza di taxa e composizione tassonomica.

A settembre e a ottobre 2018 a bordo della R/V *Actea* sono stati raccolti i campioni di sedimento dalle stazioni con batimetria compresa tra 3 e 12 m. Si è utilizzata una benna tipo Van Veen (capienza: 0,08 m<sup>2</sup>). Ad ogni stazione sono state effettuate 3 bennate da cui prelevare i sub-campioni per le analisi sopra citate. Questo è stato svolto utilizzando carote in pexiglass (diametro interno 3.6 cm), inserite perpendicolarmente per almeno 7 cm di profondità nella benna. In particolare, si sono prelevate tre repliche per la meiofauna, due per la materia organica, una per la granulometria e una per i contaminanti. Il sedimento destinato all'analisi della materia organica e della meiofauna veniva poi versato integralmente in barattoli da 250 mL; quello per la granulometria raccolto in un barattolo da 150 mL; il sedimento per l'analisi dei contaminanti veniva lasciato nella carota in pexiglass. I campioni sono stati conservati a -27°C fino al momento dell'analisi. Nel mese di novembre si sono completati i campionamenti nelle stazioni a batimetria 1 m, i campioni sono stati raccolti da terra, direttamente da un operatore esperto, anche in immersione, utilizzando carote in pexiglass e conservati come spiegato precedentemente.

### ***3.3 Analisi in laboratorio***

#### ***3.3.1 Meiofauna***

I campioni di sedimento delle stazioni risultano avere granulometrie diverse, tanto da richiedere due differenti metodi di estrazione della meiofauna. In particolare, dato che il sedimento delle stazioni a batimetria 1 m (totale 6 stazioni) presentano una granulometria più grossolana di quella delle altre stazioni, nel primo caso si è utilizzata una estrazione per decantazione, mentre per le restanti 36 stazioni si è utilizzata una estrazione in gradiente di densità.

***Estrazione per decantazione.*** Inizialmente il sedimento, diluito in circa 100 mL di acqua, è stato trattato con ultrasuoni (tre trattamenti di 1 minuto ciascuno con intervalli di 30 secondi tra un trattamento ed il successivo), per coadiuvare il distacco di tutti gli organismi dalle particelle di

sedimento. Il campione è stato quindi passato su un filtro con maglia 500  $\mu\text{m}$  per trattenere le particelle più grossolane e gli eventuali individui appartenenti alla macrofauna. Tutto quello che passava attraverso il filtro è stato raccolto in un altro beaker. Dopo una ulteriore agitazione della miscela acqua e sedimento il campione veniva fatto decantare per 1 minuto circa e passato su un filtro da 30  $\mu\text{m}$ . Questa procedura è stata ripetuta 10 volte. Tutto il materiale raccolto sul filtro è stato fissato mediante formalina al 4% in acqua deionizzata e colorato con Rosa Bengala. Al termine delle fasi di estrazione, il sedimento rimasto nel beaker è stato controllato per verificare l'assenza di organismi della meiofauna (Danovaro, 2010).

***Estrazione tramite gradiente di densità.*** I campioni di sedimento delle stazioni con batimetria compresa tra 3 e 12 m presentano, a differenza delle precedenti, una granulometria più fine. Per questo motivo la meiofauna di questi sedimenti è stata estratta mediante centrifugazione in gradiente di densità, in una soluzione di Ludox HS40 (Heip *et al.*, 1985). Inizialmente i campioni sono stati sottoposti al trattamento con ultrasuoni e di filtrazione su maglia da 500  $\mu\text{m}$ . Il materiale che passava veniva raccolto su un filtro di maglia 30  $\mu\text{m}$  e trasferito in una falcon da 50 mL. Il materiale così raccolto veniva risospeso con il Ludox (rapporto sedimento:Ludox = 1:3; densità del Ludox=1.31 g  $\text{cm}^{-3}$ ) e sottoposto a centrifugazione per 10 minuti a 3000 rpm. Tale operazione è stata ripetuta tre volte per ciascun campione per ottenere un'efficienza di estrazione superiore al 90%. Al termine di ogni centrifugazione il sovranatante veniva raccolto su un filtro da 30  $\mu\text{m}$  e, dopo essere stato sciacquato con acqua corrente per eliminare i residui di Ludox, è stato messo in una provetta con formalina al 4% e Rosa Bengala (Danovaro, 2010).

Al termine delle fasi di estrazione, per entrambe i metodi, il sedimento residuo è stato controllato per verificare l'assenza di organismi della meiofauna.

***Abbondanza, ricchezza tassonomica e biomassa della meiofauna.*** Il conteggio ed il riconoscimento degli organismi sono stati effettuati allo stereomicroscopio, dopo aver posto il campione in una cuvetta di Delfuss. Questo tipo di cuvetta è suddivisa internamente in 200 "cellette" (5 x 5 mm) in



modo da facilitare il conteggio. Sono stati utilizzati ingrandimenti 16-40X ma in alcuni casi, ad esempio in presenza di organismi non facilmente identificabili a basso ingrandimento, è stato necessario montarli su vetrino per poterli osservare al microscopio ottico ad ingrandimento fino a 40X (Heip *et al.*, 1985; Danovaro, 2010).

La biomassa della meiofauna è stata valutata mediante misure bio-volumetriche. La biomassa dei nematodi è stata calcolata dal biovolume, utilizzando la formula di Andrassy (1956) ( $V = L \times W^2 \times 0.063 \cdot 10^{-5}$ , in cui V volume è espresso in nL ( $10^{-9}$  L), L lunghezza del corpo e W larghezza sono espressi in  $\mu\text{m}$ ). Per poter misurare i nematodi, occorre pescare casualmente 150 individui per ogni campione e montarli sui vetrini permanentemente. La tecnica secondo il protocollo proposto da Seinhorst (1959) consta di tre passaggi da effettuarsi in tre giorni consecutivi e in cui si utilizzano soluzioni contenenti formalina, glicerina ed etanolo per poter disidratare gli animali. I vetrini sono stati quindi sigillati con paraffina e osservati al microscopio ottico ad ingrandimento 40X. I nematodi sono stati misurati con approccio digitale, utilizzando un microscopio Nikon ECLIPSE Ni-E collegato a una telecamera Nikon DS-Fi2, controllata dal software NIS-Elements BR (versione 4.30.01) installato su un computer HP Z320. Si sono misurate lunghezza e larghezza ad ingrandimento 40X, il programma restituisce le grandezze in  $\mu\text{m}$  su un foglio Excel utilizzando un coefficiente di conversione pixel/ $\mu\text{m}$  pari a 0.34. I volumi di tutti gli altri taxa sono stati ricavati dalle misurazioni, effettuate allo stereomicroscopio munito di micrometrica, della lunghezza del corpo (L in mm) e della larghezza (W in mm), utilizzando la formula  $V = L \times W^2 \times C$ , dove C è il fattore di conversione approssimativo per ciascun taxon (Feller e Warwick, 1988). Ogni volume è stato moltiplicato per la densità media ( $1.13 \text{ g cm}^{-3}$ ) per ottenere la biomassa (mg DW: mg WW = 0.25; Wieser, 1960) e il contenuto di carbonio è stato considerato pari al 40% del peso secco (Feller e Warwick, 1988). Considerando la letteratura, al fine di poter paragonare i risultati, l'abbondanza della meiofauna è stata espressa come numero di individui su  $10 \text{ cm}^2$  e la diversità espressa come ricchezza di taxa superiori. La biomassa invece è espressa come  $\mu\text{gC}$  su  $10 \text{ cm}^2$  (Danovaro, 2010).

### 3.3.2 Concentrazione e composizione biochimica della materia organica nei sedimenti marini

Le concentrazioni di clorofilla-*a* e feopigmenti sono state misurate tramite analisi fluorimetriche (Lorenzen e Jeffrey, 1980; Danovaro, 2010). I pigmenti sono stati estratti da campioni di sedimento divisi in tre repliche di circa 1 gr ciascuna, sono stati aggiunti circa 0.1 gr di MgCO<sub>3</sub> (la cui presenza evita la rapida degradazione della clorofilla) e 5 mL di acetone al 90% (solvente che estrae i pigmenti dal sedimento) e tenuti per 12 ore a 4°C al buio. Trascorso questo tempo, si centrifugano i campioni a 800 x g per 10 minuti. Vengono raccolti circa 3 mL di surnatante e analizzati allo spettrofluorimetro per misurare la fluorescenza (a 665 nm di lunghezza d'onda) della clorofilla-*a* e, dopo acidificazione con 200 µl 0.1N HCl, per rilevare quella dei feopigmenti. Il sedimento viene quindi seccato in stufa a 60°C e pesato. Le concentrazioni dei pigmenti sono ricavabili dalla retta di taratura ottenuta da standard di Chl-*a* pura. Il contenuto totale di fitopigmenti è stato definito come la somma di clorofilla-*a* e feopigmenti. Tutte le concentrazioni di pigmenti sono state espresse come µg/g di sedimento secco. Il contenuto di pigmenti totali è stato utilizzato come proxy del materiale organico di origine algale, compresa la componente attiva (clorofilla-*a*) e senescente/detritale (feopigmenti) (Pusceddu *et al.*, 2009).

Le concentrazioni di proteine, carboidrati e lipidi sono state determinate mediante tecnica spettrofotometrica (Danovaro, 2010). La concentrazione delle proteine totali è stata determinata mediante tecnica colorimetrica che prevede l'utilizzo di due reagenti: il tartrato rameico e il reattivo di Folin-Ciocalteu (pH 10). Questi permettono di ottenere una colorazione blu stabile che è proporzionale al contenuto proteico della soluzione. La lettura dell'assorbanza viene effettuata allo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 650 nm. Il sedimento viene quindi seccato e pesato. Le concentrazioni dei campioni (tre repliche per ciascuna stazione) sono ottenute grazie alla retta di taratura disegnata utilizzando soluzioni standard di albumina bovina sottoposte alla stessa metodica (Danovaro, 2010). La concentrazione dei carboidrati totali è stata anch'essa ricavata mediante tecnica

colorimetrica, sfruttando la reazione tra gli zuccheri e il fenolo in presenza di acido solforico concentrato. Anche qui si sono preparate tre repliche per stazione e il sedimento è stato seccato in stufa a 60°C prima della procedura di estrazione. La lettura dell'assorbanza è stata fatta ad una lunghezza d'onda di 485 nm e a 600 nm. Le concentrazioni sono state determinate tramite la retta di taratura ottenuta facendo reagire soluzioni standard di D(+)-Glucosio secondo il medesimo protocollo (Danovaro, 2010). La concentrazione dei lipidi totali è stata trovata utilizzando una tecnica che prevede due fasi: la prima di estrazione dei lipidi dal sedimento mediante due solventi organici (metanolo e cloroformio in proporzione 2:1) e la seconda è la determinazione colorimetrica facendo reagire il residuo lipidico con acido solforico durante la carbonizzazione a circa 200°C. Le assorbanze sono state lette alla lunghezza d'onda di 375 nm e le concentrazioni sono state determinate sulla base della retta di taratura ottenuta da soluzioni standard, in cloroformio, di tripalmitina, soggette alla stessa metodica (Danovaro, 2010). Tutte le concentrazioni di tali macromolecole sono state espresse come mg/g di sedimento secco.

La trasformazione delle concentrazioni di proteine, carboidrati e lipidi in carbonio equivalente si effettua usando fattori di conversione, rispettivamente, 0.49, 0.40 e 0.75 mgC mg<sup>-1</sup> e la successiva somma di tali concentrazioni rappresenta il carbonio biopolimerico (BPC) (Pusceddu *et al.*, 2000).

La concentrazione dei fitopigmenti è stata convertita in carbonio equivalente usando un valore medio di 40 µgC µg fitopigmenti<sup>-1</sup> (Pusceddu *et al.*, 2009). Il contributo percentuale di tale frazione organica sul BPC si riferisce alla frazione algale del pool di carbonio biopolimerico. Il contributo percentuale dei fitopigmenti e del carbonio di origine proteica sulle concentrazioni di BPC e il rapporto tra proteine e carboidrati sono usati come descrittori della qualità nutrizionale della materia organica nel sedimento (Pusceddu *et al.*, 2010).

### 3.3.3 Granulometria

I campioni di sedimento sono stati trattati con una soluzione di acqua ossigenata al 10% a temperatura ambiente per il tempo necessario alla degradazione della materia organica. In seguito i campioni sono stati setacciati su una maglia da 63  $\mu\text{m}$  per separare le due frazioni (sabbia e materiale fine); quella maggiore di 63  $\mu\text{m}$  è stata posta in stufa a 60°C per seccarsi, quella minore è stata raccolta in una beaker e fatta decantare per il tempo necessario affinché l'acqua diventi trasparente e la torbidità sia minima. Una volta eliminata l'acqua anche questa frazione è stata essiccata alla medesima temperatura. La componente > 63  $\mu\text{m}$ , è stata sottoposta a setacciatura utilizzando un setacciatore automatico con una batteria di setacci con maglie che vanno da 2 mm a 63  $\mu\text{m}$ . Le singole frazioni vengono pesate ( $\pm 0.1$  mg), così come la componente < 63  $\mu\text{m}$  e espresse come percentuale sul totale del sedimento secco pesato dopo la degradazione della materia organica (Pusceddu *et al.*, 2010).

### 3.3.4 Contaminanti nei sedimenti marini

I campioni destinati all'analisi dei contaminanti sono stati trasferiti dalle carote in pexiglass con cui erano stati sub-campionati dalla benna a dei barattoli sterili in HDPE (polietilene ad alta densità), per poter essere spediti per l'analisi. In ogni stazione di campionamento è stato prelevato il livello superiore (0-10 cm) di sedimento, mentre per quello sub-superficiale (10-20 cm) sono state campionate solamente quattro stazioni. Le analisi previste su questi campioni riguardavano un'ampia gamma di parametri. In particolare, sono state determinate le concentrazioni di metalli pesanti quali alluminio, arsenico, cadmio, cromo totale, ferro, mercurio, nichel, piombo e rame; dei contaminanti di natura organica come IPA (idrocarburi policiclici aromatici) ad alto e a basso peso molecolare, il carbonio organico totale (TOC) e i PCB (Policlorobifenili, inquinanti organici persistenti e altamente pericolosi). Tutte le analisi sono state condotte da una ditta esterna certificata (Ambiente s.p.a.).

### ***3.4 Elaborazione dei dati e analisi statistiche***

Le variazioni spaziali delle variabili oggetto di studio sono state analizzate mediante analisi della varianza permutazionale (PERMANOVA), sia nel contesto univariato sia in quello multivariato (Anderson, 2001; McArdle e Anderson, 2001). Per tutte le variabili considerate è stato applicato lo stesso disegno sperimentale, che ha previsto due fattori fissi di variabilità: Transetto e Profondità, rispettivamente con  $n=6$  e  $n=7$  livelli. Prima dell'analisi, i dati riguardanti variabili ambientali relativi alla materia organica sono stati normalizzati ed è stata preparata una matrice triangolare di similarità basata sulle distanze euclidee; invece, i dati relativi alle variabili faunistiche sono stati preventivamente trasformati in una matrice/presenza assenza e successivamente convertiti in una matrice triangolare basata sulla similarità di Bray-Curtis (Anderson, 2001; McArdle e Anderson, 2001). Dato che la PERMANOVA è una tecnica di analisi non parametrica, non è stato effettuato alcun test preventivo di normalità ed omoscedasticità; invece, essendo PERMANOVA sensibile alle differenze nella dispersione multivariata tra gruppi, è stato effettuato precedentemente un test sull'omogeneità della dispersione (PERMDISP). Successivamente, per individuare i *pattern* di variabilità tra le profondità all'interno di ciascun transetto e tra transetti considerando la stessa profondità, sono stati effettuati dei test *pair wise* a posteriori. Per visualizzare in ambiente bidimensionale le differenze tra transetti e/o profondità, in ambito multivariato, sono state effettuate delle analisi delle coordinate principali (CAP) (Anderson e Willis, 2003). Da tali analisi sono stati preparati dei bi-plot sui quali sono stati sovrainposti i vettori di correlazione (Spearman) per identificare quali variabili spiegavano meglio le differenze tra transetti/profondità. Per valutare la percentuale di dissimilarità nella composizione tassonomica della meiofauna, sia intratransetto che tra transetti alla stessa profondità, e per individuare i taxa maggiormente responsabili (con *cutoff* al 90%) delle differenze osservate, è stata utilizzata un'analisi SIMPER (Gray, 2000).

Per misurare la diversità tassonomica e utilizzarla come indicatore di stato di qualità ambientale, sono stati calcolati gli indici di Margalef (D) (Margalef, 1958), di Shannon-Weaver (H')

(Shannon e Weaver, 1949) e l'indice di Pielou o di Equitabilità (J) (Pielou, 1969). Per stimare il livello di inquinamento organico è stato calcolato l'indice Nematodi/Copepodi (adulti e naupli) (Raffaelli e Mason, 1981); per valutare se vi sia arricchimento organico di natura antropogenica e valutarne l'impatto è stato calcolato l'indice Nematodi/Chinorinchi (Mirto *et al.*, 2012). Quando i chinorinchi erano assenti, il rapporto è stato considerato pari al numero dei nematodi presenti (Mirto *et al.*, 2012; Dal Zotto *et al.*, 2016).

Per determinare se le comunità della meiofauna siano influenzate da diverse componenti della materia organica, dalle caratteristiche ambientali (profondità, granulometria, temperatura e salinità al fondo) o dalla presenza dei diversi contaminanti, è stata effettuata un'analisi di regressione multipla multivariata DistLM forward (McArdle e Anderson, 2001). Per quanto riguarda i contaminanti, è stata presa in esame solo la concentrazione rilevata nella porzione superficiale del sedimento (0-10 cm), dove è presente la maggior parte della comunità meiobentonica. Nel caso in cui la concentrazione dei contaminanti risultasse essere al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento, si è deciso di considerarla pari a 0.

Le analisi PERMANOVA, PERMDISP, i test a posteriori, le analisi CAP, DistLM forward, SIMPER e il calcolo degli indici di diversità sono stati effettuati mediante le omonime *routine* incluse nel software PRIMER 6+ (Clarke e Gorley, 2006). Gli indici Nematodi/Copepodi e Nematodi/Chinorinchi sono stati calcolati con il programma Excel.

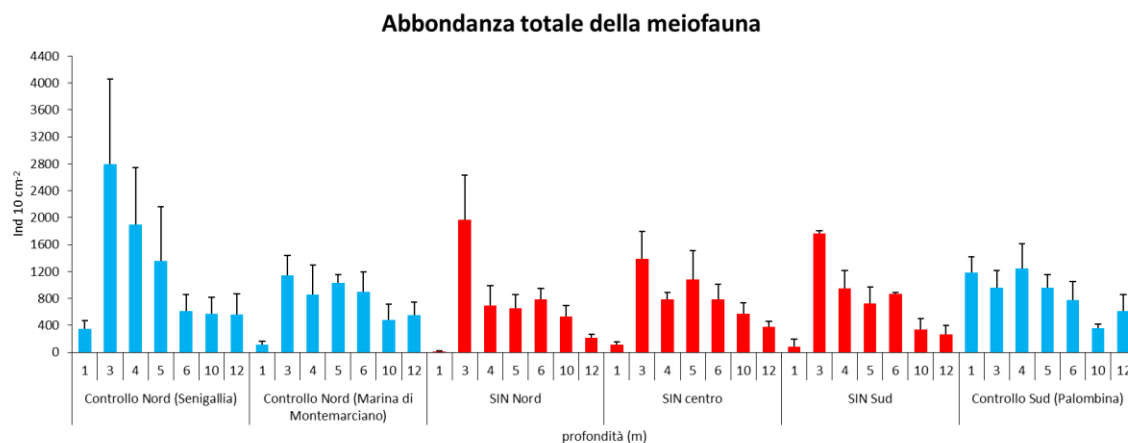
## 4. RISULTATI

### 4.1 Meiofauna

L'abbondanza, la biomassa e la ricchezza tassonomica della meiofauna, la biomassa individuale dei nematodi e la composizione tassonomica nelle 42 stazioni sono riportate nell'Allegato 1. Di seguito sono riportati i grafici, i risultati delle analisi univariate e multivariate, i test a posteriori e l'analisi SIMPER effettuati per valutare le differenze tra transetti alla stessa profondità e tra le profondità nello stesso transetto. Gli indici di diversità e quelli indicatori di inquinamento organico per determinare la qualità di stato ambientale.

#### 4.1.1 Abbondanza della meiofauna

I dati relativi all'abbondanza totale della meiofauna sono riportati in Figura 3. I valori variano nell'intervallo compreso tra  $115.64 \pm 48.29$  e  $2791.69 \pm 1267.96$  ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $15.35 \pm 1.50$  e  $1967.35 \pm 659.07$  ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



**Figura 3** Abbondanza totale della meiofauna (n. ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in azzurro) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

Le analisi PERMANOVA hanno evidenziato un effetto significativo del fattore Transetto, Profondità e Transetto  $\times$  Profondità (Tabella 3). I test a posteriori (Allegato 5), mostrano differenze

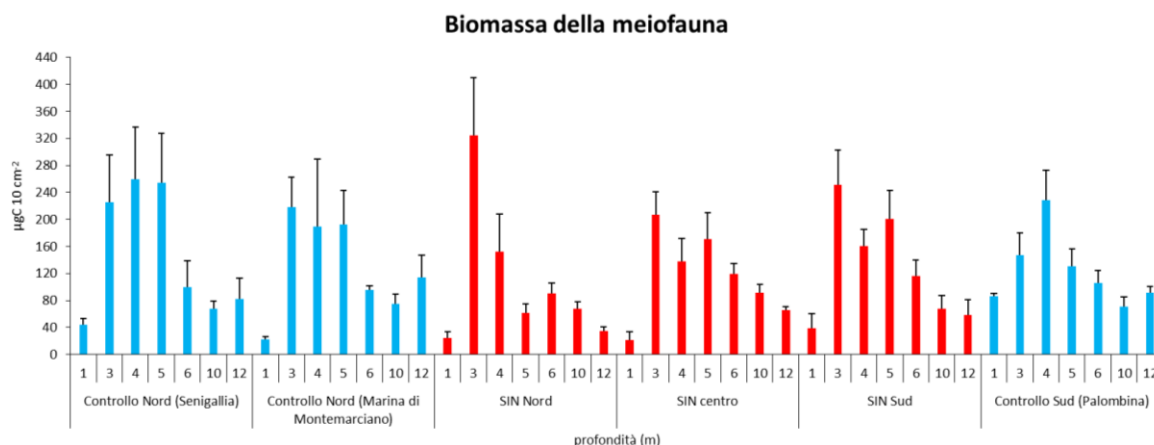
statisticamente significative tra i transetti a 1, 3 e 12 m di profondità, con valori superiori nei controlli rispetto alle stazioni all'interno del SIN. Inoltre, si evidenziano differenze significative tra le profondità lungo i 6 transetti analizzati. Osservando le stazioni che si trovano tra i 3 e 12 m di profondità, si può notare una generale diminuzione dell'abbondanza all'aumentare della profondità. Le stazioni più superficiali presentano sempre valori inferiori rispetto alle altre profondità, eccetto il controllo Sud dove la stazione a 1 m raggiunge un valore di abbondanza maggiore rispetto alle stazioni a 3, 5, 6, 10 e 12 m lungo lo stesso transetto.

**Tabella 3** Risultati della PERMANOVA sull'abbondanza della meiofauna. Df = gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| Source                 | df  | MS     | Pseudo-F | P(MC) |
|------------------------|-----|--------|----------|-------|
| Transetto              | 5   | 1365.5 | 3.6672   | 0.001 |
| Profondità             | 6   | 11594  | 31.136   | 0.001 |
| Transetto x Profondità | 30  | 1420.3 | 3.8144   | 0.001 |
| Residui                | 84  | 372.35 |          |       |
| Totale                 | 125 |        |          |       |

#### 4.1.2 Biomassa della meiofauna

I dati relativi alla biomassa totale della meiofauna sono riportati in Figura 4. I valori variano nell'intervallo compreso tra  $22.27 \pm 4.42$  e  $259.40 \pm 77.52 \mu\text{g C } 10 \text{ cm}^{-2}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $21.59 \pm 12.39$  e  $324.92 \pm 85.07 \mu\text{g C } 10 \text{ cm}^{-2}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



**Figura 4** Biomassa totale della meiofauna ( $\mu\text{g C } 10 \text{ cm}^{-2}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in azzurro) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  errore standard su 3 repliche.

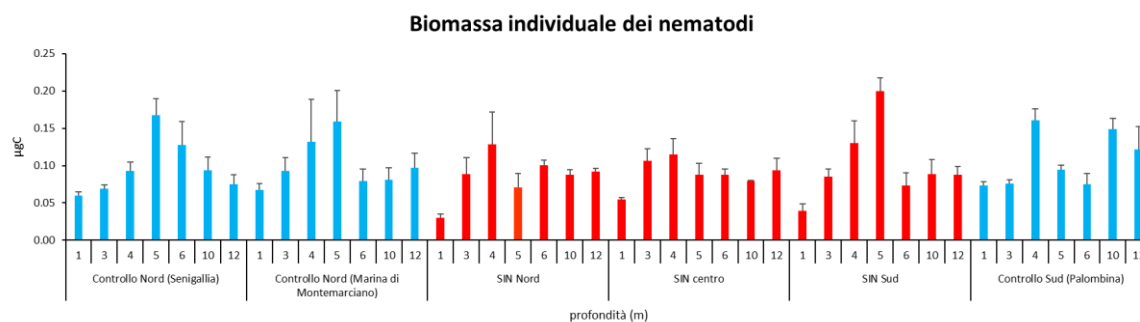


L'analisi univariata mostra un effetto significativo del fattore Transetto e Profondità (Tabella 4). I test a posteriori (Allegato 5) evidenziano la presenza di differenze esclusivamente alle profondità 5 e 12 m tra il transetto SIN Nord e gli altri transetti, sia di controllo che all'interno del SIN. A queste profondità, infatti, le biomasse del SIN Nord sono sempre minori rispetto a quelle degli altri transetti. Sono presenti, al contrario, differenze significative tra le profondità dei 6 transetti in esame, in particolare nei due controlli a Nord e nei transetti SIN Nord e centro. Vi è una generale diminuzione della biomassa all'aumentare della profondità, escludendo le stazioni più superficiali che mostrano valori inferiori alle altre stazioni.

**Tabella 4** Risultati della PERMANOVA sulla biomassa totale della meiofauna. Df = gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| Source                 | Df  | MS     | Pseudo-F | P(MC) |
|------------------------|-----|--------|----------|-------|
| Transetto              | 5   | 1192.8 | 2.0914   | 0.025 |
| Profondità             | 6   | 9591.2 | 16.816   | 0.001 |
| Transetto x Profondità | 30  | 764.98 | 1.3413   | 0.063 |
| Residui                | 84  | 570.35 |          |       |
| Totale                 | 125 |        |          |       |

I dati relativi alla biomassa individuale dei nematodi sono riportati in Figura 5. I valori variano nell'intervallo compreso tra  $0.06 \pm 0.00$  e  $0.17 \pm 0.02 \mu\text{g C}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.03 \pm 0.01$  e  $0.20 \pm 0.02 \mu\text{g C}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



**Figura 5** Biomassa individuale dei nematodi ( $\mu\text{g C}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in azzurro) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  errore standard su 3 repliche.

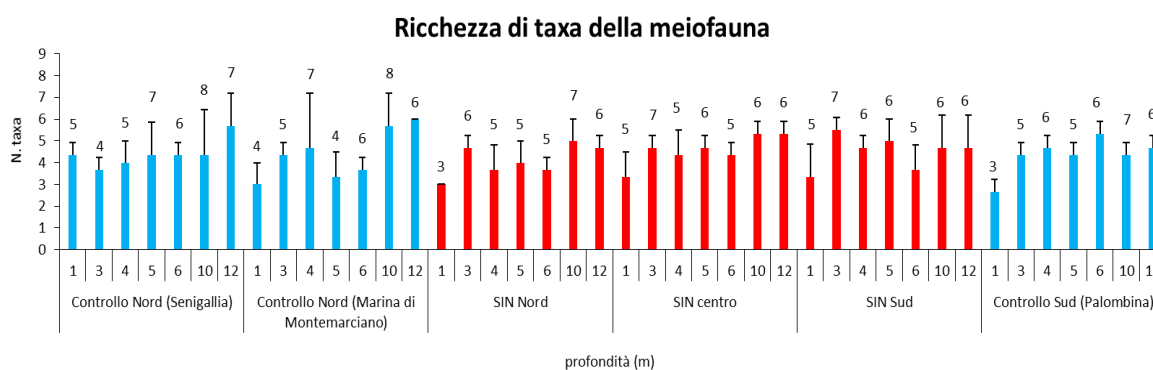
L'analisi PERMANOVA mostra un effetto significativo del fattore Profondità e Transetto × Profondità (Tabella 5). I test a posteriori (Allegato 5) presentano differenze significative tra i transetti a 1, 5 e 10 m di profondità, con i transetti del SIN che, generalmente, rivelano valori inferiori rispetto i controlli. Fa eccezione il SIN Sud, che a 5 m mostra la biomassa individuale di nematodi maggiore tra tutte le stazioni ( $0.20 \pm 0.02 \mu\text{g C}$ ). Si evidenziano, inoltre, differenze tra le profondità lungo i transetti ad eccezione del controllo Nord di Marina di Montemarciano. Nel transetto Nord di Senigallia e nei transetti del SIN, vi è, di solito, un aumento graduale entro i 4-5 m e una successiva diminuzione. Il controllo Sud presenta lo stesso andamento fino ai 6 m, mostrando un aumento successivo nelle stazioni a 10 e 12 m.

**Tabella 5** Risultati della PERMANOVA sulla biomassa individuale dei nematodi. Df = gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|------------------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|
| Transetto              | 5         | 355.22    | 1.4259          | 0.223        |
| Profondità             | 6         | 2584.4    | 10.374          | 0.001        |
| Transetto x Profondità | 30        | 471.24    | 1.8916          | 0.004        |
| Residui                | 84        | 249.13    |                 |              |
| Totale                 | 125       |           |                 |              |

#### 4.1.3 Ricchezza dei taxa della meiofauna

I dati relativi alla ricchezza di taxa della meiofauna (riportati come media  $\pm$  deviazione standard e cumulativamente per le repliche analizzate) sono riportati in Figura 6. I valori variano nell'intervallo compreso tra 3 e 8 nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra 3 e 7 lungo i transetti del SIN.



**Figura 6** Ricchezza totale di taxa della meiofauna (numero di taxa) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in azzurro) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard e cumulativamente nelle repliche analizzate.

L'analisi univariata mostra un effetto significativo dovuto alla Profondità (Tabella 6). Le analisi a posteriori (Allegato 5) non evidenziano particolari differenze significative tra i transetti alla stessa profondità, mentre ci sono differenze significative tra le profondità all'interno dei transetti controllo Nord di Marina di Montemarciano, SIN Nord e controllo Sud. In questi transetti le stazioni a 1 m presentano i valori minori di ricchezza tassonomica: 3 nel SIN Nord e nel controllo Sud e 4 nel controllo Nord. Nei primi due vi è, poi, un aumento con la profondità con il picco a 10 m (numero di taxa= 7), mentre nel terzo, i valori massimi di ricchezza tassonomica sono raggiunti sia a 4 che a 10 m (7 e 8, rispettivamente).

**Tabella 6** Risultati della PERMANOVA sulla ricchezza tassonomica della meiofauna. Df = gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| Source                 | df  | MS     | Pseudo-F | P(MC) |
|------------------------|-----|--------|----------|-------|
| Transetto              | 5   | 96.393 | 0.61637  | 0.709 |
| Profondità             | 6   | 912.39 | 5.8341   | 0.001 |
| Transetto x Profondità | 30  | 144.82 | 0.92603  | 0.598 |
| Residui                | 84  | 156.39 |          |       |
| Totale                 | 125 |        |          |       |

I valori dell'indice di Margalef (D), considerando i transetti di controllo, variano da 0.28 a 1.13, nelle stazioni a 1 m nel controllo Sud e a 10 m in quello Nord di Marina di Montemarciano,

rispettivamente. Per quanto riguarda i transetti nel SIN, i valori variano da 0.59 a 0.96, nelle stazioni a 6 m nel SIN Sud e a 10 m in quello Nord, rispettivamente (Tabella 7).

I valori dell'indice di Shannon-Weaver ( $H'$ ), per i transetti di controllo, variano da 0.09 a 0.71, nelle stazioni a 3 m del controllo Nord di Senigallia e a 12 m di Marina di Montemarciano, rispettivamente. Per i transetti del SIN, i valori variano da 0.12 a 0.99, nelle stazioni a 6 e a 1 m nel SIN Nord, rispettivamente (Tabella 7).

I valori dell'indice di Pielou ( $J$ ) mostrano un andamento quasi sovrapponibile a quello ottenuto con l'indice di Shannon. Essi, per quanto riguarda i transetti di controllo, variano da 0.07 a 0.39, nelle stazioni a 3 m del controllo Nord di Senigallia e a 12 m di Marina di Montemarciano, rispettivamente. Per i transetti del SIN, i valori variano da 0.07 a 0.90, nelle stazioni a 6 e 1 m nel SIN Nord (Tabella 7).

I valori dell'indice Nematodi/Copepodi ( $Ne/Co$ ), per i transetti di controllo, variano da  $3.83 \pm 1.03$  a  $107.15 \pm 51.34$ , nelle stazioni a 3 m del controllo Sud e a 1 m del transetto Nord di Marina di Montemarciano, rispettivamente. Per i transetti del SIN i valori variano da  $4.25 \pm 1.99$  a  $80.25 \pm 39.09$  nelle stazioni a 5 m nel SIN Sud e a 1 m del SIN centro, rispettivamente (Tabella 7).

I valori dell'indice Nematodi/Chinorinchi ( $Ne/Ki$ ), per i transetti di controllo, variano da  $30.84 \pm 10.22$  a  $2745.96 \pm 1247.68$ , nelle stazioni a 12 m nel transetto Nord di Marina di Montemarciano e a 3 m del controllo Nord di Senigallia. Per i transetti del SIN, i valori variano da  $6.86 \pm 5.46$  a  $1806.14 \pm 559.37$ , nelle stazioni a 1 e 3 m nel SIN Nord, rispettivamente (Tabella 7).

**Tabella 7** Indice di Margalef (D), indice di Shannon-Weaver (H'), indice di Pielou o di Equitabilità (J), indice Nematodi/Copepodi (Ne/Co) e indice Nematodi/Chinorinchi (Ne/Ki).

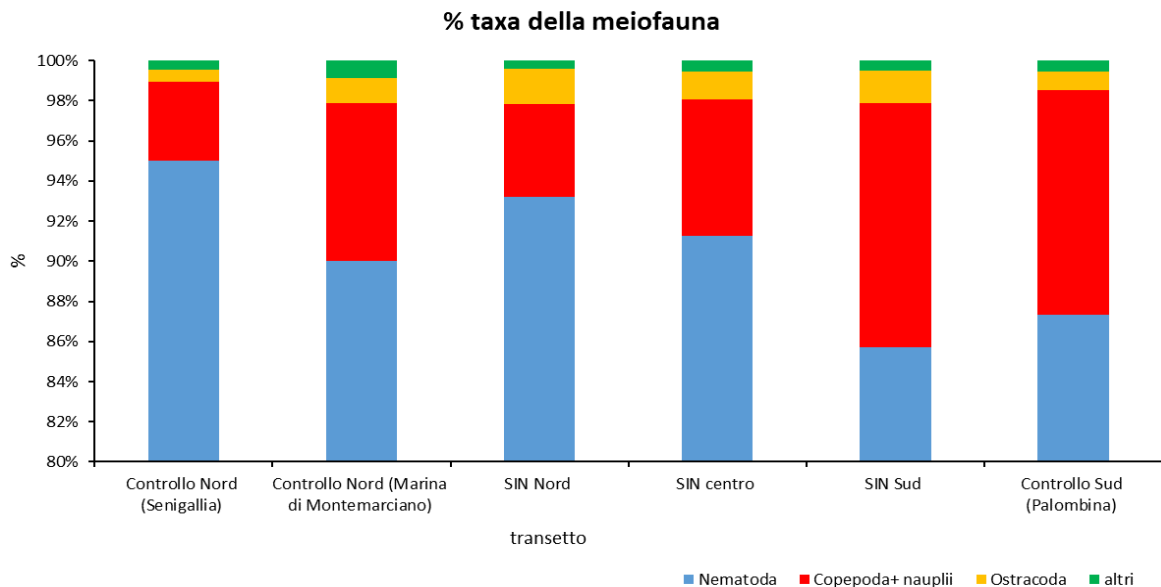
| Indice                                      | D    | H' (log <sub>e</sub> ) | J    | Ne/Co  |         | Ne/Ki   |         |
|---|------|------------------------|------|--------|---------|---------|---------|
|   |      |                        |      | media  | dev.st. | media   | dev.st. |
| <b>Transetto profondità (m)</b>             |      |                        |      |        |         |         |         |
| Controllo Nord (Senigallia) 1               | 0.68 | 0.38                   | 0.24 | 27.83  | 19.07   | 318.17  | 109.49  |
| Controllo Nord (Senigallia) 3               | 0.38 | 0.09                   | 0.07 | 72.47  | 58.03   | 2745.96 | 1247.68 |
| Controllo Nord (Senigallia) 4               | 0.53 | 0.28                   | 0.18 | 15.16  | 12.66   | 1765.63 | 811.47  |
| Controllo Nord (Senigallia) 5               | 0.83 | 0.23                   | 0.12 | 19.97  | 17.75   | 1288.70 | 747.38  |
| Controllo Nord (Senigallia) 6               | 0.78 | 0.16                   | 0.09 | 56.88  | 29.54   | 594.53  | 237.98  |
| Controllo Nord (Senigallia) 10              | 1.10 | 0.19                   | 0.09 | 41.18  | 38.68   | 1690.00 | 405.30  |
| Controllo Nord (Senigallia) 12              | 0.95 | 0.58                   | 0.30 | 7.25   | 4.04    | 40.28   | 30.83   |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 1  | 0.63 | 0.32                   | 0.23 | 107.15 | 51.34   | 107.15  | 51.34   |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 3  | 0.57 | 0.40                   | 0.25 | 12.12  | 5.70    | 1021.16 | 274.42  |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 4  | 0.89 | 0.58                   | 0.30 | 4.40   | 1.64    | 686.65  | 262.21  |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 5  | 0.43 | 0.15                   | 0.11 | 37.20  | 11.80   | 996.33  | 127.87  |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 6  | 0.74 | 0.18                   | 0.10 | 34.25  | 29.27   | 861.42  | 304.01  |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 10 | 1.13 | 0.29                   | 0.14 | 17.25  | 26.04   | 460.00  | 250.17  |
| Controllo Nord (Marina di Montemarciano) 12 | 0.79 | 0.71                   | 0.39 | 5.58   | 6.57    | 30.84   | 10.22   |
| SIN Nord 1                                  | 0.73 | 0.99                   | 0.90 | 6.86   | 5.46    | 6.86    | 5.46    |
| SIN Nord 3                                  | 0.66 | 0.35                   | 0.20 | 19.03  | 4.76    | 1806.14 | 559.37  |
| SIN Nord 4                                  | 0.61 | 0.33                   | 0.20 | 14.59  | 12.29   | 638.63  | 274.61  |
| SIN Nord 5                                  | 0.62 | 0.21                   | 0.13 | 28.06  | 12.21   | 623.28  | 189.26  |
| SIN Nord 6                                  | 0.60 | 0.12                   | 0.07 | 51.98  | 14.92   | 764.07  | 160.86  |
| SIN Nord 10                                 | 0.96 | 0.27                   | 0.14 | 18.21  | 12.30   | 756.00  | 298.80  |
| SIN Nord 12                                 | 0.93 | 0.46                   | 0.26 | 8.82   | 8.97    | 284.50  | 47.75   |
| SIN centro 1                                | 0.85 | 0.30                   | 0.19 | 80.25  | 39.09   | 104.86  | 44.23   |
| SIN centro 3                                | 0.83 | 0.27                   | 0.14 | 23.66  | 75.73   | 1309.93 | 387.41  |
| SIN centro 4                                | 0.60 | 0.30                   | 0.19 | 17.04  | 1.48    | 734.67  | 53.83   |
| SIN centro 5                                | 0.72 | 0.35                   | 0.19 | 12.88  | 6.49    | 989.15  | 368.14  |
| SIN centro 6                                | 0.60 | 0.32                   | 0.20 | 13.83  | 11.41   | 727.49  | 197.06  |
| SIN centro 10                               | 0.79 | 0.49                   | 0.27 | 8.21   | 6.81    | 303.80  | 89.25   |
| SIN centro 12                               | 0.84 | 0.61                   | 0.34 | 5.13   | 4.63    | 155.50  | 48.77   |
| SIN Sud 1                                   | 0.91 | 0.51                   | 0.32 | 42.20  | 51.54   | 68.93   | 105.15  |
| SIN Sud 3                                   | 0.80 | 0.54                   | 0.28 | 5.39   | 1.01    | 1456.61 | 208.98  |
| SIN Sud 4                                   | 0.73 | 0.38                   | 0.21 | 11.19  | 6.77    | 851.95  | 306.09  |
| SIN Sud 5                                   | 0.76 | 0.60                   | 0.33 | 4.25   | 1.99    | 570.69  | 156.77  |
| SIN Sud 6                                   | 0.59 | 0.27                   | 0.17 | 18.33  | 1.43    | 808.17  | 37.42   |
| SIN Sud 10                                  | 0.86 | 0.47                   | 0.26 | 7.91   | 7.09    | 890.00  | 249.16  |
| SIN Sud 12                                  | 0.89 | 0.58                   | 0.33 | 5.27   | 4.47    | 133.80  | 71.84   |
| Controllo Sud (Palombina) 1                 | 0.28 | 0.19                   | 0.17 | 21.30  | 4.23    | 1130.59 | 189.58  |
| Controllo Sud (Palombina) 3                 | 0.58 | 0.62                   | 0.38 | 3.83   | 1.03    | 747.09  | 125.04  |
| Controllo Sud (Palombina) 4                 | 0.70 | 0.34                   | 0.19 | 9.97   | 18.23   | 1121.45 | 351.89  |
| Controllo Sud (Palombina) 5                 | 0.58 | 0.45                   | 0.28 | 7.57   | 3.92    | 829.73  | 159.38  |
| Controllo Sud (Palombina) 6                 | 0.75 | 0.62                   | 0.35 | 5.74   | 4.63    | 1940.00 | 361.15  |
| Controllo Sud (Palombina) 10                | 1.02 | 0.51                   | 0.26 | 5.64   | 1.32    | 905.00  | 86.88   |
| Controllo Sud (Palombina) 12                | 0.78 | 0.35                   | 0.20 | 11.51  | 8.00    | 155.36  | 107.67  |

#### 4.1.4 Composizione tassonomica della comunità meiobentonica

Sono stati identificati in totale 12 taxa: nematodi, copepodi e naupli, ostracodi, policheti, chinorinchi, tanaidacei, cumacei, cladoceri, bivalvi, acari, anfipodi e gasteropodi.

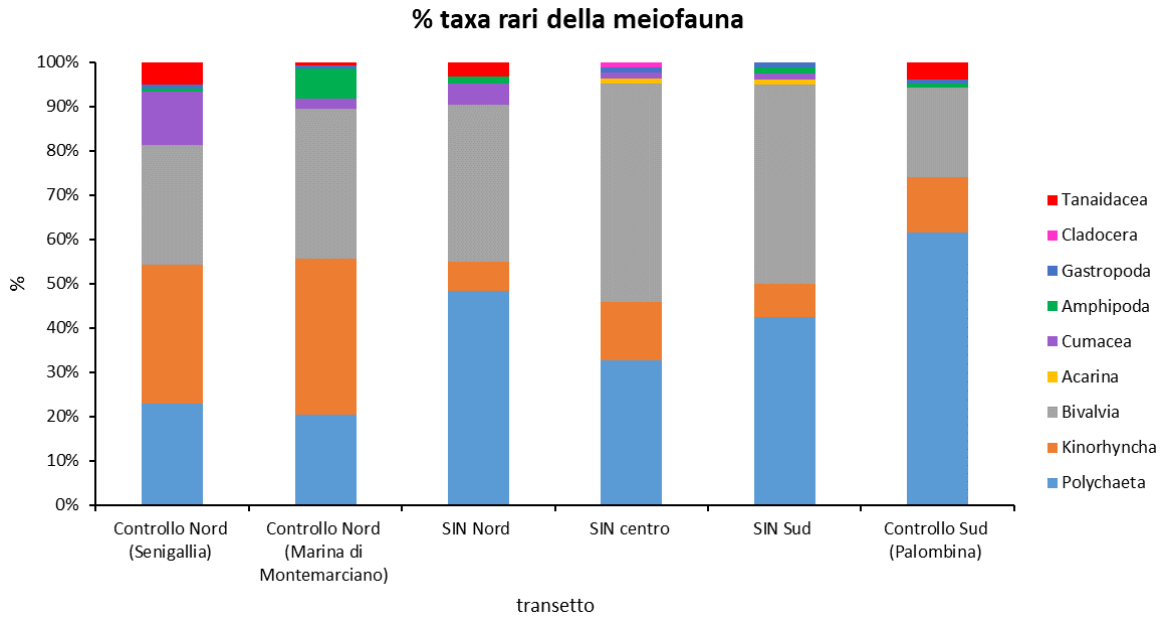
La struttura della comunità della meiofauna (Figura 7) è dominata dai nematodi sia nei transetti di controllo (87.3-95.0%) sia lungo quelli del SIN (85.7-93.2%), dai copepodi arcticoidi (3.9-11.2%

nei transetti di controllo e 4.6-12.2% in quelli del SIN) e dagli ostracodi (0.6-1.3% nei transetti di controllo e 1.4-1.8% in quelli del SIN). Il contributo degli altri taxa è 0.5-0.9% nei controlli e 0.4-0.5% nei transetti del SIN. Quest'ultimi possono essere considerati rari perché, secondo la definizione di "taxa rari", sono presenti in una percentuale inferiore all'1% rispetto all'abbondanza totale (Bianchelli *et al.*, 2010).



**Figura 7** Percentuali di abbondanza dei taxa della meiofauna nei transetti all'interno e all'esterno del SIN.

La comunità dei taxa rari è generalmente dominata dai policheti, chinorinchi e bivalvi sia nei transetti di controllo che in quelli del SIN (Figura 8).



**Figura 8** Percentuale di abbondanza dei taxa rari della meiofauna nei transetti all'interno e all'esterno del SIN.

Per quanto riguarda l'analisi statistica effettuata sulla composizione tassonomica, la PERMANOVA mostra un effetto significativo dovuto ai fattori Transetto, Profondità e Transetto x Profondità (Tabella 8). I test a posteriori (Allegato 5) indicano che ci sono differenze significative soprattutto a un metro di profondità, con percentuali maggiori di nematodi nei controlli rispetto al SIN. Alle altre batimetrie sono presenti pochissime differenze significative, in particolare a 3 m si evidenziano diversità tra il controllo Sud e il controllo Nord di Senigallia e i due transetti Nord e Sud del SIN (rispetto al controllo Sud, le altre stazioni presentano percentuali di nematodi maggiori), a 5 m tra il controllo Nord di Marina di Montemarcano e il controllo Sud (nella prima vi è un 10% in più di nematodi che la seconda), a 12 m tra il SIN Nord e il controllo Nord di Marina di Montemarcano e il controllo Sud. Lungo tutti i transetti sono, al contrario, presenti numerose differenze significative tra le profondità, in particolare tra le stazioni a 1 m e le altre per le percentuali di ostracodi che sono maggiori nelle prime rispetto alle altre, fa eccezione il transetto del controllo Sud in cui le differenze tra le medesime stazioni sono date dall'assenza degli ostracodi e dei taxa rari e dall'elevata percentuale di nematodi (ca 96%) nella stazione a 1 m. Si può notare, inoltre, che lungo

quasi tutti i transetti vi è una diminuzione della percentuale di nematodi all'aumentare della profondità. Fa nuovamente eccezione il controllo Sud in cui non è visibile questo tipo di trend.

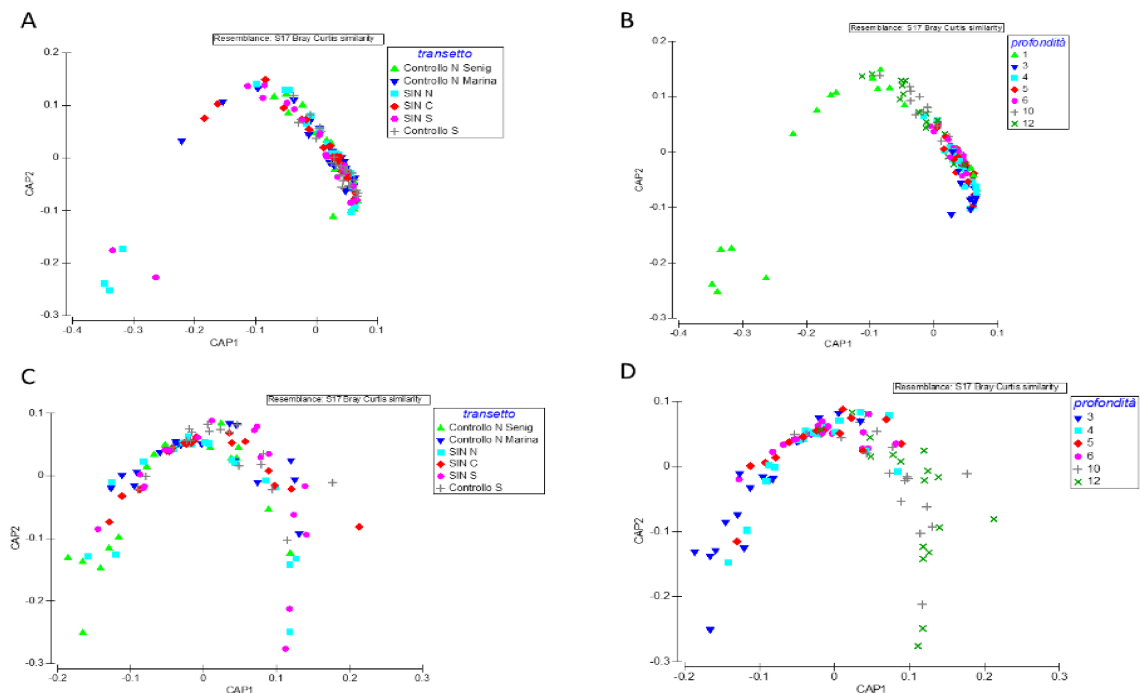
**Tabella 8** Risultati della PERMANOVA sulla composizione tassonomica della meiofauna. Df = gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|------------------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|
| Transetto              | 5         | 1479      | 3.3832          | 0.001        |
| Profondità             | 6         | 11528     | 26.371          | 0.001        |
| Transetto x Profondità | 30        | 1523.9    | 3.4859          | 0.001        |
| Residui                | 84        | 437.16    |                 |              |
| Totale                 | 125       |           |                 |              |

L'analisi delle coordinate principali (CAP) sulla composizione tassonomica della meiofauna, mostra l'assenza di una segregazione significativa tra transetti, come dimostrava già il test a posteriori (Figura 9A). Al contrario è visibile una segregazione significativa tra le profondità lungo i transetti, in particolare le stazioni a 1, 10 e 12 m segregano rispetto alle altre (Figura 9B).

Escludendo dal dataset le stazioni a 1 m di profondità, dove le differenze sono visibilmente significative, la situazione rimane analoga alla precedente: non vi è una significativa segregazione tra i transetti (Figura 9C), mentre aumenta la segregazione che è presente tra le profondità lungo i transetti (Figura 9D).





**Figura 9** Analisi delle coordinate principali sulla differenza della composizione tassonomica tra i transetti (A) e tra le profondità all'interno dei transetti (B) considerando tutte le profondità, tra i transetti (C) e tra le profondità all'interno dei transetti (D) eliminando le stazioni a 1 m.

La composizione dei taxa rari, invece, è condizionata da un effetto significativo della Profondità, come mostra il risultato della PERMANOVA (Tabella 9).

**Tabella 9** Risultati della PERMANOVA sulla composizione dei taxa rari della meiofauna. Df = gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| Source                 | df | MS     | Pseudo-F | P(MC) |
|------------------------|----|--------|----------|-------|
| Transetto              | 5  | 1903.1 | 0.72208  | 0.861 |
| Profondità             | 5  | 6881.2 | 2.6109   | 0.001 |
| Transetto x Profondità | 24 | 2621.7 | 0.99474  | 0.507 |
| Residui                | 44 | 2635.5 |          |       |
| Totale                 | 78 |        |          |       |

L'analisi SIMPER sulla composizione tassonomica, confrontando la stessa profondità nei diversi transetti (Tabella 10), ha rilevato che la dissimilarità maggiore (72%) tra i transetti del SIN e del controllo si ha nelle stazioni a 1 m, mentre alle altre profondità il range varia da 19 a 36%, nelle stazioni a 6 e 12 m, rispettivamente. Valutando, invece le diverse profondità lungo i transetti (Tabella 11), l'analisi SIMPER ha rilevato che la dissimilarità maggiore si ha lungo il SIN Nord, seguito da

SIN Sud (% media di 56 e 54% rispettivamente), mentre la dissimilarità minore si ha lungo il controllo Sud con una % media di 30. Gli altri transetti, presentano % medie di dissimilarità tra 42 e 44%.

**Tabella 10** Risultati dell'analisi SIMPER sulla percentuale di dissimilarità nella composizione tassonomica alla stessa profondità nei diversi transetti. CTRL= transetto di controllo; SIN c= transetto SIN centro; %= percentuale di dissimilarità.

|                                     | 1m        | 3m        | 4m        | 5m        | 6m        | 10m       | 12m       |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Confronto transetti</b>          | %         | %         | %         | %         | %         | %         | %         |
| CTRL N (Senigallia)-CTRL N (Marina) | 49        | 43        | 43        | 21        | 24        | 26        | 25        |
| CTRL N (Senigallia)-SIN N           | 91        | 23        | 44        | 32        | 20        | 21        | 41        |
| CTRL N (Marina)-SIN N               | 78        | 29        | 25        | 24        | 14        | 22        | 44        |
| CTRL N (Senigallia)-SIN c           | 50        | 33        | 37        | 24        | 21        | 22        | 29        |
| CTRL N (Marina)-SIN c               | 23        | 18        | 21        | 16        | 17        | 24        | 21        |
| SIN N-SIN c                         | 83        | 23        | 18        | 25        | 13        | 17        | 30        |
| CTRL N (Senigallia)-SIN S           | 70        | 31        | 34        | 36        | 22        | 35        | 39        |
| CTRL N (Marina)-SIN S               | 65        | 24        | 25        | 32        | 13        | 29        | 36        |
| SIN N-SIN S                         | 65        | 21        | 24        | 20        | 11        | 30        | 25        |
| SIN c-SIN S                         | 67        | 18        | 18        | 27        | 13        | 30        | 26        |
| CTRL N (Senigallia)-CTRL S          | 57        | 55        | 28        | 24        | 23        | 31        | 26        |
| CTRL N (Marina)-CTRL S              | 83        | 21        | 30        | 15        | 24        | 24        | 21        |
| SIN N-CTRL S                        | 99        | 42        | 32        | 22        | 22        | 25        | 48        |
| SIN c-CTRL S                        | 83        | 29        | 22        | 16        | 19        | 25        | 28        |
| SIN S-CTRL S                        | 89        | 34        | 21        | 21        | 19        | 22        | 42        |
| <b>% media SIN-CTRL</b>             | <b>72</b> | <b>29</b> | <b>29</b> | <b>25</b> | <b>19</b> | <b>25</b> | <b>36</b> |
| <b>% media CTRL</b>                 | <b>63</b> | <b>40</b> | <b>34</b> | <b>20</b> | <b>24</b> | <b>27</b> | <b>24</b> |
| <b>% media SIN</b>                  | <b>71</b> | <b>21</b> | <b>20</b> | <b>24</b> | <b>12</b> | <b>26</b> | <b>27</b> |

**Tabella 11** Risultati dell'analisi SIMPER sulla percentuale di dissimilarità nella composizione tassonomica totale a diverse profondità lungo i transetti. CTRL= transetto di controllo; %= percentuale di dissimilarità.

|                             | CTRL N (Senigallia) | CTRL N (Marina) | SIN N     | SIN centro | SIN S     | CTRL S    |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Confronto profondità</b> | %                   | %               | %         | %          | %         | %         |
| 1m-3m                       | 77                  | 81              | 98        | 85         | 92        | 25        |
| 1m-4m                       | 66                  | 74              | 96        | 76         | 86        | 15        |
| 3m-4m                       | 27                  | 28              | 48        | 27         | 32        | 23        |
| 1m-5m                       | 56                  | 81              | 97        | 80         | 82        | 18        |
| 3m-5m                       | 37                  | 14              | 49        | 20         | 45        | 14        |
| 4m-5m                       | 29                  | 28              | 20        | 15         | 24        | 18        |
| 1m-6m                       | 30                  | 77              | 98        | 75         | 86        | 31        |
| 3m-6m                       | 62                  | 19              | 41        | 28         | 35        | 18        |
| 4m-6m                       | 48                  | 26              | 20        | 12         | 16        | 28        |
| 5m-6m                       | 36                  | 16              | 16        | 19         | 22        | 18        |
| 1m-10m                      | 30                  | 61              | 97        | 67         | 72        | 57        |
| 3m-10m                      | 64                  | 41              | 57        | 42         | 69        | 46        |
| 4m-10m                      | 51                  | 34              | 22        | 22         | 49        | 55        |
| 5m-10m                      | 38                  | 39              | 19        | 31         | 37        | 46        |
| 6m-10m                      | 21                  | 33              | 23        | 20         | 48        | 37        |
| 1m-12m                      | 30                  | 65              | 93        | 55         | 71        | 35        |
| 3m-12m                      | 68                  | 39              | 80        | 58         | 75        | 27        |
| 4m-12m                      | 54                  | 29              | 51        | 41         | 57        | 35        |
| 5m-12m                      | 43                  | 41              | 52        | 48         | 46        | 25        |
| 6m-12m                      | 28                  | 34              | 60        | 38         | 57        | 21        |
| 10m-12m                     | 28                  | 25              | 43        | 24         | 28        | 29        |
| <b>% media</b>              | <b>44</b>           | <b>42</b>       | <b>56</b> | <b>42</b>  | <b>54</b> | <b>30</b> |

Focalizzandosi sui taxa rari, il risultato dell'analisi SIMPER mostra, in generale, % medie di dissimilarità maggiori, rispetto al precedente. Il confronto tra i transetti del SIN e di controllo alle stesse profondità (Tabella 12), indica che la dissimilarità maggiore (90%) si trova a 4 m, mentre la minore (68%) a 12 m; alle altre profondità il range varia da 75 a 87%, a 10 e 3 m, rispettivamente. Valutando, invece le diverse profondità lungo i transetti (Tabella 13), l'analisi SIMPER indica che il controllo Sud presenta la dissimilarità maggiore con il 93%, seguito dal controllo Nord di Senigallia (91%) e il SIN centro ha la dissimilarità media minore (74%). Gli altri transetti mostrano % medie di dissimilarità che vanno dal 79 al 82%.

**Tabella 12** Risultati dell'analisi SIMPER sulla percentuale di dissimilarità nella composizione dei taxa rari alla stessa profondità nei diversi transetti. CTRL= transetto di controllo; SIN c= transetto SIN centro; %=percentuale di dissimilarità.

|                                     | 1m        | 3m        | 4m        | 5m        | 6m        | 10m       | 12m       |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Confronto transetti</b>          | %         | %         | %         | %         | %         | %         | %         |
| CTRL N (Senigallia)-CTRL N (Marina) | 55        | 100       | 98        | 87        | 88        | 83        | 39        |
| CTRL N (Senigallia)-SIN N           | 50        | 100       | 80        | 79        | 86        | 77        | 83        |
| CTRL N (Marina)-SIN N               | 62        | 77        | 98        | 66        | 86        | 59        | 80        |
| CTRL N (Senigallia)-SIN c           | 61        | 100       | 81        | 79        | 81        | 76        | 67        |
| CTRL N (Marina)-SIN c               | 70        | 78        | 93        | 70        | 81        | 74        | 67        |
| SIN N-SIN c                         | 66        | 94        | 81        | 67        | 79        | 64        | 63        |
| CTRL N (Senigallia)-SIN S           | 74        | 100       | 90        | 86        | 96        | 85        | 70        |
| CTRL N (Marina)-SIN S               | 79        | 57        | 82        | 63        | 96        | 79        | 69        |
| SIN N-SIN S                         | 47        | 81        | 90        | 69        | 94        | 71        | 61        |
| SIN c-SIN S                         | 76        | 78        | 75        | 70        | 86        | 66        | 34        |
| CTRL N (Senigallia)-CTRL S          | 100       | 100       | 100       | 90        | 78        | 83        | 61        |
| CTRL N (Marina)-CTRL S              | 100       | 79        | 86        | 76        | 78        | 80        | 65        |
| SIN N-CTRL S                        | 100       | 89        | 100       | 76        | 78        | 72        | 78        |
| SIN c-CTRL S                        | 100       | 96        | 100       | 84        | 61        | 70        | 51        |
| SIN S-CTRL S                        | 100       | 86        | 88        | 79        | 83        | 79        | 50        |
| <b>% media SIN-CTRL</b>             | <b>77</b> | <b>87</b> | <b>90</b> | <b>76</b> | <b>83</b> | <b>75</b> | <b>68</b> |
| <b>% media CTRL</b>                 | <b>85</b> | <b>93</b> | <b>94</b> | <b>84</b> | <b>81</b> | <b>82</b> | <b>55</b> |
| <b>% media SIN</b>                  | <b>63</b> | <b>85</b> | <b>82</b> | <b>69</b> | <b>86</b> | <b>67</b> | <b>53</b> |

**Tabella 13** Risultati dell'analisi SIMPER sulla percentuale di dissimilarità nella composizione dei taxa rari a diverse profondità lungo i transetti. CTRL= transetto di controllo; %= percentuale di dissimilarità.

|                             | CTRL N (Senigallia) | CTRL N (Marina) | SIN N     | SIN centro | SIN S     | CTRL S    |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Confronto profondità</b> | <b>%</b>            | <b>%</b>        | <b>%</b>  | <b>%</b>   | <b>%</b>  | <b>%</b>  |
| 1m-3m                       | 100                 | 58              | 79        | 89         | 89        | 100       |
| 1m-4m                       | 87                  | 89              | 73        | 75         | 75        | 100       |
| 3m-4m                       | 100                 | 90              | 93        | 85         | 85        | 100       |
| 1m-5m                       | 87                  | 61              | 51        | 78         | 78        | 100       |
| 3m-5m                       | 100                 | 53              | 84        | 83         | 83        | 89        |
| 4m-5m                       | 86                  | 90              | 76        | 67         | 67        | 100       |
| 1m-6m                       | 87                  | 90              | 73        | 75         | 75        | 100       |
| 3m-6m                       | 100                 | 78              | 93        | 83         | 83        | 83        |
| 4m-6m                       | 86                  | 98              | 80        | 63         | 63        | 100       |
| 5m-6m                       | 83                  | 87              | 76        | 67         | 67        | 81        |
| 1m-10m                      | 74                  | 87              | 61        | 71         | 71        | 100       |
| 3m-10m                      | 100                 | 75              | 84        | 91         | 91        | 88        |
| 4m-10m                      | 93                  | 83              | 87        | 68         | 68        | 96        |
| 5m-10m                      | 91                  | 85              | 73        | 73         | 73        | 88        |
| 6m-10m                      | 92                  | 89              | 87        | 73         | 73        | 66        |
| 1m-12m                      | 75                  | 77              | 71        | 77         | 77        | 100       |
| 3m-12m                      | 100                 | 73              | 87        | 83         | 83        | 98        |
| 4m-12m                      | 97                  | 91              | 91        | 63         | 63        | 100       |
| 5m-12m                      | 95                  | 80              | 76        | 68         | 68        | 98        |
| 6m-12m                      | 97                  | 96              | 91        | 68         | 68        | 81        |
| 10m-12m                     | 87                  | 83              | 72        | 54         | 54        | 88        |
| <b>% media</b>              | <b>91</b>           | <b>82</b>       | <b>79</b> | <b>74</b>  | <b>80</b> | <b>93</b> |

#### ***4.2 Concentrazione e composizione biochimica della materia organica sedimentaria***

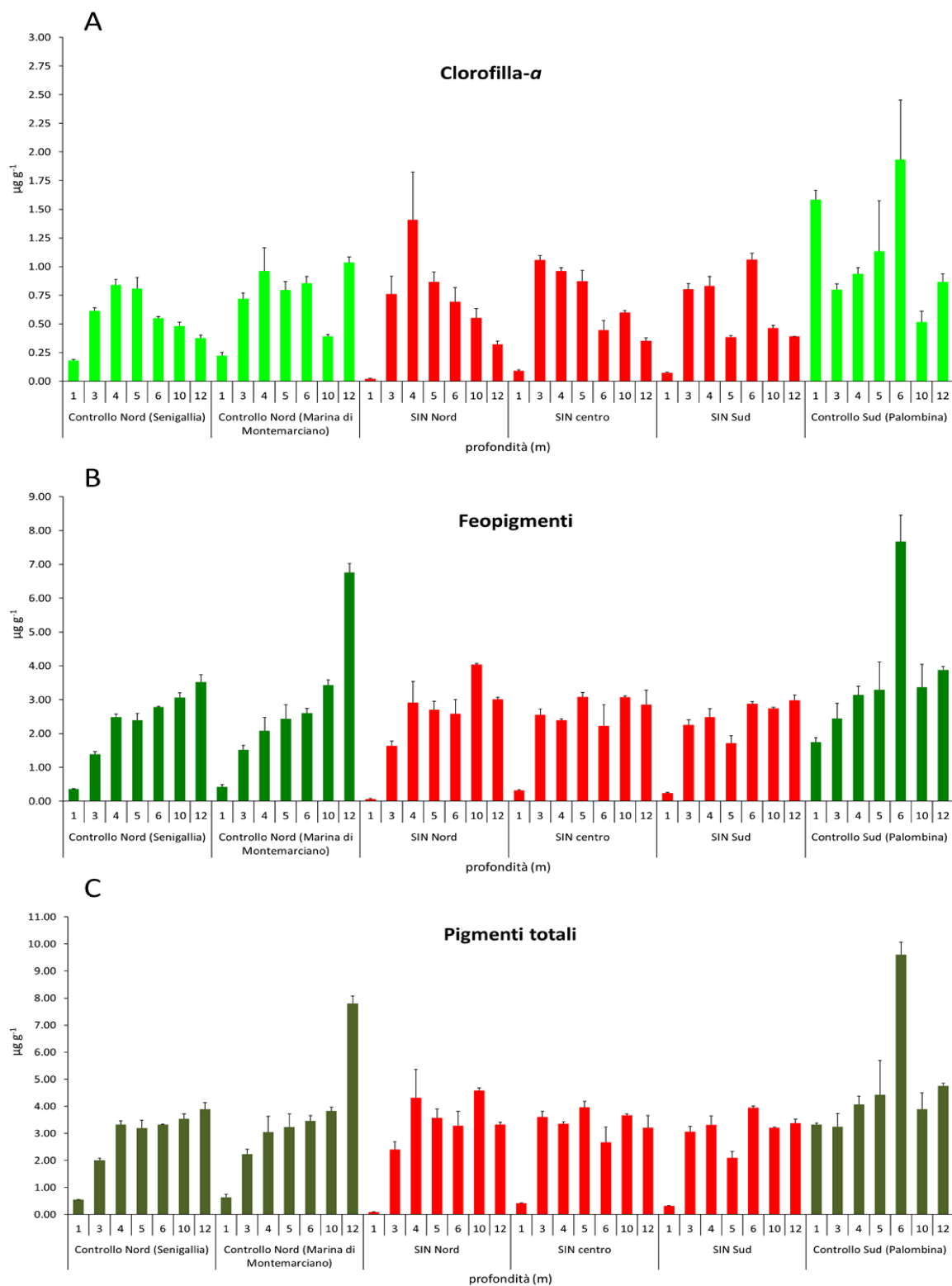
Le concentrazioni di clorofilla-*a*, feopigmenti, proteine, carboidrati e lipidi totali nei sedimenti delle 42 stazioni oggetto di indagine sono riportate nell'Allegato 2. Le analisi univariate e multivariate (Allegato 4) relative alle singole componenti biochimiche dei carichi organici sedimentari e dei descrittori di stato trofico e di qualità nutrizionale, trattati nei metodi, hanno evidenziato un effetto significativo del fattore Transetto, Profondità e della permutazione dei due. Di seguito sono riportati i grafici e i risultati dei test a posteriori effettuati per valutare le differenze tra transetti alla stessa profondità e tra le profondità dello stesso transetto (Allegato 5).

#### 4.2.1 Fitopigmenti

I dati relativi alla concentrazione dei fitopigmenti nel sedimento sono riportati in Figura 10 (clorofilla-*a*, feopigmenti e pigmenti totali in A, B e C, rispettivamente). La concentrazione di clorofilla-*a* varia tra  $0.18 \pm 0.01$  e  $1.93 \pm 0.52 \mu\text{g g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.02 \pm 0.01$  e  $1.41 \pm 0.42 \mu\text{g g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN. La concentrazione di feopigmenti varia tra  $0.37 \pm 0.01$  e  $7.67 \pm 0.78 \mu\text{g g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.06 \pm 0.01$  e  $4.04 \pm 0.03 \mu\text{g g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN. La concentrazione di pigmenti totali varia tra  $0.55 \pm 0.01$  e  $9.61 \pm 0.45 \mu\text{g g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.09 \pm 0.02$  e  $4.59 \pm 0.10 \mu\text{g g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.

I test a posteriori per le concentrazioni di clorofilla-*a* (Allegato 5), mostrano differenze significative tra i transetti di controllo e quelli nel SIN a tutte le profondità (eccetto 4 m), con concentrazioni generalmente maggiori nei controlli, soprattutto in quello Sud, dove a 1 m, questo pigmento arriva ad avere concentrazioni da 18 a 80 volte superiori a quelle misurate alla stessa profondità nelle stazioni del SIN. Anche a 6 m, le concentrazioni sono più elevate che negli altri transetti, ma di al massimo 4 volte (confronto con la stazione del transetto centrale del SIN). A 5 m si osservano solo differenze significative tra il transetto Sud del SIN e gli altri 5 transetti, che presentano concentrazioni 2-3 volte superiori rispetto a quella della stazione del SIN Sud.

Per quanto riguarda le concentrazioni di feopigmenti, i test a posteriori (Allegato 5), riportano diverse differenze significative a tutte le profondità con concentrazioni maggiori nei controlli, soprattutto in quello Sud. Lo stesso andamento è stato osservato per le concentrazioni dei pigmenti totali (Allegato 5).

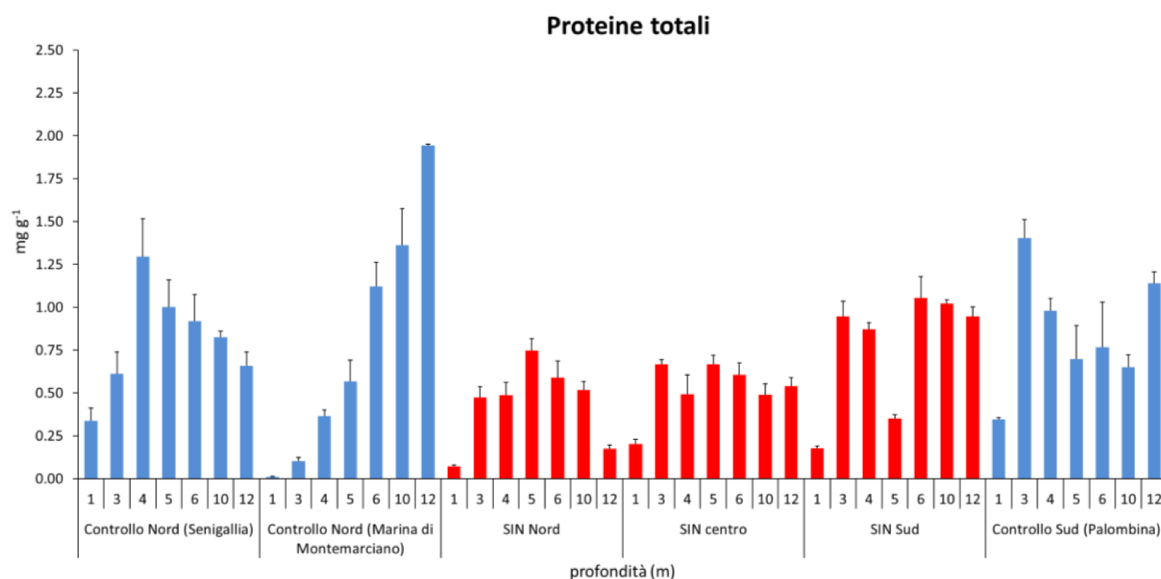


**Figura 10** Concentrazione di clorofilla-a (A), feopigmenti (B) e pigmenti totali (C) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in verde) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

I test a posteriori (Allegato 5) indicano, inoltre, che le concentrazioni di queste variabili presentano differenze significative tra le profondità, lungo tutti i transetti. Considerando la clorofilla-*a*, si può notare che generalmente raggiunge le concentrazioni maggiori nelle stazioni a 3 e 4 m di profondità, fa eccezione il controllo Sud, dove esse sono state misurate nelle stazioni a 1 e 6 m ( $1.58 \pm 0.08 \mu\text{g g}^{-1}$  e  $1.93 \pm 0.52 \mu\text{g g}^{-1}$ , rispettivamente). Per quanto riguarda i feopigmenti e i pigmenti totali, nei transetti di controllo le concentrazioni aumentano con l'aumentare della profondità, mentre nei transetti del SIN non si nota lo stesso andamento.

#### 4.2.2 Proteine, carboidrati, lipidi e carbonio biopolimerico

I dati relativi alla concentrazione delle proteine nel sedimento sono riportati in Figura 11. La concentrazione varia tra  $0.01 \pm 0.00$  e  $1.94 \pm 0.01 \text{ mg g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.07 \pm 0.01$  e  $1.05 \pm 0.12 \text{ mg g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.

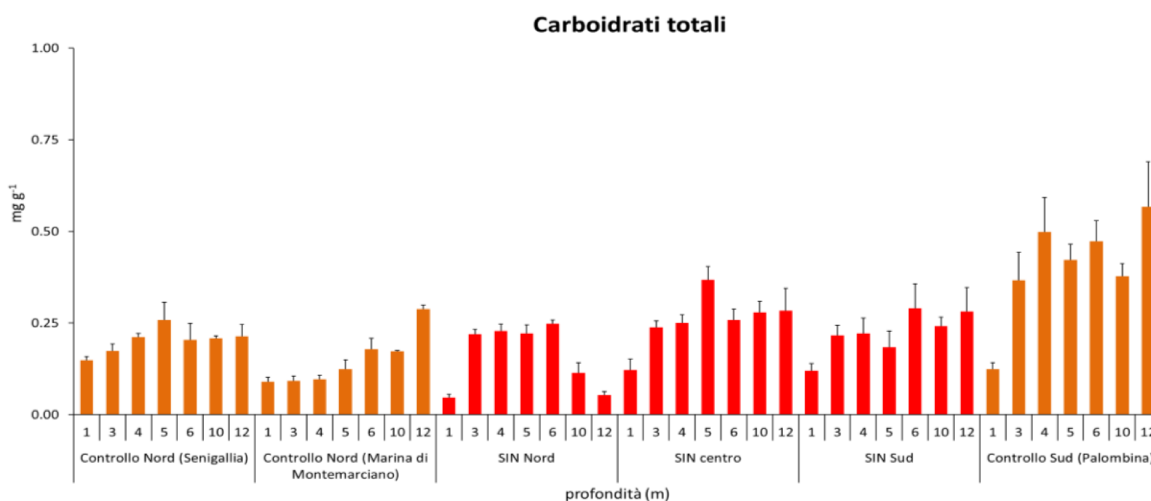


**Figura 11** Concentrazione di proteine ( $\text{mg g}^{-1}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in azzurro) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

I test a posteriori sulle concentrazioni di proteine (Allegato 5) indicano che ci sono differenze statisticamente significative tra i transetti del SIN e quelli di controllo soprattutto a 1, 3, 4, 10 e 12 m; a 5 m si evidenziano differenze tra il transetto Sud del SIN e gli altri, mentre a 6 m le differenze

sono tra il transetto Nord del SIN e i controlli a Nord così come tra il transetto centro del SIN e gli stessi controlli. In tutti questi casi, le concentrazioni sono maggiori nelle stazioni dei controlli rispetto ai quelle del SIN. Per quanto riguarda le variazioni di concentrazione proteica lungo i transetti (Allegato 5), si trovano sempre concentrazioni minori nelle stazioni a 1 m rispetto alle altre 6 profondità; nel transetto di controllo Sud la concentrazione maggiore si ritrova a 3 m ( $1.40 \pm 0.11$  mg g<sup>-1</sup>), mentre nel transetto Nord di Marina di Montemarciano, le differenze sono significative tra tutte le profondità, si osserva, infatti un aumento delle concentrazioni all'aumentare della profondità.

I dati relativi alla concentrazione dei carboidrati nel sedimento sono riportati in Figura 12. La concentrazione varia tra  $0.09 \pm 0.01$  e  $0.57 \pm 0.12$  mg g<sup>-1</sup> nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.05 \pm 0.01$  e  $0.37 \pm 0.04$  mg g<sup>-1</sup> nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



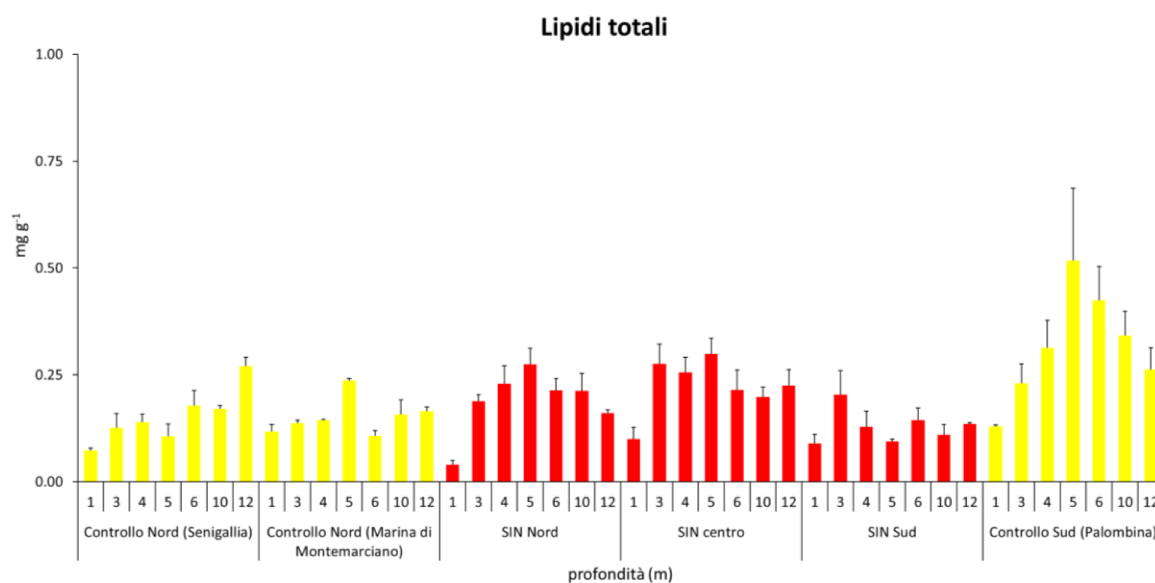
**Figura 12** Concentrazione di carboidrati (mg g<sup>-1</sup>) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in arancione) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

I test a posteriori sulla variazione delle concentrazioni di carboidrati (Allegato 5), indicano che ci sono differenze significative tra i transetti di controllo e quelli all'interno del SIN a 3, 4, 5, 10 e 12 m, il controllo Nord di Senigallia e quello Sud presentano concentrazioni maggiori rispetto al SIN, mentre il controllo Nord di Marina di Montemarciano mostra generalmente concentrazioni inferiori rispetto agli altri transetti. A 1 m si trovano differenze significative tra il transetto Nord del SIN e gli altri, infatti nella stazione del SIN Nord la concentrazione è 2-3 volte inferiore rispetto alle stazioni a 1 m degli altri transetti. a 6 m il controllo Sud presenta una concentrazione 1.5-2 volte



superiore a quella misurata negli altri transetti. Considerando, invece, la situazione lungo i transetti (Allegato 5), le differenze sono, in generale, tra 1 m e le altre profondità e tra 3 m e le altre batimetrie. Inoltre, lungo il controllo Nord di Marina di Montemarciano e il SIN Nord, ci sono differenze significative anche tra le altre profondità, nel primo caso le concentrazioni aumentano con la profondità, nel secondo raggiungono il picco a 6 m per poi diminuire di nuovo a 10 e 12 m.

I dati relativi alla concentrazione dei lipidi nel sedimento sono riportati in Figura 13. La concentrazione varia tra  $0.07 \pm 0.01$  e  $0.52 \pm 0.17$   $\text{mg g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.04 \pm 0.01$  e  $0.30 \pm 0.04$   $\text{mg g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.

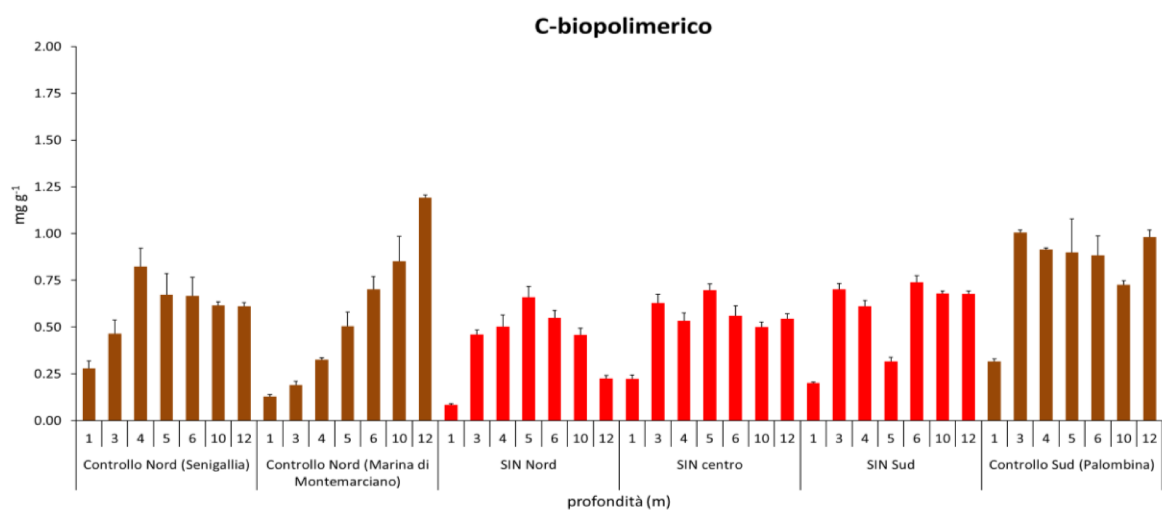


**Figura 13** Concentrazione di lipidi ( $\text{mg g}^{-1}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in giallo) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

I test a posteriori sulle concentrazioni di lipidi (Allegato 5), mostrano differenze significative tra i transetti di controllo e quelli del SIN, complessivamente per tutte le profondità. Le concentrazioni del controllo Sud raggiungono generalmente valori doppi rispetto a quelle sia dei controlli Nord che dei transetti del SIN. Le concentrazioni di lipidi lungo i transetti (Allegato 5) mostrano differenze significative diverse a seconda della zona considerata: lungo il controllo Nord di Senigallia le concentrazioni aumentano con la profondità, in quello di Marina di Montemarciano,

nel controllo Sud e nei transetti Nord e centro del SIN si rileva un aumento della concentrazione fino a 5 e 6 m e poi successiva diminuzione, nel SIN Sud è visibile un picco a 3 m.

I dati relativi alla concentrazione del carbonio biopolimerico (BPC) nel sedimento sono riportati in Figura 14. La concentrazione varia tra  $0.13 \pm 0.01$  e  $1.19 \pm 0.02$   $\text{mg g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $0.08 \pm 0.01$  e  $0.74 \pm 0.03$   $\text{mg g}^{-1}$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



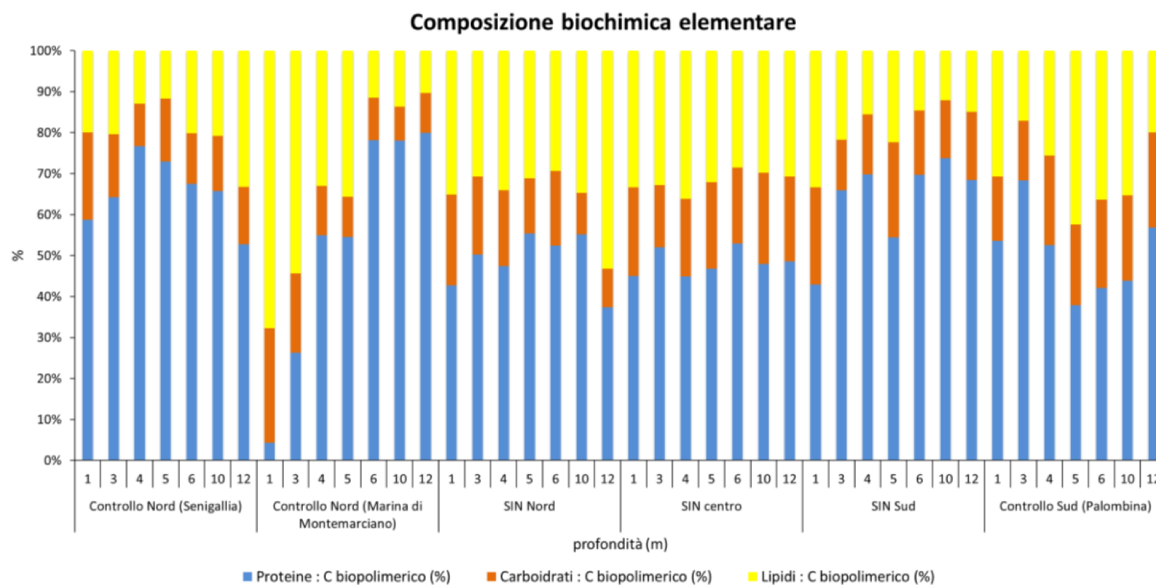
**Figura 14** Concentrazione di C-biopolimerico ( $\text{mg g}^{-1}$ ) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in marrone) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

Le concentrazioni di BPC nei sedimenti presentano differenze statisticamente significative tra i transetti di controllo e quelli del SIN in tutte le profondità prese in esame (Allegato 5). In generale le stazioni di controllo mostrano concentrazioni maggiori di quelle del SIN. Prendendo in considerazione le profondità lungo i transetti, i test a posteriori (Allegato 5) indicano che sono presenti, ogni volta, differenze significative tra 1 m e le restanti profondità, nella stazione più superficiale si ritrovano sempre le concentrazioni minori. Nei transetti non sono sempre riscontrabili differenze tra le altre profondità, ad eccezione del controllo a Nord di Marina di Montemarignano in cui le concentrazioni aumentano all'aumentare della profondità.

#### *4.2.3 Analisi multivariata della composizione biochimica del sedimento*

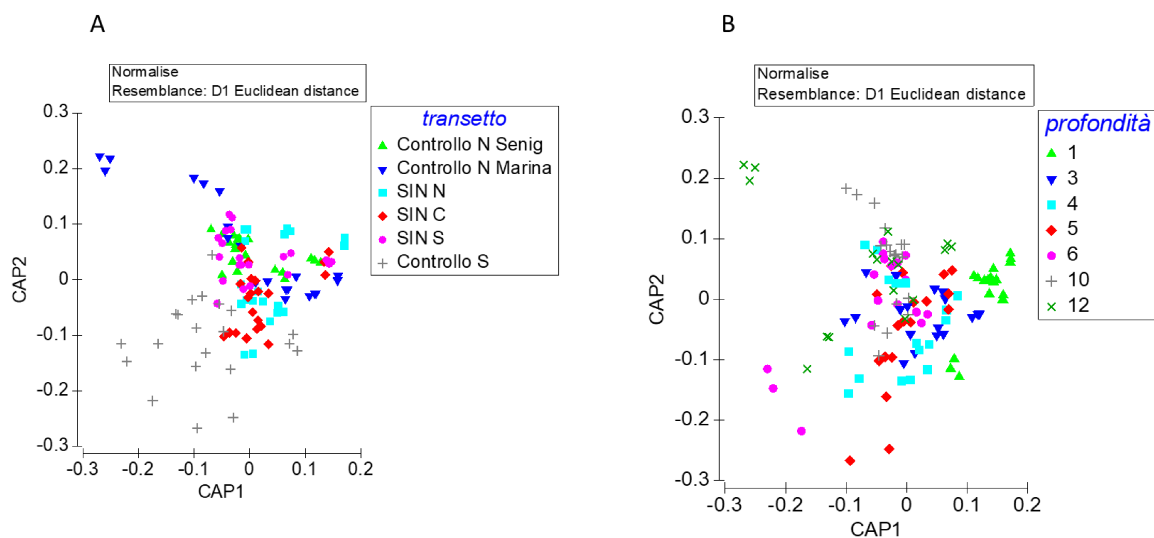
L'analisi multivariata sulla composizione biochimica indica che è presente un effetto significativo del fattore Transetto, Profondità e Transetto x Profondità (Allegato 4). I test a posteriori (Allegato 5) indicano che ci sono differenze statisticamente significative riguardanti la composizione biochimica confrontando le stesse profondità nei transetti di controllo e in quelli del SIN: generalmente si ritrova una maggior percentuale di proteine nei transetti di controllo rispetto a quelli del SIN, viceversa si ritrova una percentuale maggiore di carboidrati e lipidi nel SIN rispetto ai controlli. Comparando le diverse profondità lungo i transetti si può notare che nei transetti del SIN non è visibile un trend tra cambiamento delle percentuali e profondità, mentre ciò è riscontrabile nel controllo Nord di Marina di Montemarciano, dove la frazione proteica aumenta all'aumentare della profondità con conseguente riduzione della componente glucidica e lipidica. Nel transetto Nord di Senigallia è visibile un andamento opposto rispetto a quello del controllo Sud: nel primo caso, si può notare che vi è un aumento della frazione proteica fino ai 4-5 m di profondità e una contemporanea diminuzione delle porzioni glucidiche e lipidiche; nel controllo Sud, invece, vi sono una progressiva diminuzione della frazione proteica e un aumento della porzione lipidica presso le stesse profondità.

La frazione proteica del BPC nel sedimento mostra valori percentuali che variano tra 4 e 80% nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra 37 e 74% in quelle lungo i transetti del SIN; la frazione glucidica ha valori compresi tra 8 e 28% nelle stazioni dei transetti di controllo e tra 9 e 24% in quelle dei transetti del SIN; la frazione lipidica presenta valori che variano tra 10 e 68% nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra 12 e 53% in quelle dei transetti del SIN (Figura 15).



**Figura 15** Composizione biochimica elementare del C-biopolimerico (%) nelle stazioni all'interno e all'esterno del SIN.

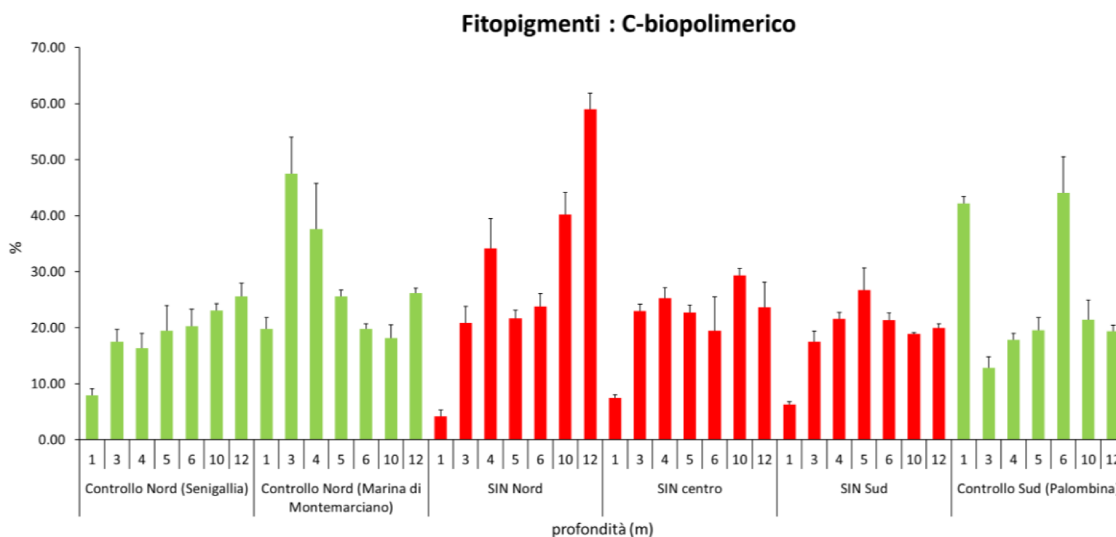
L'analisi delle coordinate principali (CAP) sulla composizione biochimica mostra una segregazione significativa delle stazioni lungo i transetti di controllo Nord di Marina di Montemarciano e Sud di Palombina, rispetto ai transetti del SIN (Figura 16A). Al contrario considerando le diverse profondità lungo i transetti, non si ritrovano segregazioni significative per tutte le profondità, ad eccezione di quelle a 1 m (Figura 16B).



**Figura 16** Analisi delle coordinate principali sulla differenza della composizione biochimica tra i transetti (A) e tra le profondità all'interno dei transetti (B).

#### 4.2.4 Qualità nutrizionale della materia organica sedimentaria

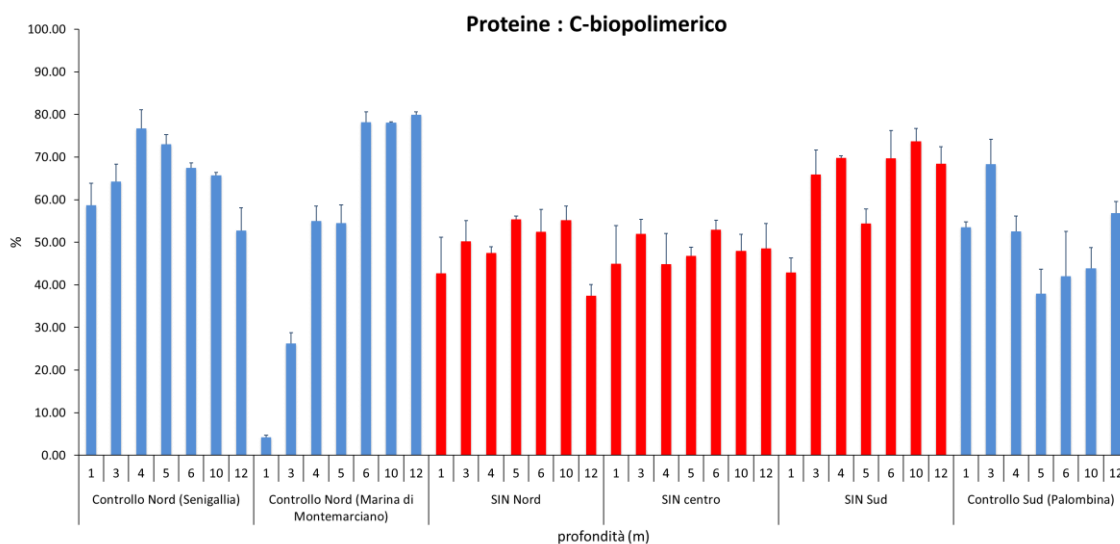
I dati relativi la frazione algale del C-biopolimerico nel sedimento sono riportati in Figura 17. La percentuale varia tra  $8 \pm 1$  e  $47 \pm 7\%$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $4 \pm 1$  e  $59 \pm 3\%$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



**Figura 17** Frazione algale del C-biopolimerico (%) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in verde) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

La frazione algale del C-biopolimerico mostra differenze statisticamente significative (Allegato 5) tra i transetti di controllo e quelli del SIN a 1, 3, 4, 10 e 12 m, con una percentuale maggiore nei transetti di controllo rispetto a quelli del SIN. A 6 m sono presenti differenze tra il controllo Sud e gli altri transetti, infatti nel controllo Sud la percentuale è il doppio rispetto a quelle degli altri transetti. Valutando, invece lungo i transetti (Allegato 5), generalmente si può notare che la frazione algale presenta percentuali minori nelle stazioni a 1 m rispetto alle altre, ad eccezione del controllo Sud dove risulta essere, insieme a quella a 6 m, il doppio rispetto alle altre. Si riscontrano maggiori differenze tra le altre profondità nel controllo Nord di Marina di Montemarciano, con un picco della porzione algale a 3 m; nel SIN Nord, con l'aumento di essa alle stazioni a 10 e 12 m e nel SIN Sud dove è visibile un aumento fino ai 5 m e una successiva diminuzione.

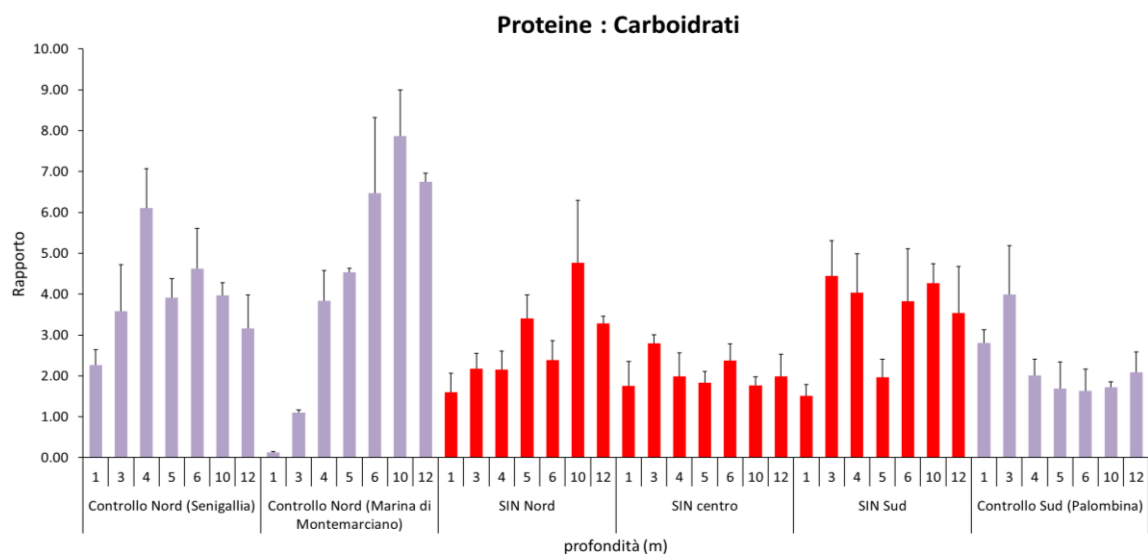
I dati relativi la frazione proteica del C-biopolimerico nel sedimento sono riportati in Figura 18. La percentuale varia tra  $4 \pm 0$  e  $80 \pm 1\%$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e tra  $37 \pm 3$  e  $74 \pm 3\%$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN.



**Figura 18** Frazione proteica del C-biopolimerico (%) nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in blu) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

I test a posteriori (Allegato 5) indicano che la frazione proteica del BPC presenta differenze significative tra i transetti di controllo e quelli del SIN a 3, 4, 6, 10 e 12 m, con percentuali, generalmente, maggiori nei controlli rispetto al SIN. A 1 m le differenze sono riscontrabili tra i controlli Nord e i 3 transetti del SIN, in particolare il controllo Nord di Senigallia e quello Sud presentano percentuali maggiori rispetto a quelli del SIN, mentre il controllo di Marina di Montemarcano mostra una percentuale inferiore (4%) rispetto a tutte le altre stazioni a 1 m. Per quanto riguarda il confronto tra profondità lungo lo stesso transetto (Allegato 5), sono presenti generalmente differenze significative: il controllo Nord di Marina di Montemarcano presenta percentuali che aumentano direttamente con la profondità, quello di Senigallia mostra un aumento fino a 4 m e poi una diminuzione, mentre il controllo Sud presenta una diminuzione della percentuale ai 5 m per poi aumentare nuovamente. Nei transetti del SIN non è visibile un trend preciso, tranne che nel transetto Sud dove si vede un aumento con la profondità interrotto da una diminuzione a 5 m.

I valori del rapporto proteine : carboidrati variano da  $0.1 \pm 0.0$  a  $7.9 \pm 1.1$  nelle stazioni lungo i transetti di controllo e da  $1.5 \pm 0.3$  a  $4.8 \pm 1.5$  nelle stazioni lungo i transetti del SIN, come mostrato in Figura 19.



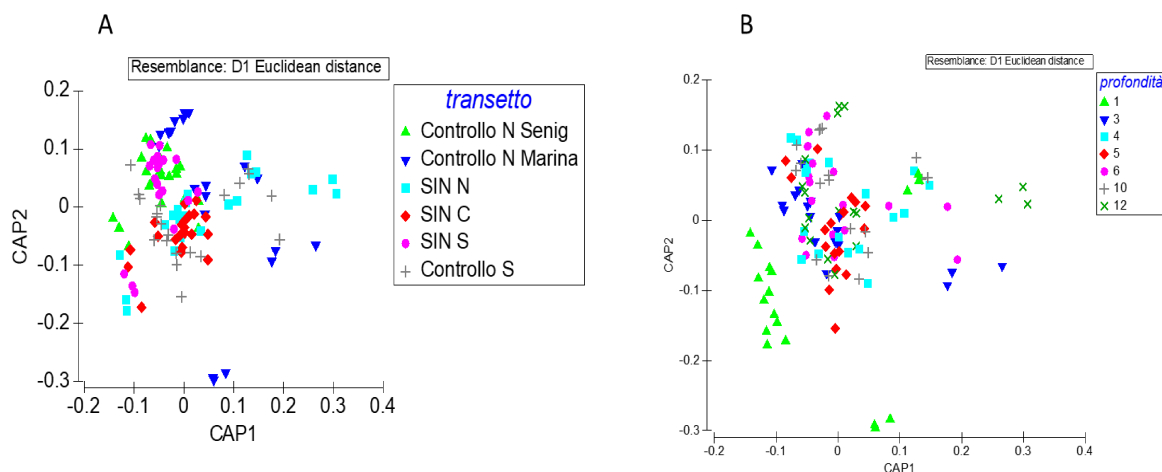
**Figura 19** Rapporto proteine totali : carboidrati totali nelle stazioni all'interno (in rosso) e all'esterno (in violetto) del SIN, i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard su 3 repliche.

Le analisi statistiche sui valori del rapporto proteine : carboidrati (Allegato 5), mostrano differenze significative soprattutto tra il transetto di controllo Nord di Marina di Montemarciano e i transetti all'interno del SIN per tutte le profondità considerate. In particolare, il controllo Nord presenta un rapporto maggiore rispetto ai transetti del SIN tra 4 e 12 m, mentre a 1 e 3 m mostra rapporti minori. Valutando, invece, le differenze tra le profondità lungo i transetti (Allegato 5), si può notare che sono meno abbondanti. Si ritrovano soprattutto differenze tra le prime stazioni (1 e 3 m) e le altre profondità, con un valore, generalmente inferiore nelle prime. Nel transetto Nord di Senigallia è visibile un picco del rapporto a 4 m di profondità.

L'analisi a posteriori (Allegato 5) rivela che la qualità nutrizionale dei sedimenti differisce in maniera significativa tra i transetti di controllo e quelli nel SIN per ognuna delle profondità considerate. Per quanto riguarda l'analisi a livello di transetto (Allegato 5), si evidenziano differenze significative tra tutte le profondità all'interno dei transetti di controllo Nord, del SIN Nord e del controllo Sud, mentre sia nel transetto SIN centro che in quello SIN Sud, le differenze sono soprattutto tra 1 m e le altre profondità.

L'analisi delle coordinate principali (CAP) sulla qualità nutrizionale mostra una segregazione significativa delle stazioni lungo i transetti di controllo Nord, rispetto ai transetti del SIN (Figura 20A). Considerando le diverse profondità lungo i transetti, si ritrova una segregazione significativa della profondità a 1 m (Figura 20B).



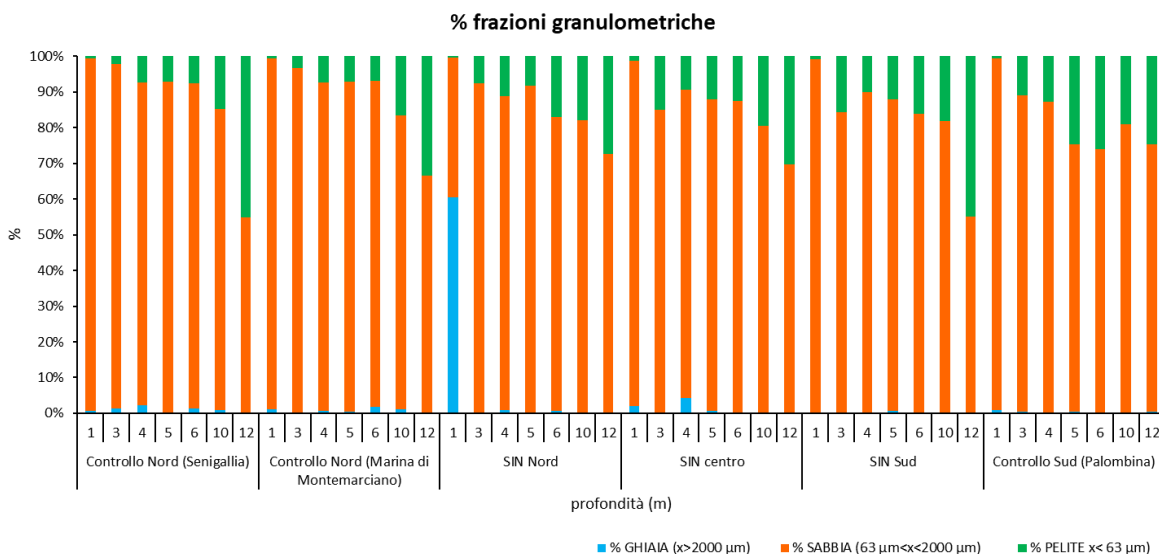


**Figura 20** Analisi delle coordinate principali sulla differenza della qualità nutrizionale tra i transetti (A) e tra le profondità all'interno dei transetti (B).

### 4.3 Granulometria, temperatura e salinità al fondo

Le percentuali delle 3 frazioni granulometriche dei sedimenti delle 42 stazioni oggetto di indagine sono riportate nell'Allegato 2.

L'analisi granulometrica mostra una distribuzione delle tre classi sedimentarie uniforme in tutti i transetti, con maggior percentuale di sabbia nei primi 10 metri di profondità (39-99%) e un aumento consistente della frazione pelitica dai 10 ai 12 m. La percentuale ghiaiosa risulta essere generalmente al di sotto del 5% con un'eccezione alla stazione a 1 m del transetto Nord del SIN, dove questa raggiunge il 60.5% (Figura 21).



**Figura 21** Frazioni granulometriche delle stazioni all'interno e all'esterno del SIN, i dati sono espressi in percentuale.

I dati sulle temperature e salinità al fondo, misurate con la CTD sono riportate nell'Allegato 2 si è scelto di prendere in esame solo i valori al fondo di tali variabili poiché potrebbero influenzare maggiormente la componente meiobentonica. La temperatura lungo i transetti di controllo varia da 19.62 a 21.27°C, lungo i transetti nel SIN i valori sono compresi tra 19.93 e 20.97°C. La salinità nei transetti di controllo ha una variabilità minima (37.59-37.92 PSU), situazione analoga nei transetti del SIN (37.38-37.75).

#### ***4.4 Relazione tra composizione tassonomica della meiofauna, variabili ambientali e apporti organici sedimentari***

I risultati dell'analisi DistLM forward rivelano che la variabilità nella composizione tassonomica nelle stazioni comprese tra 3 e 12 m di profondità (le stazioni a 1 m non sono state considerate perché assenti i dati di temperatura e salinità), è spiegata in maniera significativa dalla profondità per circa il 39.9%, dalla temperatura per ca. il 2.8% e dalla concentrazione del C biopolimerico per ca. il 2.6% (Tabella 14).

**Tabella 14** Risultati dell'analisi DistLM forward, svolti per valutare il ruolo delle differenti variabili ambientali e della materia organica nel sedimento sulla composizione tassonomica della meiofauna. SS = somma dei quadrati; Pseudo-F = F permutazionale; P = probabilità; Prop. % = % di proporzione; Cumul. Prop. % = % di proporzione cumulativa.

| <b>Variable</b>            | <b>SS</b>   | <b>Pseudo-F</b> | <b>P</b> | <b>Prop. %</b> | <b>Cumul. Prop. %</b> |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------|----------------|-----------------------|
| Profondità                 | 33948       | 70.487          | 0.001    | 39.9           | 39.9                  |
| C biopolimerico            | 2251.3      | 5.0403          | 0.003    | 2.6            | 42.6                  |
| Temperatura                | 2345.7      | 5.0569          | 0.006    | 2.8            | 45.3                  |
| Clorofilla-a               | 968.12      | 2.2356          | 0.102    | 1.1            | 46.5                  |
| Pelite                     | 879.33      | 1.9873          | 0.112    | 1.0            | 47.5                  |
| Salinità                   | 869.36      | 1.9835          | 0.12     | 1.0            | 48.5                  |
| Feopigmenti                | 708.08      | 1.6459          | 0.157    | 0.8            | 49.4                  |
| Proteine : C biopolimerico | 607.69      | 1.409           | 0.224    | 0.7            | 50.1                  |
| Lipidi                     | 445.4       | 1.033           | 0.347    | 0.5            | 50.6                  |
| Ghiaia                     | 401.82      | 0.93132         | 0.387    | 0.5            | 51.1                  |
| Carboidrati                | 322.07      | 0.74669         | 0.505    | 0.4            | 51.5                  |
| Pigmenti : C biopolimerico | 274.9       | 0.63478         | 0.536    | 0.3            | 51.8                  |
| Proteine : carboidrati     | 196.15      | 0.45212         | 0.725    | 0.2            | 52.0                  |
| Sabbia                     | -1.4646E-11 | 0               | 1        | 0.0            | 52.0                  |

## ***4.5 Contaminanti***

Le analisi effettuate non hanno mostrato criticità particolari e in generale presentano concentrazioni che rientrano nei limiti di legge secondo il Decreto Ministeriale n.173 del 15 luglio 2016 e nei valori soglia di contaminazione fissati secondo il D.Lgs 152/2006 per i siti ad uso commerciale ed industriale. In diversi casi le concentrazioni risultano, addirittura, al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento. Di seguito sono presentati i risultati sulle concentrazioni di metalli pesanti, di idrocarburi leggeri con C<12 e pesanti con C>12, di carbonio organico totale, di idrocarburi policiclici aromatici e di policlorobifenili.

### *4.5.1 Metalli*

Le concentrazioni dei metalli analizzati presenti nei sedimenti sono riportate in Tabella 15. Per quanto riguarda As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn, è stato possibile confrontare le loro concentrazioni con i valori chimici di riferimento nazionale L1 e L2 previsti dal D.M. 173/2016 e con i valori soglia di contaminazione fissati secondo il D.Lgs 152/06 per siti ad uso commerciale e industriale.

**Tabella 15** Concentrazioni dei metalli espresse in mg/kg s.s. (sedimento secco), in arancione la porzione di sedimento superficiale (0-10 cm), in verde quella sub-superficiale (10-20 cm). SIN c = transetto SIN centro; CTRL N 2 = controllo Nord di Senigallia; CTRL S = controllo Sud di Palombina.

| Transetto | Profondità (m) | Al   | As  | Cd    | Cr tot | Fe    | Hg     | Ni  | Pb  | Cu  | V   | Zn  |
|-----------|----------------|------|-----|-------|--------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| SIN S     | 1              | 1300 | 3.6 | 0.082 | 7      | 4300  | 0.028  | 17  | 2.4 | 2.1 | 4.3 | 12  |
| SIN S     | 1              | 1600 | 4.6 | 0.084 | 5.1    | 5100  | 0.014  | 6.8 | 3   | 3.1 | 5.3 | 14  |
| SIN S     | 3              | 3800 | 8.5 | 0.091 | 12     | 11000 | 0.018  | 14  | 4.6 | 4.2 | 11  | 20  |
| SIN S     | 5              | 3500 | 9.3 | 0.11  | 13     | 11000 | 0.017  | 15  | 4.8 | 4.4 | 11  | 23  |
| SIN S     | 10             | 3500 | 9.3 | 0.11  | 12     | 11000 | 0.022  | 15  | 4.8 | 5   | 12  | 20  |
| SIN S     | 12             | 5900 | 13  | 0.13  | 20     | 18000 | 0.031  | 25  | 7.3 | 7.8 | 19  | 34  |
| SIN c     | 1              | 1800 | 5.2 | 0.086 | 6      | 5800  | 0.011  | 7.8 | 2.9 | 2.6 | 6.3 | 14  |
| SIN c     | 1              | 1600 | 4.6 | 0.074 | 5.4    | 5200  | <0.010 | 6.6 | 2.7 | 2.3 | 5.3 | 11  |
| SIN N     | 1              | 760  | 1.7 | 0.053 | 2.3    | 1900  | <0.011 | 2.9 | 1.4 | 2   | 2.5 | 6.4 |
| SIN N     | 3              | 3300 | 9.9 | 0.093 | 12     | 10000 | 0.013  | 14  | 4.3 | 3.8 | 11  | 19  |
| SIN N     | 5              | 3100 | 8.8 | 0.1   | 10     | 9700  | 0.018  | 13  | 4.2 | 3.9 | 10  | 18  |
| SIN N     | 10             | 4200 | 8.9 | 0.095 | 13     | 12000 | 0.02   | 16  | 4.9 | 5.2 | 12  | 22  |
| SIN N     | 12             | 4200 | 8.8 | 0.096 | 13     | 12000 | 0.018  | 16  | 4.8 | 5.3 | 12  | 22  |
| CTRL N 2  | 1              | 1600 | 7.4 | 0.073 | 5.4    | 6300  | <0.010 | 7.6 | 2.7 | 1.9 | 6.1 | 10  |
| CTRL N 2  | 1              | 1600 | 8.1 | 0.08  | 6.2    | 6400  | <0.010 | 7.5 | 2.8 | 2   | 6.2 | 10  |
| CTRL N 2  | 3              | 2300 | 8.9 | 0.092 | 9.1    | 8000  | 0.01   | 10  | 3.5 | 2.7 | 8.5 | 14  |
| CTRL N 2  | 5              | 3200 | 9.7 | 0.1   | 11     | 10000 | 0.013  | 14  | 4.6 | 3.8 | 11  | 20  |
| CTRL N 2  | 10             | 5900 | 9.6 | 0.1   | 19     | 15000 | 0.023  | 22  | 6.5 | 7.6 | 17  | 32  |
| CTRL N 2  | 12             | 6000 | 9.1 | 0.091 | 18     | 16000 | 0.022  | 22  | 6.2 | 7.3 | 16  | 31  |
| CTRL S    | 1              | 1300 | 7.2 | 0.072 | 4.4    | 5100  | 0.012  | 5.4 | 2.8 | 1.8 | 5.1 | 8.3 |
| CTRL S    | 1              | 1300 | 7.4 | 0.076 | 4.5    | 5100  | <0.010 | 5.4 | 2.8 | 1.8 | 5.2 | 8.4 |
| CTRL S    | 3              | 3200 | 10  | 0.093 | 12     | 9800  | 0.014  | 13  | 4.7 | 4.1 | 12  | 19  |
| CTRL S    | 5              | 3600 | 9.8 | 0.1   | 13     | 11000 | 0.013  | 15  | 5   | 4.3 | 12  | 21  |
| CTRL S    | 10             | 3400 | 9.3 | 0.097 | 11     | 10000 | 0.015  | 14  | 4.8 | 4.9 | 11  | 19  |
| CTRL S    | 12             | 3800 | 9.7 | 0.098 | 12     | 11000 | 0.018  | 14  | 4.9 | 5.1 | 12  | 20  |

**Alluminio.** Le concentrazioni di alluminio riscontrate nei campioni di sedimenti variano in un intervallo compreso tra 760 e 6000 mg/kg s.s. Le concentrazioni maggiori sono state riscontrate in una stazione posta nella zona di controllo Nord di Senigallia (a 12 m di profondità) con 6000 mg/kg s.s. e in una posta nel SIN Sud (stazione a 12 m) con il valore di 5900 mg/kg s.s.

**Arsenico.** Le concentrazioni di arsenico riscontrate nei campioni di sedimento variano in un intervallo compreso fra 1.7 e 13 mg/kg s.s. Tali concentrazioni non superano mai la soglia di contaminazione fissata per questo elemento secondo il D.Lgs 152/2006 (50 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale, mentre confrontando tali concentrazioni con il D.M. 173/2016, si ha un superamento del livello chimico di riferimento L1 (12 mg/kg s.s.) nella stazione posizionata all'interno del SIN Sud (stazione a 12 m) con un valore di 13 mg/kg s.s. Tale concentrazione, in ogni caso, rientra nel valore di riferimento L2 (20 mg/kg s.s.) del medesimo decreto ministeriale.

**Cadmio.** Le concentrazioni di cadmio sono comprese in un intervallo ristretto tra 0.053 e 0.13 mg/kg s.s. e sono inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/06 (15 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (0.3 e 0.8 mg/kg s.s. rispettivamente).

**Cromo totale.** Il cromo totale presenta concentrazioni che variano nell'intervallo compreso fra 2.3 e 20 mg/kg s.s. e sono tutti valori inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/06 (800 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (50 e 150 mg/kg s.s. rispettivamente).

**Ferro.** Il ferro presenta concentrazioni che variano nell'intervallo compreso tra 1900 e 18000 mg/kg s.s. La concentrazione maggiore è stata riscontrata all'interno del SIN Sud (stazione a 12 m) con 18000 mg/kg s.s.

**Mercurio.** Il mercurio è presente nei campioni a concentrazioni comprese tra 0.010 e 0.031 mg/kg s.s. con alcune stazioni al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento (< 0.010 mg/kg s.s.). Le concentrazioni di questo metallo in tutti i campioni sono inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (5 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (0.3 e 0.8 mg/kg s.s. rispettivamente).

**Nichel.** Le concentrazioni di nichel riscontrate nei sedimenti variano nel range compreso fra 2.9 e 25 mg/kg s.s. risultando tutte inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (500 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (30 e 75 mg/kg s.s. rispettivamente).

**Piombo.** I valori del piombo sono compresi nell'intervallo tra 1.4 e 7.3 mg/kg s.s. Le concentrazioni di questo metallo risultano tutte inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (1000 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (30 e 70 mg/kg s.s. rispettivamente).

**Rame.** Le concentrazioni di rame rilevate variano nel range compreso fra 1.8 e 7.8 mg/kg s.s. Le concentrazioni risultano tutte inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006

(600 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (40 e 52 mg/kg s.s. rispettivamente).

**Vanadio.** Le concentrazioni di vanadio determinate nei campioni raccolti variano nel range compreso fra 2.5 e 19 mg/kg s.s. Tali valori risultano tutti inferiori alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (250 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale mentre non sono previsti livelli chimici di riferimento (L1 e L2) del D.M. 173/2016.

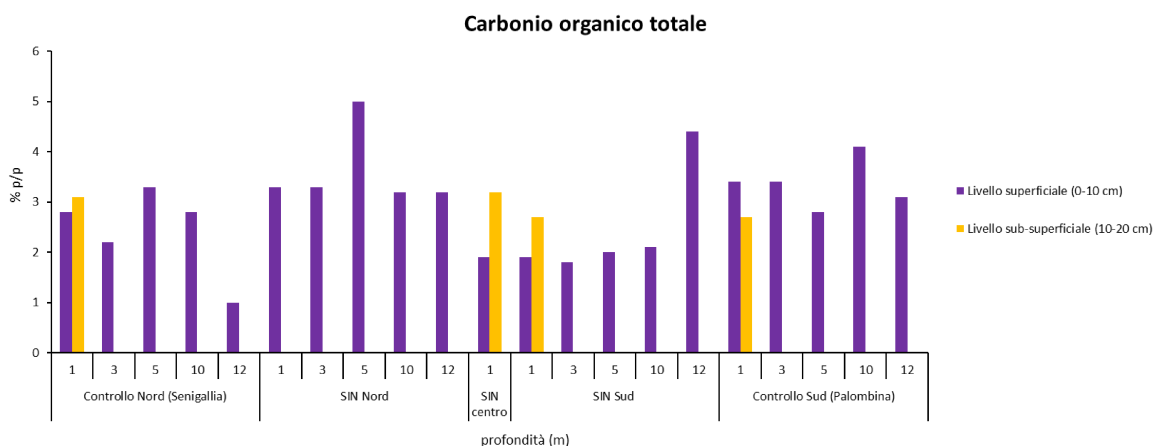
**Zinco.** I valori di zinco variano nell'intervallo compreso fra 6.4 e 34 mg/kg s.s. Le concentrazioni risultano tutte inferiori sia alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (1500 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale sia ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (100 e 150 mg/kg s.s. rispettivamente).

#### 4.5.2 Idrocarburi $C<12$ e $C>12$

I valori ottenuti nei campioni di sedimento (Allegato 3) presentano per tutte le stazioni concentrazioni di idrocarburi  $C<12$  e  $C>12$  inferiori alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (250 e 750 mg/kg s.s. rispettivamente) per siti ad uso commerciale e industriale, mentre per quanto riguarda i livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016, è presente solamente il valore soglia L2 riguardante gli idrocarburi  $C>12$  (50 mg/kg s.s.) che non viene mai superato in nessuna delle stazioni.

#### 4.5.3 Carbonio organico totale (TOC)

I risultati analitici per il carbonio organico totale (TOC) determinati nei campioni di sedimento prelevati nell'area di interesse sono riportati in Figura 22; i valori sono compresi tra 1 e 5% (Allegato 3). Si nota un aumento della percentuale di TOC nei campioni superficiali delle stazioni all'interno del SIN Sud e Nord (stazioni a 12 e 5 m, rispettivamente).



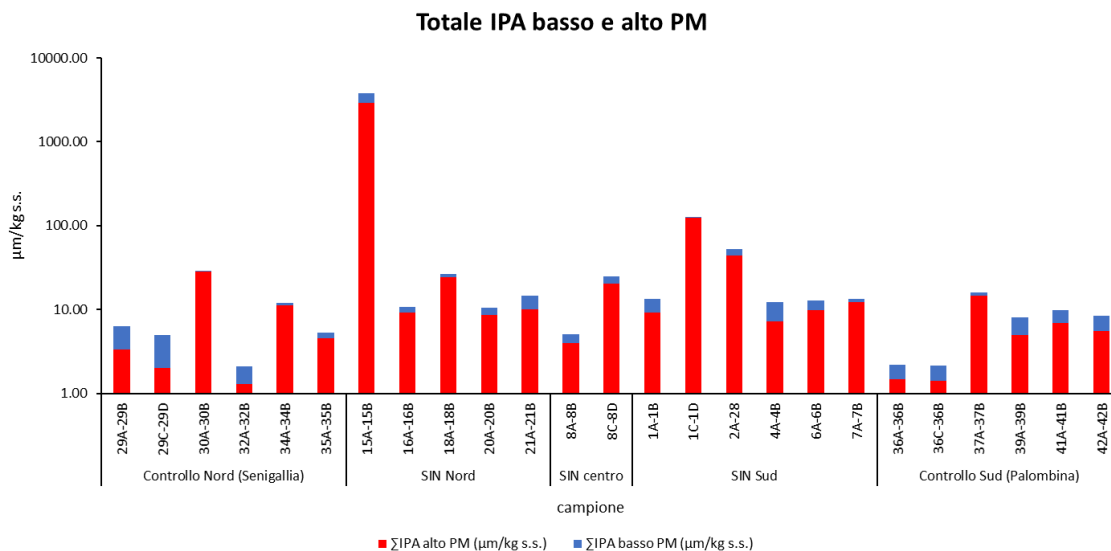
**Figura 22** Concentrazioni carbonio organico totale (TOC) nelle stazioni all'interno e all'esterno del SIN, i dati sono espressi in percentuale, in legenda i livelli di sedimento analizzati.

#### 4.5.4 Idrocarburi policiclici aromatici

Nell'Allegato 3 sono riportate le concentrazioni dei singoli congeneri di IPA (i 16 IPA elencati nella lista delle sostanze pericolose e prioritarie dell'EPA,) degli IPA totali ( $\Sigma$ 16 singoli congeneri) e della sommatoria degli idrocarburi policiclici aromatici a basso e alto peso molecolare. I valori di IPA totali variano nel range da 2.08 a 3757.65  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s., con il valore più alto raggiunto nella stazione del transetto SIN Nord (stazione 15 a 1 m di profondità) con 3757.65  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s. A questo valore concorre maggiormente il contributo di un congenere di IPA ad alto peso molecolare, il fluorantene (780  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.). In questa stazione i 16 IPA presentano concentrazioni che non superano le soglie di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 per siti ad uso commerciale e industriale, mentre tutti presentano valori che vanno oltre i livelli chimici di riferimento, esposti nel D.M. 173/2016, L1 (laddove presenti), mentre solo per Antracene, Benzo (a) pirene, Benzo (g,h,i) perilene e Indeno (1,2,3-c,d) pirene c'è anche superamento dei valori L2. Anche la sommatoria dei 16 IPA non è maggiore della soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (100  $\text{mg}/\text{kg}$  s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale, ma supera abbondantemente il livello chimico di riferimento L1 (900  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.), rimanendo comunque entro il livello L2 (4000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) del D.M. 173/2016.



Nei campioni di sedimento analizzati si osserva, in generale, una prevalenza degli IPA ad alto peso molecolare (PM>178) rispetto a quelli a basso peso molecolare (PM<178) come mostrato in Figura 23.



**Figura 23** Concentrazioni totali (µg/kg s.s.) di IPA a basso e alto PM nelle stazioni all'interno e all'esterno del SIN.

#### 4.5.5 Policlorobifenili

Le analisi dei sedimenti prelevati per le analisi delle concentrazioni dei diversi congeneri di PCB (Allegato 3) e per la sommatoria di PCB, non mostrano particolari criticità sia per quanto riguarda le aree di controllo che per l'area SIN, in quanto i valori risultano essere tutti al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento. La sommatoria dei PCB (Σ PCB) rivela, quindi, concentrazioni nettamente inferiori rispetto ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) presenti nel D.M. 173/2016 (8 e 60 µg/kg s.s. rispettivamente) e alla soglia di contaminazione secondo il D.Lgs 152/2006 (5 mg/kg s.s.) per siti ad uso commerciale e industriale.

#### 4.6 Relazione tra composizione tassonomica della meiofauna e contaminanti

In questo caso, l'analisi DistLM forward è stata svolta considerando la componente faunistica nelle stazioni in cui sono stati analizzati i contaminanti.

Dai risultati (Tabella 16) si evince che, a differenza della precedente analisi DistLM forward, priva del contributo dei contaminanti, la variabilità nella composizione tassonomica è spiegata significativamente dalla concentrazione dei metalli per ca. il 53% (arsenico, rame, ferro, mercurio, alluminio, nichel e cromo totale), dalla concentrazione degli IPA per ca. il 16.9% (crisene, indeno (1,2,3-c,d) pirene, benzo (a) antracene e benzo (b) fluorantene) e dal TOC per ca. l'1.5%.

**Tabella 16** Risultati dell'analisi DistLM forward, svolti per valutare il ruolo della concentrazione di contaminanti sulla composizione tassonomica della meiofauna. SS = somma dei quadrati; Pseudo-F = F permutazionale; P = probabilità; Prop. % = % di proporzione; Cumul. Prop. % = % di proporzione cumulativa.

| Variable                  | SS (trace) | Pseudo-F | P     | Prop. % | Cumul. Prop. % |
|---------------------------|------------|----------|-------|---------|----------------|
| As                        | 22858      | 16.438   | 0.001 | 21.2    | 21.2           |
| Cu                        | 10659      | 8.6241   | 0.001 | 9.9     | 31.1           |
| Crisene                   | 8233.7     | 8.3379   | 0.001 | 7.6     | 38.8           |
| Indeno (1,2,3-c,d) pirene | 6326       | 7.0773   | 0.001 | 5.9     | 44.6           |
| Fe                        | 5860       | 8.1255   | 0.001 | 5.4     | 50.1           |
| Hg                        | 5423.8     | 6.6717   | 0.001 | 5.0     | 55.1           |
| Al                        | 8651.3     | 7.7917   | 0.002 | 8.0     | 63.2           |
| Ni                        | 2145.1     | 3.0872   | 0.008 | 2.0     | 65.2           |
| Benzo (a) antracene       | 2047.4     | 3.059    | 0.013 | 1.9     | 67.1           |
| TOC                       | 1576.8     | 2.8515   | 0.014 | 1.5     | 68.5           |
| Cr tot                    | 1638.2     | 2.6435   | 0.03  | 1.5     | 70.0           |
| Benzo (b) fluorantene     | 1577.8     | 2.6308   | 0.031 | 1.5     | 71.5           |
| V                         | 1325.5     | 2.0185   | 0.084 | 1.2     | 72.7           |
| Fosforo totale            | 1019.5     | 1.7257   | 0.1   | 0.9     | 73.7           |
| Fluorene                  | 1098.6     | 1.6953   | 0.139 | 1.0     | 74.7           |
| Azoto totale              | 1046.3     | 1.6347   | 0.144 | 1.0     | 75.7           |
| Pb                        | 911.26     | 1.5829   | 0.149 | 0.8     | 76.5           |
| Benzo (a) pirene          | 949.21     | 1.6282   | 0.15  | 0.9     | 77.4           |
| Benzo (k) fluorantene     | 251.26     | 0.44871  | 0.821 | 0.2     | 77.6           |
| Cd                        | 86.615     | 0.15163  | 0.988 | 0.1     | 77.7           |
| Antracene                 | 1.3393E-09 | 0        | 1     | 0.0     | 77.7           |
| Zn                        | 2.2722E-11 | 0        | 1     | 0.0     | 77.7           |

## 5. DISCUSSIONE

### 5.1 *Qualità ambientale dell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison*

La valutazione dello stato di qualità ambientale dell'area oggetto di studio è stata svolta utilizzando un approccio ecosistemico e integrato. Sono stati presi in esame, infatti, diversi parametri per i 3 descrittori della MSFD utilizzati in questa tesi. La caratterizzazione dello stato “di salute” di un ecosistema, complesso e soggetto a diversi fattori di stress come quello costiero, deve considerare l'interazione e la correlazione tra i diversi indicatori. Solo un approccio ecosistemico può aiutare a capire l'Environmental Quality Status (EQS) (Borja *et al.*, 2008) dell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison.

Le concentrazioni delle variabili biochimiche (pigmenti, proteine, carboidrati, lipidi e carbonio biopolimerico) indicano differenze significative sia tra i transetti del SIN e quelli di controllo a ciascuna profondità sia tra profondità diverse lungo ciascun transetto. Dal confronto tra transetti a ciascuna profondità, emerge che le concentrazioni, di tutte le componenti della materia organica analizzate, sono maggiori nei transetti di controllo. In particolare, il controllo Sud presenta sempre valori superiori per tutte le macromolecole analizzate, raggiungendo, con carboidrati, lipidi e pigmenti, anche concentrazioni doppie rispetto ai controlli settentrionali.

Dalle analisi effettuate, è possibile dedurre che la variabilità della concentrazione dei pigmenti totali tra i transetti di controllo e quelli del SIN e lungo i transetti, sia dovuta principalmente alla componente detritale (feopigmenti) e solo in minor percentuale alla componente attiva (clorofilla-*a*).

La classificazione dello stato di qualità ambientale dal punto di vista trofico deve tener conto sia della quantità sia della composizione biochimica della materia organica sedimentaria (Pusceddu *et al.* 2009). Utilizzando il metodo proposto da Pusceddu *et al.* (2009, 2011), che tiene in considerazione la relazione inversa tra quantità di C-biopolimerico nei sedimenti e la sua frazione

algale, i sedimenti di tutte le stazioni possono essere considerati oligotrofici e confrontabili con studi pregressi svolti lungo le coste dell'Adriatico centro-settentrionale (Bianchelli *et al.*, 2016, 2018).

Le analisi relative alle concentrazioni di metalli nei sedimenti prelevati nei transetti del SIN e in quelli di controllo non mostrano particolari criticità, ad eccezione della stazione posta all'interno del transetto del SIN Sud (stazione 7 a 12 m) che, nello strato superficiale (0-10 cm), presenta una concentrazione di arsenico pari a 13 mg/kg s.s. che supera il livello chimico di riferimento L1 (12 mg/kg s.s.) fissato dal D.M. 173/2016. Secondo alcuni autori, le concentrazioni di arsenico nei sedimenti si correlano bene con le concentrazioni di ferro, assumendo che l'arsenico antropogenico nei sedimenti sia assorbito da idrossidi di ferro freschi (ad esempio, Belzile e Tessier, 1990), proprio in questa stazione è stata osservata la più alta concentrazione di ferro. È interessante sottolineare che concentrazioni molto alte di arsenico sono state trovate nelle fosforiti naturali e nei prodotti delle fabbriche di fertilizzanti (fosfati, superfosfati e fertilizzanti complessi) (Mirlean *et al.* 2003) come accadde per la ex-Montedison coinvolta nella produzione del superfosfato, utilizzando le fosforiti. Nonostante un unico superamento di soglia per i metalli, i sedimenti della stazione 7 presentano, rispetto agli altri campioni, concentrazioni sempre maggiori di metalli. Le concentrazioni di metalli sono, comunque, paragonabili a quelle rilevate in uno studio effettuato da Frontalini *et al.* (2008), lungo tutta la costa marchigiana.

I valori di carbonio organico totale (TOC) non mostrano particolari differenze tra i transetti di controllo e quelli del SIN e risultano mediamente simili a quelli riportati per i sedimenti costieri adriatici (Ogrinc *et al.*, 2005; Giani *et al.*, 2009), influenzati da apporti fluviali.

Le concentrazioni degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nei sedimenti marini campionati sono generalmente superiori nel SIN rispetto ai controlli (Figura 23). In quasi tutte le stazioni i valori rimangono inferiori rispetto alle soglie fissate dal D.Lgs 152/2006 e dal D.M. 173/2016. Si può notare, però, che alla stazione 15 (SIN Nord a 1 m) è presente un picco che raggiunge 3757.65 µg/kg s.s. di concentrazione. Tale valore supera il livello chimico di riferimento

L1 (900 µg/kg s.s.), rimanendo, comunque, entro il livello L2 (4000 µg/kg s.s.) del D.M. 173/2016. Sulla base della classificazione proposta da Baumard *et al.* (1998) che distingue quattro livelli di contaminazione: basso (< 100 µg/kg), moderato (da 100 a 1000 µg/kg), elevato (da 1000 a 5000 µg/kg) e molto elevato (> 5000 µg/kg), tutti i campioni analizzati nelle aree di controllo e del SIN sono caratterizzati da un livello basso di contaminazione ad eccezione della stazione all'interno del transetto SIN Sud (stazione 1 a 1 m di profondità), nella porzione sub-superficiale, che presenta un livello moderato di contaminazione (127.13 µg/kg) e nel transetto SIN Nord (stazione 15) che presenta invece un elevato livello di contaminazione (3757.65 µg/kg).

Attraverso l'utilizzo degli Standard di Qualità Ambientale, proposti dal D.Lgs 172/2015, per i contaminanti analizzati in questa tesi sono presenti superamenti di soglia solo per alcuni IPA nella stazione 15 (benzo (b) fluorantene, benzo (g, h, i) perilene, benzo (k) fluorantene e l'indeno (1, 2, 3-c, d) pirene) e dell'arsenico per la stazione 7. Per le restanti stazioni non si evidenziano criticità ambientali dovute ai contaminanti. Appare quindi evidente, che per l'area analizzata, il Descrittore 8 della MSFD è rispettato. Inoltre, i livelli di idrocarburi policiclici aromatici sono paragonabili o inferiori a quelli rinvenuti in un precedente lavoro di Magi *et al.* (2002).

Per quanto riguarda il Descrittore 1, i parametri della meiofauna (biomassa totale e ricchezza di taxa) e gli indici calcolati (Margalef, Shannon-Weaver, Pielou, Ne/Co), mostrano che non vi sono evidenti differenze tra l'area del SIN e i controlli, mostrando al contrario la presenza di maggiori differenze tra stazioni a diverse profondità negli stessi singoli transetti che tra stazioni di transetti diversi alla stessa profondità. Fanno eccezione variabili come abbondanza totale e biomassa individuale dei nematodi, che mostrano differenze soprattutto a 1 m di profondità con valori maggiori nei controlli. Ciò è plausibilmente dovuto alla granulometria più grossolana e alla presenza di una maggior quantità di IPA ad alto PM in queste stazioni rispetto alle stazioni alla stessa profondità nei transetti di controllo (come evidenziato anche dalla analisi di regressione multipla multivariata DistLM forward).

La classificazione dell'EQS basata sulla ricchezza dei taxa, secondo Danovaro *et al.* (2004), mostra che in tutte le stazioni, incluse quelle al di fuori del SIN, le condizioni ambientali sono pressoché identiche con una prevalenza di sedimenti moderatamente impattati (numero di taxa compreso tra 4 e 7). Sono presenti, inoltre, due stazioni (nei due controlli a Nord, entrambe a 10 m di profondità) che sono caratterizzate da uno stato sufficiente della qualità ambientale (numero di taxa compreso tra 8 e 11) e due stazioni (una nel SIN Nord e l'altra nel controllo Sud, entrambe a 1 m di profondità) che presentano, invece, un forte impatto (numero di taxa  $\leq 4$ ).

La classificazione dell'EQS, ottenuta in questo studio, corrisponde a quella già riscontrata nelle medesime aree (Senigallia e Falconara Marittima) e nello stesso periodo di campionamento (settembre e ottobre, Bianchelli *et al.* (2016)).

Tra le stazioni analizzate all'interno del SIN, è stato osservato che una stazione nel transetto a Nord, di fronte all'ex stabilimento Montedison, mostrava condizioni ambientali uniche con la frazione di ghiaia più elevata (60.5%) e i più alti valori di IPA (3757.65  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.). Questi fattori ambientali possono influenzare significativamente la capacità di colonizzazione degli organismi e la loro distribuzione (Danovaro *et al.*, 2004). Inoltre, questa stazione è caratterizzata, anche dalla concentrazione di C-biopolimerico significativamente minore rispetto alle altre stazioni ( $0.08 \pm 0.01$   $\text{mg g}^{-1}$ ). Ciò è spesso associato a scarsa abbondanza e biomassa della meiofauna (Pusceddu *et al.*, 2011; Bianchelli *et al.*, 2016), come riscontrato in questa stazione, in cui si ritrovano l'abbondanza minore ( $15.35 \pm 1.50$  ind  $10 \text{ cm}^{-2}$ ) e la biomassa tra le minori ( $24.35 \pm 9.07$   $\mu\text{gC}$   $10 \text{ cm}^{-2}$ ) nelle stazioni analizzate. Considerando la stazione a 1 m di profondità del transetto di controllo a Sud del SIN, invece, si può notare che questa è l'unica priva di taxa rari ed è quella che presenta biomassa e abbondanza totale di nematodi significativamente maggiori ( $81.97 \pm 3.95$   $\mu\text{gC}$   $10 \text{ cm}^{-2}$  e  $1130.59 \pm 189.58$  ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$ , rispettivamente) tra le stazioni alla stessa profondità. In questa stazione la quantità e qualità nutrizionale della materia organica risultano essere elevate e le concentrazioni di metalli e IPA sono generalmente inferiori rispetto alle stazioni alla stessa profondità negli altri

transetti. Nonostante ciò, gli assemblages, pur rispondendo con elevate biomasse e abbondanze, non mostrano un elevato livello di biodiversità. Questo potrebbe essere dovuto ad una variabile non considerata nel presente studio e, perciò, andrebbero condotte analisi più approfondite, ad esempio gli assemblages di nematodi andrebbero analizzati a livello di specie per vedere se sono presenti specie “persistenti” o “colonizzatrici”, indicatrici di ecosistemi inquinati o no (Bianchelli *et al.*, 2018).

In termini di biodiversità, gli indici di Margalef, Shannon-Weaver e Pielou mostrano valori simili tra le stazioni all'interno e all'esterno del SIN. Si può, quindi, affermare che nella porzione marina del SIN, analizzata in questo lavoro, dopo 30 anni dalla cessazione dell'attività dello stabilimento Montedison la biodiversità e l'abbondanza dei taxa non risultano mostrare differenze. Considerando le ridotte concentrazioni di contaminanti osservate nei sedimenti superficiali analizzati, è possibile ipotizzare che la comunità meiobentonica nella quasi totalità delle stazioni (tranne in una) non sia più soggetta all'impatto chimico o che, data anche la rapida resilienza di questi organismi (Kennedy e Jacoby, 1999), la comunità nel tempo si sia ristabilita, raggiungendo livelli di abbondanza e diversità delle aree fuori dal SIN.

Il rapporto Ne/Co è stato utilizzato per valutare il grado di impatto dovuto a carichi organici. Questo indice è stato spesso criticato perché potrebbe essere fortemente influenzato da variabili ambientali come la granulometria (Warwick, 1981; Lee *et al.*, 2001). Moreno *et al.* (2008), hanno sottolineato, invece la sua valida utilità come indicatore di inquinamento nei porti, dove la variabilità granulometrica è minore rispetto al mare aperto. I valori ottenuti per questo indice in questo studio, indicano che la maggior parte delle stazioni non è impattata ( $Ne/Co \leq 10$ ) o poco impattata, 7 stazioni nei controlli e 5 nel SIN presentano un impatto moderato ( $20 \leq Ne/Co \leq 100$ ) e solo la stazione a 1 m nel controllo Nord di Marina di Montemarciano è soggetta ad un alto impatto ( $Ne/Co > 100$ ). Questo valore è dovuto alla assenza totale di copepodi nei sedimenti di questa stazione, per cui il valore ottenuto potrebbe essere fuorviante e non necessariamente corrispondere ad un forte impatto.

Il rapporto Ne/Ki è stato utilizzato per capire il livello di impatto dovuto ad un arricchimento organico di origine antropogenica sulla base dell'elevata sensibilità dei chinorinchi a questa fonte di contaminazione (Mirto *et al.*, 2012). I valori ottenuti indicano che solo 3 stazioni (nei due controlli Nord a 12 m e nel transetto Nord del SIN a 1 m) non sono impattate ( $20 \leq \text{Ne/Ki} \leq 50$ ), 6 stazioni (il controllo Sud a 12 m, quello Nord di Marina di Montemarciano a 1 m, i transetti centrale e Sud del SIN a 1 e 12 m) risultano essere mediamente impattate ( $130 \leq \text{Ne/Ki} \leq 180$ ), mentre le restanti stazioni presentano rapporti con valori maggiori di 180, rivelandosi fortemente impattate. Questo indice mostra risultati di qualità ambientale differenti rispetto a quelli precedenti (Ne/Co, indici di biodiversità e la classificazione basata sulla ricchezza di taxa) e alla condizione di oligotrofia riscontrata in questo lavoro. Mirto *et al.* (2012) hanno proposto questo indice per capire il grado di impatto dovuto alle gabbie di acquacoltura, reputandolo uno strumento valido per quel tipo di studio. Considerando le stazioni con maggior concentrazione di BPC (per esempio nel controllo Nord di Marina di Montemarciano e nel controllo Sud, entrambe a 12 m di profondità) e di contaminanti organici (nei transetti Nord e Sud del SIN, entrambe a 1 m di profondità), questo indice indica che non vi è impatto o esso è moderato, al contrario laddove tali concentrazioni sono inferiori, l'indice rivela che vi è un forte arricchimento organico di origine antropogenica. Ne consegue che in questo lavoro di tesi l'indice Ne/Ki non risponde come atteso o come risponde in lavori precedenti (ad esempio, nel caso di arricchimento organico derivante da fish-farms; Mirto *et al.*, 2012; Dal Zotto *et al.*, 2016). Questo potrebbe essere dovuto, anche a come l'indice viene calcolato (Mirto *et al.*, 2012), potrebbe quindi dare risposte falsate laddove i chinorinchi non sono rinvenuti a causa di caratteristiche ambientali naturali non "consone" per il loro insediamento (ad esempio, nel caso di granulometria grossolana).

Soffermandosi sulla composizione tassonomica totale delle comunità di meiofauna e sulle percentuali di dissimilarità (calcolate attraverso un'analisi SIMPER) esistenti tra stazioni (a diverse profondità) dello stesso transetto e tra transetti differenti (in stazioni alla stessa profondità), si può notare che le maggiori differenze sono guidate dalla profondità piuttosto che dalla posizione dei



transetti, con un'eccezione per le stazioni a 1 m che rivelano una dissimilarità pari al 72%, valore ben al di sopra della media (27%). Questo dipende principalmente dalla granulometria, che nelle stazioni a 1 m di profondità, presenta frazioni granulometriche con percentuali differenti, che vanno a condizionare la diversa composizione della meiofauna totale.

Dalla stessa analisi SIMPER si evince che, considerando solo i taxa rari e come la loro composizione varii nelle aree studiate, si osserva che la dissimilarità presenta valori simili, sia confrontando stazioni a profondità diverse lungo ciascun transetto e transetti differenti a profondità confrontabili. Le percentuali di dissimilarità calcolate sulla composizione tassonomica considerando solo i taxa rari sono mediamente più elevate rispetto alla stessa analisi condotta sull'intera comunità.

Bianchelli *et al.* (2010) hanno dimostrato che la dominanza generale dei nematodi e copepodi nella comunità della meiofauna può oscurare l'importanza relativa che i taxa rari hanno nella variabilità delle comunità meiobentoniche. In accordo a quanto già precedentemente osservato, le variazioni nella composizione dei taxa, che si hanno tra l'area SIN e fuori SIN, sono dovute maggiormente alla presenza/assenza e abbondanza dei taxa rari piuttosto che da variazioni nell'abbondanza dei nematodi e copepodi. Per esempio, in due stazioni all'interno del SIN sono stati trovati acari e cladoceri (SIN centro e SIN Sud, entrambe a 3 m di profondità), mentre non sono stati rinvenuti nei transetti di controllo; i tanaidacei sono stati trovati maggiormente nei transetti di controllo e solo in una stazione nel SIN (SIN Nord a 3 m di profondità); nel transetto di controllo Sud sono assenti i cumacei, mentre nei controlli Nord, essi sono più abbondanti rispetto ai transetti nel SIN.

I risultati di questo studio indicano che la diversità e la composizione tassonomica della meiofauna, prendendo in considerazione batimetria, materia organica, granulometria, salinità e temperatura, è spiegata significativamente dalla profondità per circa il 40%, mentre la differenza nella concentrazione della materia organica, in particolare la componente del carbonio biopolimerico, contribuisce, per ca il 3%. Le differenze significative tra transetti, che si riscontravano

nell'abbondanza della meiofauna e nella composizione dei taxa rari, sono, in piccola parte, dovute a variazioni dello stato trofico.

Considerando, invece, la relazione tra presenza e concentrazione dei 16 IPA, dei metalli e del TOC e la diversità della meiofauna, la composizione tassonomica della meiofauna è influenzata significativamente, per circa il 53%, da alcuni metalli. Tra di essi è l'arsenico che contribuisce maggiormente (per ca. il 21%), seguito da rame e alluminio (per ca. il 10 e l'8 %, rispettivamente) e ferro, mercurio, nichel e cromo totale (per ca il 14 %, complessivamente). Anche alcuni IPA ad alto peso molecolare (crisene, indeno (1,2,3-c,d) pirene, benzo (a) antracene, benzo (b) fluorantene) spiegano per circa il 17% la differenza nella composizione della meiofauna. Non si evidenziano, però, differenze significative nell'abbondanza e biomassa della meiofauna nella stazione 7 (transetto Sud del SIN a 12 m di profondità), dove, in generale, si riscontrano concentrazioni maggiori di metalli. Al contrario, nella stazione 15 (transetto Nord del SIN a 1 m di profondità), si può notare, come già descritto precedentemente, un possibile effetto sull'abbondanza e biomassa meiobentonica dovuto sia alle elevate concentrazioni di IPA, ma anche alla granulometria con elevata percentuale di ghiaia.

Si può quindi dedurre, che il livello e il tipo di contaminazione e la batimetria siano i parametri che spiegano maggiormente la diversità della meiofauna, mentre, lo stato trofico non contribuisce molto a tale variazione. Inoltre, non sono presenti differenze significative tra i transetti nell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison e i siti scelti come controlli.

## **6. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE**

Dai risultati di questo studio, emerge che non vi sono criticità che interessano i transetti nell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison e che le caratteristiche ambientali (in termini di risorse trofiche, granulometria e livello di contaminazione) sono analoghe a quelle presenti nelle località di controllo. Se si considerano i singoli Descrittori, si può notare, però, che alcuni

indicatori mostrano differenze significative tra i transetti dentro e fuori SIN e che si possono trovare delle stazioni che presentano un certo grado di impatto, che rimane, comunque, circoscritto localmente ed entro i limiti di criticità ambientale (D.M. 173/2016). La classificazione dello stato trofico mostra che le condizioni sono oligotrofiche in tutte le località analizzate, pur riscontrando una quantità maggiore di materia organica nei siti di controllo rispetto a quelli del SIN. Per quanto riguarda la risposta della meiofauna, non si evidenzia un chiaro effetto SIN su questa componente faunistica, ma che la sua distribuzione è maggiormente influenzata dalla profondità, indipendentemente dalla localizzazione del transetto. Si possono, però, trovare alcune differenze nell'abbondanza totale e nella biomassa individuale dei nematodi soprattutto a 1 m di profondità, dove esse risultano essere significativamente minori nell'area del SIN analizzata rispetto ai controlli; ciò è dovuto alla granulometria più grossolana e alla presenza di concentrazioni maggiori di IPA ad alto PM nelle stazioni del SIN. Anche la caratterizzazione proposta da Danovaro *et al.* (2004) e gli indici di diversità e di arricchimento organico mostrano che non è presente un effetto SIN.

Confrontando tali risultati con quelli di altri lavori di caratterizzazione e monitoraggio delle aree costiere dell'Adriatico centro-settentrionale, considerate soggette a impatto nullo o moderato, si evidenzia una qualità di stato ambientale paragonabile. In particolare, la diversità della meiofauna e quantità e composizione della materia organica con relativi indici, presentano valori simili a quelli proposti da Frontalini *et al.* (2011), Bianchelli *et al.* (2016), Semprucci *et al.* (2010, 2016) e Baldrighi *et al.* (2018).

L'assenza di criticità potrebbe derivare da una progressiva stabilizzazione della contaminazione dell'area e di *natural attenuation* avvenute naturalmente che hanno ripristinato le condizioni dell'area marina prospiciente l'ex stabilimento Montedison in questi trent'anni.

Ulteriori indagini sono indispensabili per confermare lo stato di contaminazione dell'area e la biodiversità, svolgendo analisi anche sui sedimenti sub-superficiali. Nel caso in cui anche questi

risultati indicassero lo stesso stato ambientale, l'area potrebbe non essere più considerata ad alto rischio, rendendola nuovamente accessibile al pubblico.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Alves, A. S., Adão, H., Ferrero, T. J., Marques, J. C., Costa, M. J., & Patrício, J. (2013). Benthic meiofauna as indicator of ecological changes in estuarine ecosystems : The use of nematodes in ecological quality assessment. *Ecological Indicators*, 24, 462-475. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.013>

Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26, 32-46. [10.1046/j.1442-9993.2001.01070.x](https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2001.01070.x)

Anderson, M. J. & Willis, T. J. (2003). Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology*, 84, 511-527. <https://www.jstor.org/stable/3107905>

Andrassy, I. (1956). The determination of volume and weight of nematodes. *Acta Zool. (Hungar. Acad. Sci.)* 2, 1-15.

APAT, *Manuali e linee guida* 43/2006 Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati.

APAT, *Rapporti* 23/2002 Selezione delle sostanze prioritarie per i corpi idrici e definizione degli obiettivi di qualità.

ARPAM (2003), *Analisi ambientali finalizzate alla redazione del Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere*.

ARPAM (2013), *Relazione sullo stato di qualità dei corpi idrici marino-costieri del triennio 2010-2012*.

ARPAM (2015), *Relazione triennale (2013-2015) sulla qualità dei corpi idrici marino costieri*.

Baldrighi, E., Semprucci, F., Franzo, A., Cvitkovic, I., Bogner, D., Despalatovic, M., Berto, D., Malgorzata Formalewicz, M., Scarpato, A., Frapiccini, E., Marini, M. & Grego, M. (2019). Meiofaunal communities in four Adriatic ports: Baseline data for risk assessment in ballast water management. *Marine Pollution Bulletin*, 147, 171-184. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.056>

Baumard, P., Budzinski, H., Michon, Q., Garrigues, P., Burgeot, T. & Bellocq, J. (1998). Origin and bioavailability of PAHs in the Mediterranean sea from mussel and sediment records. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 47, 77-90. <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0337>

Belzile, N. & Tessier, A. (1990). Interactions between arsenic and iron oxyhydroxides in lacustrine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54, 103-109. [10.1016/0016-7037\(90\)90198-T](https://doi.org/10.1016/0016-7037(90)90198-T)

Biancani N. (2002). Relazione di perizia: Determinazione della presenza di inquinanti presso l'impianto ex Montedison in Falconara Marittima e valutazione della loro pericolosità per l'uomo e per l'ambiente. Procedimento n. 4181/01-14 R.G.N.R. Mod. U. Procura della Repubblica presso la pretura circondariale di Ancona.

Bianchelli, S., Gambi, C., Zeppilli, D. & Danovaro, R. (2010). Metazoan meiofauna in deep-sea canyons and adjacent open slopes: a large-scale comparison with focus on the rare taxa. *Deep Sea Research I* 57, 420-433. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2009.12.001>

Bianchelli, S., Pusceddu, A., Buschi, E., & Danovaro, R. (2016). Trophic status and meiofauna biodiversity in the Northern Adriatic Sea: Insights for the assessment of good environmental status. *Marine Environmental Research*, 113, 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.10.010>

Bianchelli, S., Buschi, E., Danovaro, R., & Pusceddu, A. (2018). Nematode biodiversity and benthic trophic state are simple tools for the assessment of the environmental quality in coastal marine ecosystems. *Ecological Indicators*, 95(July), 270-287. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.032>

Borja, A. & Dauer, D. M. (2008). Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: Comparing methodologies and indices. *Ecological Indicators*, 8, 331-337. [10.1016/j.ecolind.2007.05.004](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.05.004)

Byrne, M., Coons, S., Goyer M., Harris, J., Perwak, J., Cruse, P., DeRosier, R., Moss, K. & Wendt, S. (1982). An exposure and risk assessment for Benzo [a] Pyrene and other Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Volume III. *EPA*, 440/4, 85-020.

Chardy, P. & Dauvin, J. C. (1992). Carbon flows in a subtidal fine sand community from the western English Channel: a simulation analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 81, 147-161. <https://doi.org/10.3354/meps081147>

Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2006). PRIMER V6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth,UK.

Cloern, J. E. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223-253. <https://doi.org/10.3354/meps210223>

Coelho, S., Gamito, S. & Pérez-Ruzafa, A. (2007). Trophic state of Foz de Almargem coastal lagoon (Algarve, South Portugal) based on the water quality and the phytoplankton community. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 71, 218-231. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.07.017>

Commission staff working paper 14.10.2011, SEC (2011) 1255 final "Relationship between the initial assessment of marine waters and criteria for good environmental status".

Dal Zotto, M., Santulli, A., Simonini, R. & Todaro, M. A. (2016). Organic enrichment effects on a marine meiofauna community, with focus on Kinorhyncha. *Zoologischer Anzeiger* 265, 127–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcz.2016.03.013>

Danovaro, R., Gambi, C., Mirto, S., Sandulli, R. & Ceccherelli, V. U. (2004). Meiofauna. in Mediterranean benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biologia Marina Mediterranea* 11, 55-97.

Danovaro, R., (2010). Methods for the study of deep-sea sediments, their functioning and biodiversity. *CRC Press Taylor & Francis Group*.

Decreto 28 novembre 2006, n. 308, " Regolamento recante integrazioni al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 18 settembre 2001, n. 468, concernente il programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati".

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale".

Decreto legislativo 13 ottobre 2015, n. 172, "Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque".

Decreto ministeriale 25 ottobre 1999, n. 471, "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni ed integrazioni".

Decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260, " Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo".

Decreto ministeriale 15 luglio 2016, n. 173, " Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".

de Jonge, V. N., Elliot, M & Orive, E. (2002). Causes, historical development, effects and future challenges of common environmental problem: eutrophication. *Hydrobiologia* 475/476, 1-19. <https://doi-org.ezproxy.cad.univpm.it/10.1023/A:1020366418295>

Dell'Anno, A., Mei, M. L., Pusceddu, A. & Danovaro, R. (2002). Assessing the trophic state and eutrophication of coastal marine systems: a new approach based on the biochemical composition of sediment organic matter. *Marine Pollution Bulletin* 44, 611–622. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00302-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00302-2)

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del consiglio 23 ottobre 2000, "Direttiva Quadro sulle Acque- DQA".

Direttiva 2008/56/CE del Parlamento europeo e del consiglio 17 giugno 2008, "Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino".

Feller, R. J. & Warwick, R. M. (1988). Energetics. In: Higgins, R.P., Thiel, H. (Eds.), Introduction to the study of Meiofauna. *Smithsonian Institute Press*, London, 181–196.

Franzo, A., Cibic, T., & Del Negro, P. (2016). Integrated approach for the assessment of the benthic ecosystem functioning at a coastal site in the northern Adriatic Sea. *Continental Shelf Research*, 121, 35-47. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.12.005>

Frontalini, F. & Coccioni, R. (2008). Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring: A case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76, 404-417. [10.1016/j.ecss.2007.07.024](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.07.024)

Frontalini, F., Semprucci, F., Coccioni, R., Balsamo, M., Bittoni, P. & Covazzi-Harriague, A. (2011). On the quantitative distribution and community structure of the meio and macrofaunal communities in the coastal area of the Central Adriatic Sea (Italy). *Environmental Monitoring Assessment*, 180, 325-344. [10.1007/s10661-010-1791-y](https://doi.org/10.1007/s10661-010-1791-y)

Giani, M., Berto, D., Rampazzo, F., Savelli, F., Alvisi, F., Giordano, P., Ravioli, M. & Frascari, F. (2009). Origin of sedimentary organic matter in the north-western Adriatic Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 84(4), 573-583. [10.1016/j.ecss.2009.07.031](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.07.031)

Giere O. (2009). Meiobenthology, the microscopic motile fauna of aquatic sediments. *Ed. Springer*

Gray, J. S. (2000). The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 250, 23-49. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00178-7](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00178-7)



Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R. & Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319, 948-952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>

Heip, C., Vincx, M. & Vranken, G. (1985). The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 23, 399-489

<https://annuario.isprambiente.it/ada/basic/6798>

<http://www.arpa.marche.it/index.php/area-siti-inquinati/item/337-falconara-marittima>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/siti-di-interesse-nazionale-sin>

<http://www.strategiamarina.isprambiente.it/>

<http://www.strategiamarina.isprambiente.it/descrittori/i-descrittori-della-strategia-marina>

<http://www.strategiamarina.isprambiente.it/descrittore-5-2013-eutrofizzazione>

<http://www.strategiamarina.isprambiente.it/descrittore-8-2013-contaminanti>

Kennedy, A. D. & Jacoby, C. A. (1999). Biological indicators of marine environmental health: meiofauna - a neglected benthic component?. *Environmental Monitoring and Assessment*, 54, 47-68. <https://doi.org/10.1023/A:1005854731889>

Lee, M. R., Correa, J. A. & Castilla, J. C. (2001). An assessment of the potential use of the nematode to copepod ratio in the monitoring of metals pollution. The Chañaral case. *Marine Pollution Bulletin* 42 (8), 696–701. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00220-4](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00220-4)

Lorenzen, C. J. & Jeffrey, S. W. (1980). Determination of chlorophyll and phaeopigments spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343e346.

Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., Kidwell, S. M., Kirby, M. X., Peterson, C. H. & Jackson, J. B. C. (2006). Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* 312, 1806-1809. <https://doi.org/10.1126/science.1128035>

Loures, L. (2015). Post-industrial landscapes as drivers for urban redevelopment: Public versus expert perspectives towards the benefits and barriers of the reuse of post-industrial sites in urban areas. *Habitat International*, 45 (P2), 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.06.028>

Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systems*, 3, 36–71.

Mare, M. F. (1942). A study of marine benthic community with special reference to the microorganisms. *Journal of Marine Biology Association*, 25, 517-554. <https://doi.org/10.1017/S0025315400055132>

McArdle, B. H. & Anderson, M. J. (2001). Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82, 290-297. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[0290:FMMTCD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[0290:FMMTCD]2.0.CO;2)

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC

Mirlean, N., Andrus, V. E., Baisch, P., Griep, G. & Casartelli, M. R. (2003). Arsenic pollution in Patos Lagoon estuarine sediments, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 1480-1484. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00257-1](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00257-1)

Mirto, S., Gristina, M., Sinopoli, M., Maricchiolo, G., Genovese, L., Vizzini, S., & Mazzola, A. (2012). Meiofauna as an indicator for assessing the impact of fish farming at an exposed marine site. *Ecological Indicators*, 18, 468–476. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.015>

Moreno, M., Vezzulli, L., Marin, V., Laconi, P., Albertelli, G. & Fabiano M. (2008). The use of meiofauna diversity as an indicator of pollution in harbours. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 1428-1435. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn116>

Ogrinc, N., Fontolan, G., Faganeli, J. & Covelli, S. 2005: Carbon and nitrogen isotope compositions of organic matter in coastal marine sediments (the Gulf of Trieste, N Adriatic Sea): Indicators of sources and preservation. *Marine Chemistry*, 95, 163–181. [10.1016/j.marchem.2004.09.003](https://doi.org/10.1016/j.marchem.2004.09.003)

Pielou, E. C. (1969). *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience, New York.

Proposta di Legge 2 maggio 2016, n. 3797, "Istituzione di zone franche produttive nei siti contaminati di interesse nazionale e regionale, nonché agevolazioni previdenziali per i lavoratori operanti in tali aree".

Pusceddu, A., Bianchelli, S., Gambi, C. & Danovaro, R. (2011). Assessment of benthic trophic status of marine coastal ecosystems : Significance of meiofaunal rare taxa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93(4), 420-430. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.05.012>

Pusceddu, A., Dell'Anno, A. & Fabiano, M. (2000). Organic matter composition in coastal sediments at Terra Nova Bay (Ross Sea) during summer 1995. *Polar Biology* 2, 288-293. <https://doi.org/10.1007/s003000050446>

Pusceddu, A., Dell'Anno, A., Fabiano, M. & Danovaro, R. (2009). Quantity and bioavailability of sediment organic matter as signatures of benthic trophic status. *Marine Ecology Progress Series*, 375, 41-52. <https://doi.org/10.3354/meps07735>

Pusceddu, A., Bianchelli, S., Sanchez, Vidal A., Canals, M., Durrieu De Madron, X., Heussner, S., Lykousis, V., de Stigter, H., Trincardi, F. & Danovaro, R. (2010). Organic matter in sediments of canyons and open slopes of the Portuguese, Catalan, Southern Adriatic and Cretan Sea margins. *Deep Sea Res. I* 57, 441e 457. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2009.11.008>

Raffaelli, D. G. & Mason, C. F. (1981). Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Marine Pollution Bulletin*, 12, 158-163. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(81\)90227-7](https://doi.org/10.1016/0025-326X(81)90227-7)

Santos, A. C. C., Choueri, R. B., de Figueiredo Eufrazio Pauly, G., Abessa, D., & Gallucci, F. (2018). Is the microcosm approach using meiofauna community descriptors a suitable tool for ecotoxicological studies? *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 147 (March 2017), 945–953. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.040>

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2004). The Ecosystem Approach, (CBD Guidelines) Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity 50 p.

Semprucci, F., Boi, P., Manti, A., Covazzi-Harriague, A., Rocchi, M., Colantoni, P., Papa, S. & Balsamo, M. (2010). Benthic communities along a littoral of the Central Adriatic Sea (Italy). *Helgoland Marine Research*, 64, 101-115. [10.1007/s10152-009-0171-x](https://doi.org/10.1007/s10152-009-0171-x)

Semprucci, F., Balsamo, M., & Sandulli, R. (2016). Assessment of the ecological quality (EcoQ) of the Venice lagoon using the structure and biodiversity of the meiofaunal assemblages. *Ecological Indicators*, 67, 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.014>

Semprucci, F., Facca, C., Ferrigno, F., Balsamo, M., Sfriso, A., & Sandulli, R. (2019). Estuarine, coastal and shelf science biotic and abiotic factors affecting seasonal and spatial distribution of meiofauna and macrophytobenthos in transitional coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219 (December 2018), 328–340. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.02.008>

Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL: The University of Illinois Press, 1-117.

Soetaert, K., Franco, M., Lampadariou, N., Muthumbi, A., Steyaert, M., Vandepitte, L., vanden Berghe, E. & Vanaverbeke, J. (2009). Factors affecting nematode biomass, length and width from the shelf to the deep sea. *Marine Ecology Progress Series*, 392(1975), 123–132. <https://doi.org/10.3354/meps08202>

Spalding, M. D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L. Z., Shepard, C. C. & Beck, M. W. (2014). The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean and Coastal Management*, 90, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.007>

Sun, X., Zhou, H., Hua, E., Xu, S., Cong, B. & Zhang, Z. (2015) Meiofauna and its sedimentary environment as an integrated indication of anthropogenic disturbance to sandy beach ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 88, 260–267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.08.033>

Udalov, A. A., Azovsky, A. I., & Mokievsky, V. O. (2005). Depth-related pattern in nematode size: What does the depth itself really mean? *Progress in Oceanography*, 67(1–2), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2005.02.020>

Vassallo, P., Fabiano, M., Vezzulli, L., Sandulli, R., Marques, J. C., & Jørgensen, S. E. (2006). Assessing the health of coastal marine ecosystems: A holistic approach based on sediment micro and meio-benthic measures. *Ecological Indicators*, 6(3), 525–542. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.07.003>

Vitousek, P. M., Mooney, H. A, Lubchenco, J. & Melillo, J. M. (1997). Human domination of earth' s ecosystems. *Science*, 277 (5325), 494–499. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494>

Warwick, R. M. (1981). The nematode/copepod ratio and its use in pollution ecology. *Marine Pollution Bulletin* 12 (10), 329-333. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(81\)90105-3](https://doi.org/10.1016/0025-326X(81)90105-3)

Wieser, W. (1960). Benthic studies in Buzzards Bay. II. The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.*, 5, 121-137. <https://doi.org/10.4319/lo.1960.5.2.0121>

Zeppilli, D., Sarrazin, J., Leduc, D., Arbizu, P. M., Fontaneto, D., Fontanier, C., ...& Fernandes, D. (2015). Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts? *Marine Biodiversity*, 45(3), 505-535. <https://doi.org/10.1007/s12526-015-0359-z>

## 8. ALLEGATI

**Allegato 1:** Abbondanze (n. ind. 10 cm<sup>2</sup>), biomasse (µg C 10 cm<sup>2</sup>), ricchezza tassonomica (n. di taxa), composizione tassonomica della meiofauna (n. ind. 10 cm<sup>2</sup>), biomasse individuali dei nematodi (µg C). CTRL N 1 = controllo Nord di Marina di Montemarciano; CTRL N 2 = controllo Nord di Senigallia; SIN c = transetto SIN centro; CTRL S = controllo Sud di Palombina.

| Transetto | Profondità<br>(m) | Abbondanza |          | Biomassa |          | Ricchezza di taxa |          | Ricchezza<br>totale | Biomassa<br>individuale<br>nematodi |          |
|-----------|-------------------|------------|----------|----------|----------|-------------------|----------|---------------------|-------------------------------------|----------|
|           |                   | media      | dev. st. | media    | dev. st. | media             | dev. st. |                     | media                               | dev. st. |
| SIN S     | 1                 | 80.03      | 115.36   | 38.71    | 21.60    | 3.33              | 1.53     | 5                   | 0.04                                | 0.01     |
| SIN S     | 3                 | 1766.61    | 38.64    | 251.11   | 51.70    | 5.50              | 0.58     | 7                   | 0.09                                | 0.01     |
| SIN S     | 4                 | 945.70     | 263.41   | 160.29   | 24.97    | 4.67              | 0.58     | 6                   | 0.13                                | 0.03     |
| SIN S     | 5                 | 719.81     | 244.60   | 201.23   | 41.43    | 5.00              | 1.00     | 6                   | 0.20                                | 0.02     |
| SIN S     | 6                 | 862.40     | 22.50    | 116.60   | 22.96    | 3.67              | 1.15     | 5                   | 0.07                                | 0.02     |
| SIN S     | 10                | 334.67     | 164.06   | 67.85    | 19.76    | 4.67              | 1.53     | 6                   | 0.09                                | 0.02     |
| SIN S     | 12                | 267.21     | 134.67   | 58.86    | 21.89    | 4.67              | 1.53     | 6                   | 0.09                                | 0.01     |
| SIN c     | 1                 | 111.72     | 40.96    | 21.59    | 12.39    | 3.33              | 1.15     | 5                   | 0.05                                | 0.00     |
| SIN c     | 3                 | 1390.46    | 403.06   | 206.57   | 34.02    | 4.67              | 0.58     | 7                   | 0.11                                | 0.02     |
| SIN c     | 4                 | 789.55     | 95.73    | 137.54   | 34.57    | 4.33              | 1.15     | 5                   | 0.12                                | 0.02     |
| SIN c     | 5                 | 1083.55    | 427.92   | 170.99   | 39.18    | 4.67              | 0.58     | 6                   | 0.09                                | 0.02     |
| SIN c     | 6                 | 789.55     | 217.46   | 119.19   | 15.24    | 4.33              | 0.58     | 5                   | 0.09                                | 0.01     |
| SIN c     | 10                | 571.99     | 158.24   | 91.35    | 12.28    | 5.33              | 0.58     | 6                   | 0.08                                | 0.00     |
| SIN c     | 12                | 377.30     | 79.75    | 65.30    | 5.35     | 5.33              | 0.58     | 6                   | 0.09                                | 0.02     |
| SIN N     | 1                 | 15.35      | 1.50     | 24.35    | 9.07     | 3.00              | 0.00     | 3                   | 0.03                                | 0.01     |
| SIN N     | 3                 | 1967.35    | 659.07   | 324.92   | 85.07    | 4.67              | 0.58     | 6                   | 0.09                                | 0.02     |
| SIN N     | 4                 | 695.15     | 294.91   | 152.38   | 55.11    | 3.67              | 1.15     | 5                   | 0.13                                | 0.04     |
| SIN N     | 5                 | 651.70     | 206.32   | 61.60    | 13.02    | 4.00              | 1.00     | 5                   | 0.07                                | 0.02     |
| SIN N     | 6                 | 781.39     | 170.24   | 90.37    | 15.12    | 3.67              | 0.58     | 5                   | 0.10                                | 0.01     |
| SIN N     | 10                | 525.93     | 165.43   | 67.44    | 11.05    | 5.00              | 1.00     | 7                   | 0.09                                | 0.01     |
| SIN N     | 12                | 211.84     | 55.37    | 35.00    | 5.80     | 4.67              | 0.58     | 6                   | 0.09                                | 0.00     |
| CTRL N 1  | 1                 | 115.64     | 48.29    | 22.27    | 4.42     | 3.00              | 1.00     | 4                   | 0.07                                | 0.01     |
| CTRL N 1  | 3                 | 1138.76    | 301.31   | 217.98   | 44.32    | 4.33              | 0.58     | 5                   | 0.09                                | 0.02     |
| CTRL N 1  | 4                 | 859.13     | 440.22   | 189.82   | 99.51    | 4.67              | 2.52     | 7                   | 0.13                                | 0.06     |
| CTRL N 1  | 5                 | 1026.71    | 127.71   | 192.93   | 50.52    | 3.33              | 1.15     | 4                   | 0.16                                | 0.04     |
| CTRL N 1  | 6                 | 894.41     | 301.95   | 95.61    | 6.18     | 3.67              | 0.58     | 6                   | 0.08                                | 0.02     |
| CTRL N 1  | 10                | 482.49     | 233.14   | 74.60    | 14.62    | 5.67              | 1.53     | 8                   | 0.08                                | 0.02     |
| CTRL N 1  | 12                | 555.99     | 183.91   | 114.58   | 32.46    | 6.00              | 0.00     | 6                   | 0.10                                | 0.02     |
| CTRL N 2  | 1                 | 347.90     | 122.25   | 43.59    | 10.22    | 4.33              | 0.58     | 5                   | 0.06                                | 0.00     |
| CTRL N 2  | 3                 | 2791.69    | 1267.96  | 225.21   | 70.76    | 3.67              | 0.58     | 4                   | 0.07                                | 0.00     |
| CTRL N 2  | 4                 | 1898.75    | 844.94   | 259.40   | 77.52    | 4.00              | 1.00     | 5                   | 0.09                                | 0.01     |
| CTRL N 2  | 5                 | 1360.73    | 797.84   | 253.89   | 73.29    | 4.33              | 1.53     | 7                   | 0.17                                | 0.02     |
| CTRL N 2  | 6                 | 611.52     | 246.99   | 99.47    | 39.76    | 4.33              | 0.58     | 6                   | 0.13                                | 0.03     |

| Transetto | Profondità (m) | Abbondanza |          | Biomassa |          | Ricchezza di taxa |          | Ricchezza totale | Biomassa individuale nematodi |          |
|-----------|----------------|------------|----------|----------|----------|-------------------|----------|------------------|-------------------------------|----------|
|           |                | media      | dev. st. | media    | dev. st. | media             | dev. st. |                  | media                         | dev. st. |
| CTRL N 2  | 10             | 572.32     | 239.85   | 67.96    | 11.52    | 4.33              | 2.08     | 8                | 0.09                          | 0.02     |
| CTRL N 2  | 12             | 563.17     | 298.93   | 82.15    | 31.25    | 5.67              | 1.53     | 7                | 0.07                          | 0.01     |
| CTRL S    | 1              | 1184.98    | 231.10   | 86.12    | 4.40     | 2.67              | 0.58     | 3                | 0.07                          | 0.01     |
| CTRL S    | 3              | 962.69     | 252.96   | 147.38   | 32.75    | 4.33              | 0.58     | 5                | 0.08                          | 0.01     |
| CTRL S    | 4              | 1240.52    | 367.27   | 228.58   | 44.71    | 4.67              | 0.58     | 6                | 0.16                          | 0.02     |
| CTRL S    | 5              | 955.01     | 195.70   | 130.79   | 25.68    | 4.33              | 0.58     | 5                | 0.09                          | 0.01     |
| CTRL S    | 6              | 779.10     | 269.40   | 105.57   | 18.60    | 5.33              | 0.58     | 6                | 0.07                          | 0.01     |
| CTRL S    | 10             | 352.96     | 66.58    | 70.71    | 14.67    | 4.33              | 0.58     | 7                | 0.15                          | 0.01     |
| CTRL S    | 12             | 613.64     | 245.13   | 91.52    | 9.11     | 4.67              | 0.58     | 6                | 0.12                          | 0.03     |

| Transetto | Profondità (m) | Nematoda |          | Copepoda |          | Nauplii |          | Polychaeta |          |
|-----------|----------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|------------|----------|
|           |                | media    | dev. st. | media    | dev. st. | media   | dev. st. | media      | dev. st. |
| SIN S     | 1              | 68.93    | 105.15   | 1.31     | 2.26     | 0.33    | 0.57     | 0.33       | 0.57     |
| SIN S     | 3              | 1456.61  | 208.98   | 138.51   | 97.73    | 131.97  | 155.04   | 4.25       | 3.15     |
| SIN S     | 4              | 851.95   | 306.09   | 66.97    | 39.27    | 9.15    | 6.38     | 2.29       | 1.13     |
| SIN S     | 5              | 570.69   | 156.77   | 100.78   | 56.03    | 33.65   | 23.55    | 1.96       | 0.98     |
| SIN S     | 6              | 808.17   | 37.42    | 37.24    | 19.10    | 6.86    | 7.78     | 0.65       | 1.13     |
| SIN S     | 10             | 290.73   | 140.98   | 33.81    | 19.73    | 2.94    | 2.59     | 0.65       | 0.57     |
| SIN S     | 12             | 218.54   | 107.55   | 39.85    | 24.53    | 1.63    | 1.50     | 0.65       | 0.57     |
| SIN c     | 1              | 104.86   | 44.23    | 1.31     | 1.13     | 0.00    | 0.00     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 3              | 1309.93  | 387.41   | 41.00    | 5.85     | 14.37   | 6.53     | 2.61       | 2.26     |
| SIN c     | 4              | 734.67   | 53.83    | 40.18    | 35.21    | 2.94    | 1.70     | 0.98       | 0.98     |
| SIN c     | 5              | 989.15   | 368.14   | 62.72    | 39.94    | 14.05   | 16.87    | 1.63       | 1.50     |
| SIN c     | 6              | 727.49   | 197.06   | 47.04    | 16.31    | 5.55    | 4.42     | 0.98       | 0.98     |
| SIN c     | 10             | 496.21   | 133.60   | 56.51    | 15.50    | 3.92    | 4.49     | 1.63       | 1.50     |
| SIN c     | 12             | 304.78   | 95.60    | 55.21    | 17.06    | 4.25    | 4.08     | 0.98       | 0.98     |
| SIN N     | 1              | 6.86     | 5.46     | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 0.00     | 0.00       | 0.00     |
| SIN N     | 3              | 1806.14  | 559.37   | 59.29    | 59.83    | 35.61   | 59.13    | 4.57       | 2.83     |
| SIN N     | 4              | 638.63   | 274.61   | 36.26    | 16.31    | 7.51    | 6.88     | 0.33       | 0.57     |
| SIN N     | 5              | 623.28   | 189.26   | 18.62    | 11.55    | 3.59    | 3.96     | 0.98       | 1.70     |
| SIN N     | 6              | 764.07   | 160.86   | 11.76    | 9.95     | 2.94    | 1.96     | 0.33       | 0.57     |
| SIN N     | 10             | 493.92   | 169.06   | 25.81    | 13.38    | 1.31    | 1.50     | 1.63       | 2.04     |
| SIN N     | 12             | 185.87   | 54.04    | 20.09    | 5.12     | 0.98    | 0.98     | 1.96       | 0.98     |
| CTRL N 1  | 1              | 107.15   | 51.34    | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 0.00     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 3              | 1021.16  | 274.42   | 69.58    | 31.68    | 14.70   | 16.49    | 0.33       | 0.57     |
| CTRL N 1  | 4              | 686.65   | 262.21   | 135.57   | 139.08   | 20.58   | 21.22    | 0.98       | 0.98     |
| CTRL N 1  | 5              | 996.33   | 127.87   | 24.17    | 12.94    | 2.61    | 2.26     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 6              | 861.42   | 304.01   | 20.91    | 7.61     | 4.25    | 2.99     | 0.65       | 1.13     |

| Transetto | Profondità (m) | Nematoda |          | Copepoda |          | Nauplii |          | Polychaeta |          |
|-----------|----------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|------------|----------|
|           |                | media    | dev. st. | media    | dev. st. | media   | dev. st. | media      | dev. st. |
| CTRL N 1  | 10             | 450.80   | 245.17   | 25.81    | 8.89     | 0.33    | 0.57     | 1.31       | 1.50     |
| CTRL N 1  | 12             | 443.29   | 143.85   | 73.50    | 24.48    | 5.88    | 2.59     | 5.55       | 2.26     |
| CTRL N 2  | 1              | 318.17   | 109.49   | 11.11    | 5.57     | 0.33    | 0.57     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 2  | 3              | 2745.96  | 1247.68  | 37.24    | 20.74    | 0.65    | 1.13     | 1.63       | 1.50     |
| CTRL N 2  | 4              | 1765.63  | 811.47   | 100.78   | 50.94    | 15.68   | 13.18    | 1.63       | 2.04     |
| CTRL N 2  | 5              | 1288.70  | 747.38   | 59.62    | 39.51    | 4.90    | 3.39     | 1.63       | 2.83     |
| CTRL N 2  | 6              | 594.53   | 237.98   | 9.47     | 7.14     | 0.98    | 0.98     | 1.96       | 0.98     |
| CTRL N 2  | 10             | 552.07   | 229.32   | 12.41    | 4.93     | 0.98    | 0.98     | 0.33       | 0.57     |
| CTRL N 2  | 12             | 473.67   | 228.07   | 62.72    | 55.58    | 2.61    | 2.47     | 1.63       | 2.04     |
| CTRL S    | 1              | 1130.59  | 189.58   | 52.43    | 43.71    | 0.65    | 1.13     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL S    | 3              | 747.09   | 125.04   | 157.13   | 93.64    | 37.89   | 27.38    | 2.94       | 0.98     |
| CTRL S    | 4              | 1121.45  | 351.89   | 92.94    | 17.70    | 19.60   | 14.13    | 2.61       | 1.50     |
| CTRL S    | 5              | 829.73   | 159.38   | 94.57    | 38.16    | 15.03   | 6.88     | 6.21       | 6.53     |
| CTRL S    | 6              | 633.73   | 204.34   | 99.31    | 38.29    | 11.11   | 6.22     | 7.84       | 5.19     |
| CTRL S    | 10             | 295.63   | 49.16    | 44.92    | 29.12    | 7.51    | 8.45     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL S    | 12             | 558.27   | 219.65   | 47.53    | 27.45    | 0.98    | 1.70     | 1.31       | 1.50     |

| Transetto | Profondità (m) | Kinorhyncha |          | Bivalvia |          | Acarina |          | Cumacea |          |
|-----------|----------------|-------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|
|           |                | media       | dev. st. | media    | dev. st. | media   | dev. st. | media   | dev. st. |
| SIN S     | 1              | 0.00        | 0.00     | 0.65     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN S     | 3              | 0.00        | 0.00     | 1.63     | 1.50     | 0.33    | 0.57     | 0.00    | 0.00     |
| SIN S     | 4              | 0.00        | 0.00     | 0.65     | 1.13     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN S     | 5              | 0.00        | 0.00     | 2.29     | 2.47     | 0.00    | 0.00     | 0.33    | 0.57     |
| SIN S     | 6              | 0.00        | 0.00     | 1.96     | 3.39     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN S     | 10             | 0.33        | 0.57     | 2.94     | 4.27     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN S     | 12             | 1.63        | 1.50     | 1.31     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN c     | 1              | 0.00        | 0.00     | 2.29     | 3.15     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN c     | 3              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.33    | 0.57     | 0.00    | 0.00     |
| SIN c     | 4              | 0.00        | 0.00     | 1.31     | 1.13     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN c     | 5              | 0.00        | 0.00     | 1.31     | 1.50     | 0.00    | 0.00     | 0.33    | 0.57     |
| SIN c     | 6              | 0.00        | 0.00     | 1.31     | 1.50     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN c     | 10             | 1.63        | 1.50     | 5.55     | 3.96     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN c     | 12             | 1.96        | 1.96     | 1.31     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN N     | 1              | 0.00        | 0.00     | 1.96     | 1.70     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN N     | 3              | 0.00        | 0.00     | 0.98     | 1.70     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN N     | 4              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN N     | 5              | 0.00        | 0.00     | 0.98     | 0.98     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN N     | 6              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| SIN N     | 10             | 0.65        | 0.57     | 1.31     | 1.50     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |

| Transetto | Profondità (m) | Kinorhyncha |          | Bivalvia |          | Acarina |          | Cumacea |          |
|-----------|----------------|-------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|
|           |                | media       | dev. st. | media    | dev. st. | media   | dev. st. | media   | dev. st. |
| SIN N     | 12             | 0.65        | 1.13     | 1.31     | 1.13     | 0.00    | 0.00     | 0.98    | 0.98     |
| CTRL N 1  | 1              | 0.00        | 0.00     | 2.29     | 2.04     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 1  | 3              | 0.00        | 0.00     | 2.61     | 2.04     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 1  | 4              | 0.00        | 0.00     | 1.31     | 2.26     | 0.00    | 0.00     | 0.33    | 0.57     |
| CTRL N 1  | 5              | 0.00        | 0.00     | 1.96     | 1.96     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 1  | 6              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 1  | 10             | 0.98        | 0.98     | 0.65     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.65    | 1.13     |
| CTRL N 1  | 12             | 14.37       | 14.08    | 5.55     | 1.13     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 2  | 1              | 0.00        | 0.00     | 4.90     | 2.59     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 2  | 3              | 0.00        | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 2  | 4              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL N 2  | 5              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.33    | 0.57     |
| CTRL N 2  | 6              | 0.00        | 0.00     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.33    | 0.57     |
| CTRL N 2  | 10             | 0.33        | 0.57     | 1.63     | 1.50     | 0.00    | 0.00     | 3.92    | 6.79     |
| CTRL N 2  | 12             | 11.76       | 7.40     | 2.94     | 2.59     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 1              | 0.00        | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 3              | 0.00        | 0.00     | 1.63     | 2.83     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 4              | 0.00        | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 5              | 0.00        | 0.00     | 0.65     | 1.13     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 6              | 0.33        | 0.57     | 2.61     | 2.83     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 10             | 0.33        | 0.57     | 1.63     | 2.04     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |
| CTRL S    | 12             | 3.59        | 2.04     | 0.33     | 0.57     | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00     |

| Transetto | Profondità (m) | Amphipoda |          | Gastropoda |          | Cladocera |          | Ostracoda |          | Tanaidacea |          |
|-----------|----------------|-----------|----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
|           |                | media     | dev. st. | media      | dev. st. | media     | dev. st. | media     | dev. st. | media      | dev. st. |
| SIN S     | 1              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 8.49      | 8.33     | 0.00       | 0.00     |
| SIN S     | 3              | 0.00      | 0.00     | 0.33       | 0.57     | 0.00      | 0.00     | 32.99     | 15.63    | 0.00       | 0.00     |
| SIN S     | 4              | 0.33      | 0.57     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 14.37     | 7.22     | 0.00       | 0.00     |
| SIN S     | 5              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 10.13     | 5.57     | 0.00       | 0.00     |
| SIN S     | 6              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 7.51      | 5.40     | 0.00       | 0.00     |
| SIN S     | 10             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 3.27      | 2.47     | 0.00       | 0.00     |
| SIN S     | 12             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 3.59      | 3.15     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 1              | 0.00      | 0.00     | 0.33       | 0.57     | 0.00      | 0.00     | 2.94      | 4.27     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 3              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.33      | 0.57     | 21.56     | 14.24    | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 4              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 9.47      | 3.96     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 5              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 14.37     | 7.36     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 6              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 7.19      | 9.05     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 10             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 6.53      | 2.04     | 0.00       | 0.00     |
| SIN c     | 12             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 8.82      | 5.19     | 0.00       | 0.00     |



| Transetto | Profondità (m) | Amphipoda |          | Gastropoda |          | Cladocera |          | Ostracoda |          | Tanaidacea |          |
|-----------|----------------|-----------|----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
|           |                | media     | dev. st. | media      | dev. st. | media     | dev. st. | media     | dev. st. | media      | dev. st. |
| SIN N     | 1              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 6.53      | 4.08     | 0.00       | 0.00     |
| SIN N     | 3              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 60.11     | 16.58    | 0.65       | 1.13     |
| SIN N     | 4              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 12.09     | 0.57     | 0.00       | 0.00     |
| SIN N     | 5              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 4.25      | 1.50     | 0.00       | 0.00     |
| SIN N     | 6              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 1.96      | 0.00     | 0.00       | 0.00     |
| SIN N     | 10             | 0.33      | 0.57     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.98      | 0.98     | 0.00       | 0.00     |
| SIN N     | 12             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 1              | 0.00      | 0.00     | 0.33       | 0.57     | 0.00      | 0.00     | 5.88      | 1.70     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 3              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 30.38     | 23.11    | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 4              | 2.61      | 3.71     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 11.11     | 10.79    | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 5              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 1.63      | 1.50     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 6              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 6.53      | 6.88     | 0.33       | 0.57     |
| CTRL N 1  | 10             | 0.33      | 0.57     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 1.63      | 1.13     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 1  | 12             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 7.84      | 5.96     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 2  | 1              | 0.00      | 0.00     | 0.33       | 0.57     | 0.00      | 0.00     | 13.07     | 8.33     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 2  | 3              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 6.21      | 3.96     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 2  | 4              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 14.70     | 5.46     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 2  | 5              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 4.25      | 4.08     | 0.98       | 1.70     |
| CTRL N 2  | 6              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 3.92      | 3.53     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL N 2  | 10             | 0.33      | 0.57     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.33       | 0.57     |
| CTRL N 2  | 12             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 7.19      | 9.91     | 0.65       | 1.13     |
| CTRL S    | 1              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 1.31      | 1.50     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL S    | 3              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 16.01     | 9.82     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL S    | 4              | 0.33      | 0.57     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 2.61      | 2.04     | 0.98       | 1.70     |
| CTRL S    | 5              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 8.82      | 5.96     | 0.00       | 0.00     |
| CTRL S    | 6              | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 24.17     | 15.26    | 0.00       | 0.00     |
| CTRL S    | 10             | 0.00      | 0.00     | 0.33       | 0.57     | 0.00      | 0.00     | 2.29      | 3.15     | 0.33       | 0.57     |
| CTRL S    | 12             | 0.00      | 0.00     | 0.00       | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 1.63      | 2.04     | 0.00       | 0.00     |

**Allegato 2:** Concentrazioni di clorofilla-*a*, feopigmenti ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), proteine, carboidrati e lipidi totali ( $\text{mg g}^{-1}$ ), frazioni granulometriche (%), temperatura al fondo ( $^{\circ}\text{C}$ ) e salinità al fondo (PSU). CTRL N 1 = controllo Nord di Marina di Montemarciano; CTRL N 2 = controllo Nord di Senigallia; SIN c = transetto SIN centro; CTRL S = controllo Sud di Palombina.

| Transetto | Profondità<br>(m) | Clorofilla- <i>a</i> |         | Feopigmenti |         | Proteine |         | Carboidrati |         | Lipidi |         |
|-----------|-------------------|----------------------|---------|-------------|---------|----------|---------|-------------|---------|--------|---------|
|           |                   | media                | dev.st. | media       | dev.st. | media    | dev.st. | media       | dev.st. | media  | dev.st. |
| SIN S     | 1                 | 0.07                 | 0.00    | 0.24        | 0.02    | 0.18     | 0.01    | 0.12        | 0.02    | 0.09   | 0.02    |
| SIN S     | 3                 | 0.80                 | 0.05    | 2.26        | 0.15    | 0.95     | 0.09    | 0.22        | 0.03    | 0.20   | 0.06    |
| SIN S     | 4                 | 0.83                 | 0.08    | 2.48        | 0.25    | 0.87     | 0.04    | 0.22        | 0.04    | 0.13   | 0.04    |
| SIN S     | 5                 | 0.39                 | 0.01    | 1.72        | 0.22    | 0.35     | 0.02    | 0.18        | 0.04    | 0.09   | 0.01    |
| SIN S     | 6                 | 1.06                 | 0.05    | 2.89        | 0.06    | 1.05     | 0.12    | 0.29        | 0.07    | 0.14   | 0.03    |
| SIN S     | 10                | 0.46                 | 0.03    | 2.74        | 0.04    | 1.02     | 0.02    | 0.24        | 0.02    | 0.11   | 0.02    |
| SIN S     | 12                | 0.39                 | 0.00    | 2.99        | 0.15    | 0.95     | 0.05    | 0.28        | 0.07    | 0.13   | 0.00    |
| SIN c     | 1                 | 0.09                 | 0.01    | 0.32        | 0.02    | 0.20     | 0.03    | 0.12        | 0.03    | 0.10   | 0.03    |
| SIN c     | 3                 | 1.06                 | 0.04    | 2.55        | 0.17    | 0.67     | 0.03    | 0.24        | 0.02    | 0.28   | 0.05    |
| SIN c     | 4                 | 0.96                 | 0.03    | 2.39        | 0.05    | 0.49     | 0.11    | 0.25        | 0.02    | 0.26   | 0.04    |
| SIN c     | 5                 | 0.87                 | 0.09    | 3.08        | 0.13    | 0.67     | 0.05    | 0.37        | 0.04    | 0.30   | 0.04    |
| SIN c     | 6                 | 0.45                 | 0.08    | 2.23        | 0.62    | 0.61     | 0.07    | 0.26        | 0.03    | 0.21   | 0.05    |
| SIN c     | 10                | 0.60                 | 0.01    | 3.07        | 0.04    | 0.49     | 0.06    | 0.28        | 0.03    | 0.20   | 0.02    |
| SIN c     | 12                | 0.35                 | 0.02    | 2.85        | 0.43    | 0.54     | 0.05    | 0.28        | 0.06    | 0.22   | 0.04    |
| SIN N     | 1                 | 0.02                 | 0.01    | 0.06        | 0.01    | 0.07     | 0.01    | 0.05        | 0.01    | 0.04   | 0.01    |
| SIN N     | 3                 | 0.76                 | 0.15    | 1.64        | 0.14    | 0.47     | 0.06    | 0.22        | 0.01    | 0.19   | 0.02    |
| SIN N     | 4                 | 1.41                 | 0.42    | 2.91        | 0.63    | 0.49     | 0.07    | 0.23        | 0.02    | 0.23   | 0.04    |
| SIN N     | 5                 | 0.87                 | 0.09    | 2.71        | 0.24    | 0.75     | 0.07    | 0.22        | 0.02    | 0.27   | 0.04    |
| SIN N     | 6                 | 0.69                 | 0.13    | 2.59        | 0.41    | 0.59     | 0.10    | 0.25        | 0.01    | 0.21   | 0.03    |
| SIN N     | 10                | 0.55                 | 0.08    | 4.04        | 0.03    | 0.52     | 0.05    | 0.11        | 0.03    | 0.21   | 0.04    |
| SIN N     | 12                | 0.32                 | 0.03    | 3.01        | 0.06    | 0.17     | 0.02    | 0.05        | 0.01    | 0.16   | 0.01    |
| CTRL N 1  | 1                 | 0.22                 | 0.03    | 0.42        | 0.07    | 0.01     | 0.00    | 0.09        | 0.01    | 0.12   | 0.02    |
| CTRL N 1  | 3                 | 0.72                 | 0.05    | 1.52        | 0.13    | 0.10     | 0.02    | 0.09        | 0.01    | 0.14   | 0.01    |
| CTRL N 1  | 4                 | 0.96                 | 0.20    | 2.09        | 0.38    | 0.37     | 0.04    | 0.10        | 0.01    | 0.14   | 0.00    |
| CTRL N 1  | 5                 | 0.80                 | 0.07    | 2.44        | 0.42    | 0.57     | 0.13    | 0.12        | 0.03    | 0.24   | 0.00    |
| CTRL N 1  | 6                 | 0.85                 | 0.06    | 2.61        | 0.14    | 1.12     | 0.14    | 0.18        | 0.03    | 0.11   | 0.01    |
| CTRL N 1  | 10                | 0.39                 | 0.02    | 3.44        | 0.14    | 1.36     | 0.21    | 0.17        | 0.00    | 0.16   | 0.03    |
| CTRL N 1  | 12                | 1.04                 | 0.05    | 6.76        | 0.27    | 1.94     | 0.01    | 0.29        | 0.01    | 0.16   | 0.01    |
| CTRL N 2  | 1                 | 0.18                 | 0.01    | 0.37        | 0.01    | 0.34     | 0.07    | 0.15        | 0.01    | 0.07   | 0.01    |
| CTRL N 2  | 3                 | 0.61                 | 0.03    | 1.39        | 0.08    | 0.61     | 0.13    | 0.17        | 0.02    | 0.13   | 0.03    |
| CTRL N 2  | 4                 | 0.84                 | 0.05    | 2.48        | 0.09    | 1.29     | 0.22    | 0.21        | 0.01    | 0.14   | 0.02    |
| CTRL N 2  | 5                 | 0.81                 | 0.10    | 2.39        | 0.20    | 1.00     | 0.16    | 0.26        | 0.05    | 0.11   | 0.03    |
| CTRL N 2  | 6                 | 0.55                 | 0.01    | 2.78        | 0.03    | 0.92     | 0.16    | 0.20        | 0.05    | 0.18   | 0.03    |
| CTRL N 2  | 10                | 0.48                 | 0.03    | 3.06        | 0.14    | 0.82     | 0.04    | 0.21        | 0.01    | 0.17   | 0.01    |
| CTRL N 2  | 12                | 0.38                 | 0.03    | 3.52        | 0.22    | 0.66     | 0.08    | 0.21        | 0.03    | 0.27   | 0.02    |
| CTRL S    | 1                 | 1.58                 | 0.08    | 1.75        | 0.12    | 0.35     | 0.01    | 0.12        | 0.02    | 0.13   | 0.00    |
| CTRL S    | 3                 | 0.80                 | 0.05    | 2.44        | 0.45    | 1.40     | 0.11    | 0.37        | 0.08    | 0.23   | 0.05    |

| Transetto | Profondità (m) | Clorofilla- <i>a</i> |         | Feopigmenti |         | Proteine |         | Carboidrati |         | Lipidi |         |
|-----------|----------------|----------------------|---------|-------------|---------|----------|---------|-------------|---------|--------|---------|
|           |                | media                | dev.st. | media       | dev.st. | media    | dev.st. | media       | dev.st. | media  | dev.st. |
| CTRL S    | 4              | 0.94                 | 0.05    | 3.14        | 0.26    | 0.98     | 0.07    | 0.50        | 0.09    | 0.31   | 0.06    |
| CTRL S    | 5              | 1.13                 | 0.44    | 3.30        | 0.82    | 0.70     | 0.20    | 0.42        | 0.04    | 0.52   | 0.17    |
| CTRL S    | 6              | 1.93                 | 0.52    | 7.67        | 0.78    | 0.77     | 0.26    | 0.47        | 0.06    | 0.42   | 0.08    |
| CTRL S    | 10             | 0.52                 | 0.10    | 3.37        | 0.68    | 0.65     | 0.07    | 0.38        | 0.03    | 0.34   | 0.06    |
| CTRL S    | 12             | 0.87                 | 0.07    | 3.88        | 0.10    | 1.14     | 0.07    | 0.57        | 0.12    | 0.26   | 0.05    |

| Transetto | Profondità (m) | Ghiaia | Sabbia | Pelite | Temperatura | Salinità |
|-----------|----------------|--------|--------|--------|-------------|----------|
| SIN S     | 1              | 0.0    | 99.2   | 0.8    |             |          |
| SIN S     | 3              | 0.0    | 84.4   | 15.6   | 20.02       | 37.38    |
| SIN S     | 4              | 0.3    | 89.8   | 10.0   | 20.12       | 37.47    |
| SIN S     | 5              | 0.7    | 87.2   | 12.1   | 20.01       | 37.41    |
| SIN S     | 6              | 0.0    | 84.0   | 16.0   | 20.18       | 37.49    |
| SIN S     | 10             | 0.0    | 82.0   | 18.0   | 20.94       | 37.74    |
| SIN S     | 12             | 0.0    | 55.1   | 44.9   | 20.88       | 37.75    |
| SIN c     | 1              | 2.0    | 96.9   | 1.1    |             |          |
| SIN c     | 3              | 0.0    | 85.1   | 14.9   | 19.99       | 37.50    |
| SIN c     | 4              | 4.3    | 86.4   | 9.4    | 20.20       | 37.51    |
| SIN c     | 5              | 0.8    | 87.2   | 12.1   | 20.23       | 37.53    |
| SIN c     | 6              | 0.0    | 87.4   | 12.6   | 20.49       | 37.59    |
| SIN c     | 10             | 0.0    | 80.6   | 19.4   | 20.95       | 37.73    |
| SIN c     | 12             | 0.0    | 69.8   | 30.2   | 20.91       | 37.75    |
| SIN N     | 1              | 60.5   | 39.1   | 0.3    |             |          |
| SIN N     | 3              | 0.0    | 92.5   | 7.5    | 19.93       | 37.41    |
| SIN N     | 4              | 0.8    | 88.0   | 11.2   | 20.35       | 37.56    |
| SIN N     | 5              | 0.1    | 91.7   | 8.2    | 20.45       | 37.59    |
| SIN N     | 6              | 0.6    | 82.5   | 16.9   | 20.64       | 37.64    |
| SIN N     | 10             | 0.1    | 82.0   | 17.9   | 20.97       | 37.73    |
| SIN N     | 12             | 0.0    | 72.7   | 27.3   | 20.92       | 37.75    |
| CTRL N 1  | 1              | 1.1    | 98.4   | 0.5    |             |          |
| CTRL N 1  | 3              | 0.0    | 96.8   | 3.2    | 19.64       | 37.59    |
| CTRL N 1  | 4              | 0.5    | 92.1   | 7.4    | 20.49       | 37.63    |
| CTRL N 1  | 5              | 0.4    | 92.6   | 7.0    | 20.68       | 37.67    |
| CTRL N 1  | 6              | 1.8    | 91.3   | 6.9    | 20.88       | 37.69    |
| CTRL N 1  | 10             | 1.0    | 82.3   | 16.6   | 21.01       | 37.73    |
| CTRL N 1  | 12             | 0.0    | 66.6   | 33.4   | 21.05       | 37.83    |
| CTRL N 2  | 1              | 0.6    | 98.8   | 0.6    |             |          |
| CTRL N 2  | 3              | 1.2    | 96.7   | 2.1    | 19.62       | 37.60    |
| CTRL N 2  | 4              | 2.3    | 90.5   | 7.2    | 20.11       | 37.61    |
| CTRL N 2  | 5              | 0.0    | 93.0   | 7.0    | 20.58       | 37.66    |
| CTRL N 2  | 6              | 1.4    | 91.0   | 7.5    | 20.86       | 37.68    |

| <b>Transetto</b> | <b>Profondità (m)</b> | <b>Ghiaia</b> | <b>Sabbia</b> | <b>Pelite</b> | <b>Temperatura</b> | <b>Salinità</b> |
|------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------|
| CTRL N 2         | 10                    | 0.8           | 84.5          | 14.7          | 21.05              | 37.66           |
| CTRL N 2         | 12                    | 0.0           | 54.9          | 45.1          | 21.16              | 37.90           |
| CTRL S           | 1                     | 0.9           | 98.5          | 0.6           |                    |                 |
| CTRL S           | 3                     | 0.5           | 88.6          | 10.9          | 21.20              | 37.59           |
| CTRL S           | 4                     | 0.0           | 87.1          | 12.8          | 21.27              | 37.73           |
| CTRL S           | 5                     | 0.5           | 74.8          | 24.7          | 21.20              | 37.79           |
| CTRL S           | 6                     | 0.0           | 74.0          | 26.0          | 21.16              | 37.82           |
| CTRL S           | 10                    | 0.0           | 80.9          | 19.1          | 21.00              | 37.90           |
| CTRL S           | 12                    | 0.3           | 75.0          | 24.7          | 20.95              | 37.92           |

**Allegato 3:** Concentrazioni del TOC (% p/p), degli idrocarburi C >12 ( $\mu\text{g kg}^{-1}$  s.s.), C <12 ( $\text{mg kg}^{-1}$  s.s.), dei 16 IPA ( $\mu\text{g kg}^{-1}$  s.s.) e dei PCB ( $\mu\text{g kg}^{-1}$  s.s.) nei campioni di sedimento. CTRL N 2 = controllo Nord di Senigallia; SIN c = transetto SIN centro; CTRL S = controllo Sud di Palombina.

| Transetto | Profondità (m) | Livello carota | TOC | Idrocarburi C<12 | Idrocarburi C>12 | Naftalene | Acenaftene | Acenaftilene |
|-----------|----------------|----------------|-----|------------------|------------------|-----------|------------|--------------|
| SIN S     | 1              | 0-10 cm        | 1.9 | < 0.24           | 12000            | < 1.0     | < 1.0      | < 1.0        |
| SIN S     | 1              | 10-20 cm       | 2.7 | < 0.19           | < 2200           | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN S     | 3              | 0-10 cm        | 1.8 | < 0.16           | < 2100           | 1.7       | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN S     | 5              | 0-10 cm        | 2   | < 0.19           | < 2400           | 1.9       | < 0.27     | < 0.27       |
| SIN S     | 10             | 0-10 cm        | 2.1 | < 0.21           | < 2200           | 1.2       | < 0.23     | < 0.23       |
| SIN S     | 12             | 0-10 cm        | 4.4 | < 0.32           | 4000             | < 0.34    | < 0.34     | < 0.34       |
| SIN c     | 1              | 0-10 cm        | 1.9 | < 0.21           | 8400             | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN c     | 1              | 10-20 cm       | 3.2 | < 0.16           | 6900             | 1.3       | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN N     | 1              | 0-10 cm        | 3.3 | < 0.21           | 14000            | < 1.1     | 96         | < 1.1        |
| SIN N     | 3              | 0-10 cm        | 3.3 | < 0.22           | 2300             | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN N     | 5              | 0-10 cm        | 5   | < 0.15           | 3000             | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN N     | 10             | 0-10 cm        | 3.2 | < 0.18           | 2300             | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| SIN N     | 12             | 0-10 cm        | 3.2 | < 0.25           | < 2100           | 1.8       | < 0.25     | < 0.25       |
| CTRL N 2  | 1              | 0-10 cm        | 2.8 | < 0.22           | < 2200           | 1.2       | < 0.24     | < 0.24       |
| CTRL N 2  | 1              | 10-20 cm       | 3.1 | < 0.16           | < 2100           | 1.5       | < 0.25     | < 0.25       |
| CTRL N 2  | 3              | 0-10 cm        | 2.2 | < 0.19           | < 2200           | < 0.24    | < 0.24     | < 0.24       |
| CTRL N 2  | 5              | 0-10 cm        | 3.3 | < 0.22           | < 2400           | < 0.26    | < 0.26     | < 0.26       |
| CTRL N 2  | 10             | 0-10 cm        | 2.8 | < 0.2            | < 2100           | < 0.26    | < 0.26     | < 0.26       |
| CTRL N 2  | 12             | 0-10 cm        | 1   | < 0.15           | < 2000           | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| CTRL S    | 1              | 0-10 cm        | 3.4 | < 0.18           | < 2100           | < 0.24    | < 0.24     | < 0.24       |
| CTRL S    | 1              | 10-20 cm       | 2.7 | < 0.21           | < 2200           | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| CTRL S    | 3              | 0-10 cm        | 3.4 | < 0.19           | < 2100           | < 0.25    | < 0.25     | < 0.25       |
| CTRL S    | 5              | 0-10 cm        | 2.8 | < 0.17           | < 2200           | < 1.0     | < 1.0      | < 1.0        |
| CTRL S    | 10             | 0-10 cm        | 4.1 | < 0.25           | < 2200           | < 1.0     | < 1.0      | < 1.0        |
| CTRL S    | 12             | 0-10 cm        | 3.1 | < 0.23           | < 2100           | < 1.00    | < 1.00     | < 1.00       |

| Transetto | Profondità (m) | Livello carota | Fluorene | Fenantrene | Antracene | $\Sigma$ IPA basso PM | Fluorantene | Pirene |
|-----------|----------------|----------------|----------|------------|-----------|-----------------------|-------------|--------|
| SIN S     | 1              | 0-10 cm        | 1.2      | 1.2        | < 1.0     | 4.40                  | < 1.0       | 1.7    |
| SIN S     | 1              | 10-20 cm       | < 0.25   | 1.8        | 1.1       | 3.40                  | 27          | 18     |
| SIN S     | 3              | 0-10 cm        | 1.8      | 3          | 1.1       | 7.85                  | 8.9         | 5.2    |
| SIN S     | 5              | 0-10 cm        | 1.5      | 1.2        | < 0.27    | 5.01                  | < 0.27      | 0.89   |
| SIN S     | 10             | 0-10 cm        | < 0.23   | 1.3        | < 0.23    | 2.96                  | < 0.23      | 1.4    |
| SIN S     | 12             | 0-10 cm        | < 0.34   | 0.55       | < 0.34    | 1.40                  | < 0.34      | 1.5    |
| SIN c     | 1              | 0-10 cm        | < 0.25   | 0.43       | < 0.25    | 1.06                  | < 0.25      | 0.46   |
| SIN c     | 1              | 10-20 cm       | 0.43     | 1.5        | 0.91      | 4.39                  | < 0.25      | 3.1    |
| SIN N     | 1              | 0-10 cm        | 100      | 360        | 260       | 817.10                | 780         | 580    |
| SIN N     | 3              | 0-10 cm        | < 0.25   | 0.7        | 0.44      | 1.64                  | < 0.25      | 1.2    |
| SIN N     | 5              | 0-10 cm        | 0.44     | 0.69       | 0.53      | 2.04                  | < 0.25      | 2.6    |
| SIN N     | 10             | 0-10 cm        | < 0.25   | 1.2        | < 0.25    | 1.83                  | < 0.25      | 1.2    |
| SIN N     | 12             | 0-10 cm        | 0.87     | 1.5        | < 0.25    | 4.55                  | < 0.25      | 1.6    |
| CTRL N 2  | 1              | 0-10 cm        | 0.4      | 0.76       | 0.34      | 2.94                  | < 0.24      | 0.69   |
| CTRL N 2  | 1              | 10-20 cm       | 0.35     | 0.56       | 0.32      | 2.98                  | < 0.25      | 0.5    |
| CTRL N 2  | 3              | 0-10 cm        | < 0.24   | < 0.24     | < 0.24    | 0.72                  | 4.1         | 4.1    |
| CTRL N 2  | 5              | 0-10 cm        | < 0.26   | < 0.26     | < 0.26    | 0.78                  | < 0.26      | < 0.26 |

| Transetto | Profondità (m) | Livello carota | Fluorene | Fenantrene | Antracene | $\Sigma$ IPA basso PM | Fluorantene | Pirene |
|-----------|----------------|----------------|----------|------------|-----------|-----------------------|-------------|--------|
| CTRL N 2  | 10             | 0-10 cm        | < 0.26   | < 0.26     | < 0.26    | 0.78                  | 3.1         | 2.6    |
| CTRL N 2  | 12             | 0-10 cm        | < 0.25   | < 0.25     | < 0.25    | 0.75                  | 1.1         | 0.95   |
| CTRL S    | 1              | 0-10 cm        | < 0.24   | < 0.24     | < 0.24    | 0.72                  | < 0.24      | 0.38   |
| CTRL S    | 1              | 10-20 cm       | < 0.25   | < 0.25     | < 0.25    | 0.75                  | 0.28        | < 0.25 |
| CTRL S    | 3              | 0-10 cm        | 0.68     | < 0.25     | < 0.25    | 1.31                  | 2.8         | 2.7    |
| CTRL S    | 5              | 0-10 cm        | < 1.0    | < 1.0      | < 1.0     | 3.00                  | < 1.0       | < 1.0  |
| CTRL S    | 10             | 0-10 cm        | < 1.0    | < 1.0      | < 1.0     | 3.00                  | 1.6         | 1.3    |
| CTRL S    | 12             | 0-10 cm        | < 1.00   | < 1.00     | < 1.00    | 3.00                  | 1           | < 1.00 |

| Transetto | Profondità (m) | Livello carota | Benzo (a) antracene | Crisene | Benzo (b) fluorantene | Benzo (k) fluorantene | Benzo (a) pirene | Dibenzo (a,h) antracene |
|-----------|----------------|----------------|---------------------|---------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| SIN S     | 1              | 0-10 cm        | < 1.0               | 1.1     | 1.4                   | < 1.0                 | 1.3              | < 1.0                   |
| SIN S     | 1              | 10-20 cm       | 13                  | 13      | 11                    | 8                     | 18               | < 0.25                  |
| SIN S     | 3              | 0-10 cm        | 3.7                 | 5.4     | 4.7                   | 3.7                   | 5.9              | < 0.25                  |
| SIN S     | 5              | 0-10 cm        | < 0.27              | 1       | 1.3                   | 0.58                  | 1.3              | < 0.27                  |
| SIN S     | 10             | 0-10 cm        | < 0.23              | 2.2     | 1.4                   | 0.97                  | 1.5              | < 0.23                  |
| SIN S     | 12             | 0-10 cm        | < 0.34              | 2.1     | 2.1                   | 1.3                   | 1.5              | < 0.34                  |
| SIN c     | 1              | 0-10 cm        | 0.28                | 0.66    | 0.5                   | 0.39                  | 0.59             | < 0.25                  |
| SIN c     | 1              | 10-20 cm       | 2                   | 4.4     | 1.8                   | 2.1                   | 3.3              | < 0.25                  |
| SIN N     | 1              | 0-10 cm        | 290                 | 290     | 190                   | 200                   | 300              | < 1.1                   |
| SIN N     | 3              | 0-10 cm        | 0.58                | 1.7     | 1.6                   | 0.71                  | 1.2              | < 0.25                  |
| SIN N     | 5              | 0-10 cm        | 2.4                 | 3.5     | 3.4                   | 3.1                   | 3.9              | < 0.25                  |
| SIN N     | 10             | 0-10 cm        | < 0.25              | 1.4     | 1.3                   | 1                     | 1                | < 0.25                  |
| SIN N     | 12             | 0-10 cm        | < 0.25              | 1.6     | 1.4                   | 1.1                   | 1.3              | < 0.25                  |
| CTRL N 2  | 1              | 0-10 cm        | < 0.24              | < 0.24  | 0.49                  | 0.35                  | 0.63             | < 0.24                  |
| CTRL N 2  | 1              | 10-20 cm       | < 0.25              | < 0.25  | < 0.25                | < 0.25                | 0.49             | < 0.25                  |
| CTRL N 2  | 3              | 0-10 cm        | 3.2                 | 4.5     | 2.1                   | 4.4                   | 3                | < 0.24                  |
| CTRL N 2  | 5              | 0-10 cm        | < 0.26              | < 0.26  | < 0.26                | < 0.26                | < 0.26           | < 0.26                  |
| CTRL N 2  | 10             | 0-10 cm        | 0.81                | 2.1     | 0.82                  | 0.71                  | 0.42             | < 0.26                  |
| CTRL N 2  | 12             | 0-10 cm        | 0.49                | 0.82    | 0.3                   | 0.4                   | < 0.25           | < 0.25                  |
| CTRL S    | 1              | 0-10 cm        | < 0.24              | < 0.24  | < 0.24                | < 0.24                | < 0.24           | < 0.24                  |
| CTRL S    | 1              | 10-20 cm       | < 0.25              | < 0.25  | < 0.25                | < 0.25                | < 0.25           | < 0.25                  |
| CTRL S    | 3              | 0-10 cm        | 1.4                 | 2.3     | 1                     | 1.9                   | 0.65             | < 0.25                  |
| CTRL S    | 5              | 0-10 cm        | < 1.0               | < 1.0   | < 1.0                 | < 1.0                 | < 1.0            | < 1.0                   |
| CTRL S    | 10             | 0-10 cm        | < 1.0               | < 1.0   | < 1.0                 | < 1.0                 | < 1.0            | < 1.0                   |
| CTRL S    | 12             | 0-10 cm        | < 1.00              | < 1.00  | < 1.00                | < 1.00                | < 1.00           | < 1.00                  |

| Transetto | Profondità (m) | Livello carota | Benzo (g,h,i) perilene | Indeno (1,2,3-c,d) pirene | $\Sigma$ IPA alto PM | $\Sigma$ IPA totale |
|-----------|----------------|----------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| SIN S     | 1              | 0-10 cm        | 1.1                    | < 1.0                     | 9.10                 | 13.50               |
| SIN S     | 1              | 10-20 cm       | 8.9                    | 6.7                       | 123.73               | 127.13              |
| SIN S     | 3              | 0-10 cm        | 3.7                    | 2.8                       | 44.13                | 51.98               |
| SIN S     | 5              | 0-10 cm        | 1.1                    | 0.62                      | 7.20                 | 12.20               |
| SIN S     | 10             | 0-10 cm        | 1.3                    | 0.81                      | 9.93                 | 12.89               |
| SIN S     | 12             | 0-10 cm        | 1.9                    | 1.2                       | 12.11                | 13.51               |
| SIN c     | 1              | 0-10 cm        | 0.5                    | 0.34                      | 3.97                 | 5.03                |
| SIN c     | 1              | 10-20 cm       | 1.9                    | 1.4                       | 20.25                | 24.64               |
| SIN N     | 1              | 0-10 cm        | 180                    | 130                       | 2940.55              | 3757.65             |

| Transetto | Profondità (m) | Livello carota | Benzo (g,h,i)<br>perilene | Indeno (1,2,3-<br>c,d) pirene | ΣIPA alto<br>PM | ΣIPA totale |
|-----------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|
| SIN N     | 3              | 0-10 cm        | 1.1                       | 0.75                          | 9.09            | 10.73       |
| SIN N     | 5              | 0-10 cm        | 2.9                       | 2.2                           | 24.25           | 26.29       |
| SIN N     | 10             | 0-10 cm        | 1.5                       | 0.88                          | 8.66            | 10.48       |
| SIN N     | 12             | 0-10 cm        | 1.7                       | 0.91                          | 9.99            | 14.53       |
| CTRL N 2  | 1              | 0-10 cm        | 0.37                      | 0.3                           | 3.31            | 6.25        |
| CTRL N 2  | 1              | 10-20 cm       | < 0.25                    | < 0.25                        | 1.99            | 4.97        |
| CTRL N 2  | 3              | 0-10 cm        | 1.5                       | 1.2                           | 28.22           | 28.94       |
| CTRL N 2  | 5              | 0-10 cm        | < 0.26                    | < 0.26                        | 1.30            | 2.08        |
| CTRL N 2  | 10             | 0-10 cm        | 0.35                      | < 0.26                        | 11.17           | 11.95       |
| CTRL N 2  | 12             | 0-10 cm        | < 0.25                    | < 0.25                        | 4.56            | 5.31        |
| CTRL S    | 1              | 0-10 cm        | < 0.24                    | < 0.24                        | 1.46            | 2.18        |
| CTRL S    | 1              | 10-20 cm       | < 0.25                    | < 0.25                        | 1.41            | 2.16        |
| CTRL S    | 3              | 0-10 cm        | 0.93                      | 0.77                          | 14.58           | 15.88       |
| CTRL S    | 5              | 0-10 cm        | < 1.0                     | < 1.0                         | 5.00            | 8.00        |
| CTRL S    | 10             | 0-10 cm        | < 1.0                     | < 1.0                         | 6.90            | 9.90        |
| CTRL S    | 12             | 0-10 cm        | < 1.00                    | < 1.00                        | 5.50            | 8.50        |

| Transetto | Profondità<br>(m) | Livello<br>carota | PCB101  | PCB118  | PCB126  | PCB128  | PCB138  | PCB153  |
|-----------|-------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SIN S     | 1                 | 0-10 cm           | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  |
| SIN S     | 1                 | 10-20 cm          | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 |
| SIN S     | 3                 | 0-10 cm           | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 |
| SIN S     | 5                 | 0-10 cm           | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 |
| SIN S     | 10                | 0-10 cm           | < 0.047 | < 0.047 | < 0.047 | < 0.047 | < 0.047 | < 0.047 |
| SIN S     | 12                | 0-10 cm           | < 0.067 | < 0.067 | < 0.067 | < 0.067 | < 0.067 | < 0.067 |
| SIN c     | 1                 | 0-10 cm           | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 |
| SIN c     | 1                 | 10-20 cm          | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 |
| SIN N     | 1                 | 0-10 cm           | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  |
| SIN N     | 3                 | 0-10 cm           | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 |
| SIN N     | 5                 | 0-10 cm           | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 |
| SIN N     | 10                | 0-10 cm           | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 |
| SIN N     | 12                | 0-10 cm           | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 |
| CTRL N 2  | 1                 | 0-10 cm           | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 |
| CTRL N 2  | 1                 | 10-20 cm          | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 |
| CTRL N 2  | 3                 | 0-10 cm           | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 |
| CTRL N 2  | 5                 | 0-10 cm           | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 | < 0.053 |
| CTRL N 2  | 10                | 0-10 cm           | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 |
| CTRL N 2  | 12                | 0-10 cm           | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  |
| CTRL S    | 1                 | 0-10 cm           | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 | < 0.049 |
| CTRL S    | 1                 | 10-20 cm          | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 | < 0.051 |
| CTRL S    | 3                 | 0-10 cm           | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 | < 0.050 |
| CTRL S    | 5                 | 0-10 cm           | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  |
| CTRL S    | 10                | 0-10 cm           | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  | < 0.21  |
| CTRL S    | 12                | 0-10 cm           | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  | < 0.20  |





**Allegato 4:** Risultati della PERMANOVA sulle singole componenti biochimiche dei carichi organici sedimentari e sui descrittori di stato trofico e di qualità nutrizionale. Df= gradi di libertà; MS = errore quadratico medio; Pseudo-F = F permutazionale; P(MC) = probabilità.

| <b>Clorofilla-a</b>    | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|
|                        | Transetto              | 5         | 5.401     | 46.067          | 0.001        |
|                        | Profondità             | 6         | 5.9112    | 50.418          | 0.001        |
|                        | Transetto x Profondità | 30        | 1.756     | 14.977          | 0.001        |
|                        | Residui                | 84        | 0.11724   |                 |              |
|                        | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Feopigmenti</b>     | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|                        | Transetto              | 5         | 3.014     | 64.742          | 0.001        |
|                        | Profondità             | 6         | 10.761    | 231.15          | 0.001        |
|                        | Transetto x Profondità | 30        | 1.3817    | 29.679          | 0.001        |
|                        | Residui                | 84        | 4.66E-02  |                 |              |
|                        | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Pigmenti totali</b> | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|                        | Transetto              | 5         | 4.0854    | 84.38           | 0.001        |
|                        | Profondità             | 6         | 9.107     | 188.1           | 0.001        |
|                        | Transetto x Profondità | 30        | 1.5288    | 31.576          | 0.001        |
|                        | Residui                | 84        | 4.84E-02  |                 |              |
|                        | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Proteine</b>        | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|                        | Transetto              | 5         | 3.7104    | 60.06           | 0.001        |
|                        | Profondità             | 6         | 6.0526    | 97.973          | 0.001        |
|                        | Transetto x Profondità | 30        | 2.1648    | 35.041          | 0.001        |
|                        | Residui                | 84        | 6.18E-02  |                 |              |
|                        | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Carboidrati</b>     | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|                        | Transetto              | 5         | 12.454    | 109.5           | 0.001        |
|                        | Profondità             | 6         | 4.3575    | 38.312          | 0.001        |
|                        | Transetto x Profondità | 30        | 0.90098   | 7.9215          | 0.001        |
|                        | Residui                | 84        | 0.11374   |                 |              |
|                        | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Lipidi</b>          | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|                        | Transetto              | 5         | 9.9663    | 56.07           | 0.001        |
|                        | Profondità             | 6         | 4.4141    | 24.834          | 0.001        |
|                        | Transetto x Profondità | 30        | 1.1251    | 6.3296          | 0.001        |
|                        | Residui                | 84        | 0.17775   |                 |              |
|                        | Totale                 | 125       |           |                 |              |

| <b>C-biopolimerico</b>                        | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|---|------------------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|
|   | Transetto              | 5         | 5.4891    | 108.95          | 0.001        |
|   | Profondità             | 6         | 7.9114    | 157.03          | 0.001        |
|   | Transetto x Profondità | 30        | 1.5285    | 30.339          | 0.001        |
|   | Residui                | 84        | 5.04E-02  |                 |              |
|   | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Composizione biochimica (multivariata)</b> | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|   | Transetto              | 5         | 34.546    | 66.812          | 0.001        |
|   | Profondità             | 6         | 31.497    | 60.915          | 0.001        |
|   | Transetto x Profondità | 30        | 7.3285    | 14.173          | 0.001        |
|   | Residui                | 84        | 0.51706   |                 |              |
|   | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Frazione algale del C-biopolimerico</b>    | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|   | Transetto              | 5         | 430.48    | 45.688          | 0.001        |
|   | Profondità             | 6         | 351.72    | 37.329          | 0.001        |
|   | Transetto x Profondità | 30        | 346.46    | 36.771          | 0.001        |
|   | Residui                | 84        | 9.4222    |                 |              |
|   | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Frazione proteica del C-biopolimerico</b>  | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|   | Transetto              | 5         | 1210.7    | 60.978          | 0.001        |
|   | Profondità             | 6         | 806.82    | 40.636          | 0.001        |
|   | Transetto x Profondità | 30        | 555.07    | 27.957          | 0.001        |
|   | Residui                | 84        | 19.855    |                 |              |
|   | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Rapporto proteine : carboidrati</b>        | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|   | Transetto              | 5         | 17.784    | 33.475          | 0.001        |
|   | Profondità             | 6         | 10.17     | 19.143          | 0.001        |
|   | Transetto x Profondità | 30        | 5.9851    | 11.266          | 0.001        |
|   | Residui                | 84        | 0.53126   |                 |              |
|   | Totale                 | 125       |           |                 |              |
| <b>Qualità nutrizionale (multivariata)</b>    | <b>Source</b>          | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(MC)</b> |
|   | Transetto              | 5         | 1659      | 55.655          | 0.001        |
|   | Profondità             | 6         | 1168.7    | 39.208          | 0.001        |
|   | Transetto x Profondità | 30        | 907.52    | 30.445          | 0.001        |
|   | Residui                | 84        | 29.808    |                 |              |
|   | Totale                 | 125       |           |                 |              |

**Allegato 5:** risultati dei test a posteriori sui parametri della meiofauna e della materia organica, in cui sono state trovate differenze significative. CTRL N 1 = controllo Nord di Marina di Montemarciano; CTRL N 2 = controllo Nord di Senigallia; SIN C = transetto SIN centro; CTRL S = controllo Sud di Palombina.

**Abbondanza totale**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.05   | 0.022 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.7981 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.4769 | 0.015 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.7655 | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN N    | 5.955  | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 6.134  | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 7.123  | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 15.716 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 7.1996 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 2.0914 | 0.048 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 2.6334 | 0.041 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 3.1587 | 0.02  |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.7354 | 0.036 |
| SIN S, CTRL S      | 3.919  | 0.015 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 1, SIN N | 3.4946 | 0.011 |
| SIN N, SIN C    | 2.6638 | 0.05  |
| SIN N, CTRL S   | 3.406  | 0.013 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 4.8145 | 0.005 |
| 1, 4   | 3.5776 | 0.01  |
| 1, 5   | 2.761  | 0.022 |
| 3, 6   | 3.7855 | 0.009 |
| 3, 10  | 3.5093 | 0.009 |
| 3, 12  | 3.0458 | 0.015 |
| 4, 6   | 2.5446 | 0.049 |
| 4, 10  | 2.4456 | 0.044 |

**Abbondanza totale**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.4763 | 0.003 |
| 1, 4   | 3.6988 | 0.011 |
| 1, 5   | 6.2796 | 0.002 |
| 1, 6   | 4.9208 | 0.002 |
| 1, 10  | 3.1573 | 0.014 |
| 1, 12  | 4.2031 | 0.005 |
| 5, 10  | 2.7507 | 0.036 |
| 5, 12  | 3.1309 | 0.023 |

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 8.9798 | 0.001 |
| 1, 4   | 7.47   | 0.001 |
| 1, 5   | 10.5   | 0.001 |
| 1, 6   | 14.472 | 0.001 |
| 1, 10  | 10.289 | 0.001 |
| 1, 12  | 9.8387 | 0.001 |
| 3, 4   | 2.779  | 0.038 |
| 3, 5   | 3.4949 | 0.016 |
| 3, 6   | 3.3396 | 0.025 |
| 3, 10  | 4.0255 | 0.011 |
| 3, 12  | 5.837  | 0.002 |
| 4, 12  | 3.2991 | 0.013 |
| 5, 12  | 4.1009 | 0.007 |
| 6, 12  | 5.5337 | 0.002 |
| 10, 12 | 3.391  | 0.011 |

**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 6.2697 | 0.002 |
| 1, 4   | 7.1043 | 0.002 |
| 1, 5   | 5.4452 | 0.002 |
| 1, 6   | 5.8517 | 0.001 |
| 1, 10  | 5.0094 | 0.004 |
| 1, 12  | 4.543  | 0.004 |
| 3, 10  | 3.2685 | 0.015 |
| 3, 12  | 5.1138 | 0.001 |
| 4, 12  | 4.9378 | 0.002 |
| 5, 12  | 3.6993 | 0.012 |
| 6, 12  | 3.4199 | 0.024 |

**Abbondanza totale**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

| Within level 'SIN S' of factor 'transetto' |        |       | Within level 'CTRL S' of factor 'transetto' |        |       |
|--|--------|-------|---|--------|-------|
| Groups                                     | t      | P(MC) | Groups                                      | t      | P(MC) |
| 1, 3                                       | 2.2338 | 0.028 | 1, 10                                       | 6.6828 | 0.003 |
| 1, 6                                       | 2.034  | 0.044 | 3, 10                                       | 4.671  | 0.002 |
| 3, 4                                       | 3.8303 | 0.019 | 4, 10                                       | 4.9072 | 0.004 |
| 3, 5                                       | 4.4841 | 0.004 | 5, 10                                       | 5.5505 | 0.004 |
| 3, 6                                       | 35.151 | 0.001 | 6, 10                                       | 3.0145 | 0.037 |
| 3, 10                                      | 4.6397 | 0.007 |   |        |       |
| 3, 12                                      | 4.5294 | 0.003 |   |        |       |
| 4, 10                                      | 2.7786 | 0.035 |   |        |       |
| 4, 12                                      | 2.988  | 0.015 |   |        |       |
| 6, 10                                      | 3.0817 | 0.031 |   |        |       |
| 6, 12                                      | 3.2791 | 0.013 |   |        |       |

**Biomassa totale**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**

**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 1, CTRL S | 5.5512 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S    | 2.6787 | 0.048 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N | 3.2816 | 0.007 |
| CTRL N 1, SIN N | 2.7511 | 0.032 |
| SIN N, SIN C    | 2.7354 | 0.047 |
| SIN N, SIN S    | 3.4632 | 0.012 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 1, SIN N | 3.1251 | 0.026 |
| SIN N, SIN C    | 3.2123 | 0.021 |
| SIN N, CTRL S   | 4.4032 | 0.008 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.1629 | 0.015 |
| 1, 4   | 2.9832 | 0.032 |
| 1, 5   | 3.7125 | 0.009 |
| 3, 10  | 2.6795 | 0.021 |
| 4, 10  | 2.5827 | 0.049 |
| 5, 10  | 3.3324 | 0.011 |

**Biomassa totale**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.2575 | 0.001 |
| 1, 5   | 4.5359 | 0.004 |
| 1, 6   | 5.7285 | 0.002 |
| 1, 10  | 3.7649 | 0.014 |
| 1, 12  | 3.8094 | 0.008 |
| 3, 6   | 3.1866 | 0.032 |
| 3, 10  | 3.2685 | 0.024 |
| 5, 10  | 2.521  | 0.036 |

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 2.9227 | 0.013 |
| 3, 5   | 3.7053 | 0.012 |
| 3, 6   | 3.3179 | 0.015 |
| 3, 10  | 3.9521 | 0.005 |
| 3, 12  | 4.9086 | 0.002 |
| 4, 12  | 2.5379 | 0.047 |
| 6, 12  | 3.5122 | 0.016 |
| 10, 12 | 2.5558 | 0.039 |

**Biomassa totale**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.1977 | 0.009 |
| 1, 4   | 2.6809 | 0.037 |
| 1, 5   | 2.8335 | 0.024 |
| 1, 6   | 2.8712 | 0.029 |
| 1, 10  | 2.5764 | 0.043 |
| 3, 10  | 3.4867 | 0.014 |
| 3, 12  | 5.7269 | 0.002 |
| 4, 12  | 2.6493 | 0.032 |
| 5, 12  | 3.3884 | 0.02  |
| 6, 12  | 3.8731 | 0.008 |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 3, 10  | 2.9135 | 0.02  |
| 3, 12  | 2.5919 | 0.029 |
| 5, 10  | 2.5489 | 0.042 |
| 5, 12  | 2.32   | 0.038 |

**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 3.7882 | 0.014 |
| 4, 10  | 3.4339 | 0.015 |
| 4, 12  | 3.305  | 0.02  |

**Biomassa individuale dei nematodi**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**

**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N | 3.4111 | 0.022 |
| CTRL N 1, SIN N | 3.4215 | 0.015 |
| SIN N, SIN C    | 3.1569 | 0.025 |
| SIN N, CTRL S   | 4.3003 | 0.005 |
| SIN C, CTRL S   | 3.3146 | 0.021 |
| SIN S, CTRL S   | 2.0568 | 0.085 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL S | 3.2512 | 0.024 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 2.7919 | 0.029 |
| CTRL N 2, SIN C  | 2.6982 | 0.039 |
| CTRL N 2, CTRL S | 3.8842 | 0.014 |
| SIN N, SIN S     | 3.4241 | 0.023 |
| SIN C, SIN S     | 3.6312 | 0.014 |
| SIN S, CTRL S    | 6.2747 | 0.005 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 1, CTRL S | 2.8508 | 0.049 |
| SIN N, CTRL S    | 3.8568 | 0.023 |
| SIN C, CTRL S    | 5.9493 | 0.005 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 2.8309 | 0.043 |
| 1, 5   | 6.3258 | 0.004 |
| 3, 5   | 5.6667 | 0.007 |
| 4, 5   | 3.1478 | 0.027 |
| 5, 12  | 3.7058 | 0.015 |

**Biomassa individuale dei nematodi**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.0026 | 0.027 |
| 1, 4   | 2.4579 | 0.041 |
| 1, 6   | 5.505  | 0.003 |
| 1, 10  | 4.8418 | 0.004 |
| 1, 12  | 5.4161 | 0.003 |

**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.6258 | 0.016 |
| 1, 4   | 3.5447 | 0.019 |
| 1, 6   | 4.8743 | 0.012 |
| 1, 10  | 7.3229 | 0.005 |
| 1, 12  | 2.9349 | 0.043 |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 2.6345 | 0.032 |
| 1, 5   | 4.2191 | 0.005 |
| 3, 5   | 5.358  | 0.007 |
| 5, 6   | 3.8432 | 0.012 |
| 5, 10  | 3.0981 | 0.023 |
| 5, 12  | 4.931  | 0.007 |

**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 5.8864 | 0.002 |
| 1, 5   | 2.6245 | 0.044 |
| 1, 10  | 5.4166 | 0.008 |
| 3, 4   | 5.7336 | 0.002 |
| 3, 10  | 5.2494 | 0.005 |
| 4, 5   | 4.2661 | 0.011 |
| 4, 6   | 3.3953 | 0.02  |
| 5, 10  | 3.7143 | 0.017 |
| 6, 10  | 3.1084 | 0.032 |

**Ricchezza di taxa**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 4.8069 | 0.014 |
| CTRL N 2, CTRL S | 3.1147 | 0.026 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN S | 3.2783 | 0.024 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 1, CTRL S | 3.2783 | 0.034 |
| SIN N, CTRL S    | 3.2783 | 0.027 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 1, SIN N  | 3.4259 | 0.027 |
| CTRL N 1, CTRL S | 3.4259 | 0.024 |

**Composizione tassonomica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 2.7497 | 0.025 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.7928 | 0.007 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.0532 | 0.017 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.817  | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN N    | 2.9137 | 0.014 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.5489 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 3.2461 | 0.014 |
| SIN N, CTRL S      | 4.4897 | 0.003 |
| SIN C, CTRL S      | 6.1969 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 2.0528 | 0.042 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 2.8036 | 0.023 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 3.7693 | 0.006 |
| SIN N, CTRL S      | 2.9379 | 0.016 |
| SIN S, CTRL S      | 3.0708 | 0.019 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups          | t     | P(MC) |
|-----------------|-------|-------|
| CTRL N 1, SIN S | 2.872 | 0.027 |

**Ricchezza di taxa**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 12  | 3.4686 | 0.022 |
| 3, 12  | 4.41   | 0.013 |
| 5, 12  | 2.6287 | 0.044 |
| 6, 12  | 5.1082 | 0.003 |

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.7736 | 0.005 |
| 1, 10  | 4.1481 | 0.012 |
| 1, 12  | 5.7736 | 0.006 |

**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.1147 | 0.027 |
| 1, 4   | 3.5632 | 0.018 |
| 1, 5   | 3.1147 | 0.027 |
| 1, 6   | 4.536  | 0.009 |
| 1, 10  | 3.1147 | 0.023 |
| 1, 12  | 3.5632 | 0.018 |

**Composizione tassonomica (multivariata)**  
**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 1, SIN N | 3.3372 | 0.021 |
| SIN N, CTRL S   | 3.3026 | 0.013 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 4.8054 | 0.001 |
| 1, 4   | 3.5436 | 0.01  |
| 1, 5   | 2.813  | 0.025 |
| 3, 6   | 3.7761 | 0.007 |
| 3, 10  | 3.5149 | 0.009 |
| 3, 12  | 3.1655 | 0.015 |
| 4, 6   | 2.5141 | 0.039 |
| 4, 10  | 2.4329 | 0.036 |

**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 4.885  | 0.003 |
| 1, 4   | 3.5312 | 0.01  |
| 1, 5   | 5.5894 | 0.002 |
| 1, 6   | 4.4629 | 0.002 |
| 1, 10  | 2.8553 | 0.018 |
| 1, 12  | 3.8479 | 0.005 |
| 3, 12  | 2.9133 | 0.019 |
| 5, 12  | 4.0188 | 0.011 |
| 6, 12  | 2.3872 | 0.05  |

**Composizione tassonomica (multivariata)**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

| Within level 'SIN N' of factor 'transetto' |        |       | Within level 'SIN S' of factor 'transetto' |        |       |
|--|--------|-------|--|--------|-------|
| Groups                                     | t      | P(MC) | Groups                                     | t      | P(MC) |
| 1, 3                                       | 4.077  | 0.004 | 1, 3                                       | 2.096  | 0.038 |
| 1, 4                                       | 3.7942 | 0.005 | 3, 4                                       | 2.1578 | 0.048 |
| 1, 5                                       | 4.1594 | 0.005 | 3, 5                                       | 3.6909 | 0.014 |
| 1, 6                                       | 4.4101 | 0.001 | 3, 6                                       | 4.4478 | 0.001 |
| 1, 10                                      | 4.0685 | 0.001 | 3, 10                                      | 4.0797 | 0.006 |
| 1, 12                                      | 3.965  | 0.003 | 3, 12                                      | 4.0666 | 0.003 |
| 3, 4                                       | 2.7965 | 0.02  | 4, 10                                      | 2.4303 | 0.034 |
| 3, 5                                       | 3.455  | 0.013 | 4, 12                                      | 2.6901 | 0.022 |
| 3, 6                                       | 3.2952 | 0.021 | 6, 10                                      | 3.0687 | 0.017 |
| 3, 10                                      | 3.7976 | 0.007 | 6, 12                                      | 3.3167 | 0.012 |
| 3, 12                                      | 5.6351 | 0.001 |  |        |       |
| 4, 12                                      | 3.2508 | 0.02  |  |        |       |
| 5, 12                                      | 4.0559 | 0.008 |  |        |       |
| 6, 12                                      | 5.4455 | 0.005 |  |        |       |
| 10, 12                                     | 3.108  | 0.014 |  |        |       |

| Within level 'SIN C' of factor 'transetto' |        |       | Within level 'CTRL S' of factor 'transetto' |        |       |
|--|--------|-------|---|--------|-------|
| Groups                                     | t      | P(MC) | Groups                                      | t      | P(MC) |
| 1, 3                                       | 5.556  | 0.001 | 1, 3  | 2.3462 | 0.029 |
| 1, 4                                       | 5.9688 | 0.002 | 1, 6  | 2.5103 | 0.033 |
| 1, 5                                       | 4.8918 | 0.003 | 1, 10                                       | 6.232  | 0.002 |
| 1, 6                                       | 5.1147 | 0.003 | 1, 12                                       | 2.8262 | 0.032 |
| 1, 10                                      | 4.405  | 0.008 | 3, 10                                       | 4.2881 | 0.004 |
| 1, 12                                      | 3.3904 | 0.014 | 4, 10                                       | 4.5556 | 0.004 |
| 3, 10                                      | 3.342  | 0.018 | 5, 10                                       | 4.8598 | 0.003 |
| 3, 12                                      | 4.2362 | 0.004 | 6, 10                                       | 2.8639 | 0.028 |
| 4, 12                                      | 3.8195 | 0.007 |   |        |       |
| 5, 12                                      | 3.2137 | 0.02  |   |        |       |
| 6, 12                                      | 2.8884 | 0.017 |   |        |       |

**Clorofilla-a**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**

**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 26.502 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C  | 12.817 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN S  | 18.685 | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S | 29.359 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N  | 12.207 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C  | 7.7711 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S  | 9.0402 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S | 27.134 | 0.001 |
| SIN N, SIN C     | 12.707 | 0.002 |
| SIN N, SIN S     | 14.644 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 32.894 | 0.001 |
| SIN C, SIN S     | 3.2473 | 0.026 |
| SIN C, CTRL S    | 31.32  | 0.001 |
| SIN S, CTRL S    | 31.795 | 0.001 |

**Clorofilla-a**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.3724 | 0.036 |
| CTRL N 2, SIN C    | 16.661 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 5.9804 | 0.004 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 5.7374 | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN C    | 9.407  | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.0786 | 0.09  |
| SIN N, SIN C       | 3.2103 | 0.028 |
| SIN C, SIN S       | 7.1137 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 7.1097 | 0.006 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN C | 3.7718 | 0.023 |

**Clorofilla-*a***  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN S | 7.5546 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S | 9.6848 | 0.001 |
| SIN N, SIN S    | 9.5283 | 0.003 |
| SIN C, SIN S    | 9.0012 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S   | 2.9518 | 0.048 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 8.629  | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN S    | 15.77  | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.5962 | 0.012 |
| CTRL N 1, SIN C    | 6.8375 | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN S    | 4.4496 | 0.012 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.5618 | 0.035 |
| SIN N, SIN C       | 2.8254 | 0.049 |
| SIN N, SIN S       | 4.6742 | 0.009 |
| SIN N, CTRL S      | 4.0073 | 0.021 |
| SIN C, SIN S       | 10.602 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 4.8768 | 0.006 |
| SIN S, CTRL S      | 2.8811 | 0.043 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.9849 | 0.014 |
| CTRL N 2, SIN C    | 5.5202 | 0.008 |
| CTRL N 1, SIN N    | 3.2725 | 0.033 |
| CTRL N 1, SIN C    | 15.07  | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 3.9996 | 0.022 |
| SIN C, SIN S       | 8.0069 | 0.004 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 20.972 | 0.001 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 11.261 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN N    | 22.559 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 22.286 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 23.888 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.4758 | 0.026 |
| SIN N, SIN S       | 4.1224 | 0.016 |
| SIN N, CTRL S      | 12.445 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 11.921 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 11.75  | 0.001 |

**Clorofilla-*a***  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 27.081 | 0.001 |
| 1, 4   | 24.325 | 0.001 |
| 1, 5   | 11.223 | 0.001 |
| 1, 6   | 37.245 | 0.001 |
| 1, 10  | 14.429 | 0.001 |
| 1, 12  | 11.202 | 0.001 |
| 3, 4   | 7.4738 | 0.004 |
| 3, 5   | 3.3874 | 0.025 |
| 3, 6   | 3.7787 | 0.021 |
| 3, 10  | 5.3245 | 0.009 |
| 3, 12  | 10.788 | 0.001 |
| 4, 6   | 10.521 | 0.002 |
| 4, 10  | 10.861 | 0.001 |
| 4, 12  | 14.981 | 0.002 |
| 5, 6   | 4.6225 | 0.01  |
| 5, 10  | 5.5547 | 0.003 |
| 5, 12  | 7.4957 | 0.001 |
| 6, 10  | 3.1606 | 0.033 |
| 6, 12  | 9.5381 | 0.002 |
| 10, 12 | 4.1128 | 0.015 |

**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 15.319 | 0.001 |
| 1, 4   | 6.3125 | 0.005 |
| 1, 5   | 12.781 | 0.001 |
| 1, 6   | 16.585 | 0.001 |
| 1, 10  | 8.4849 | 0.003 |
| 1, 12  | 25.765 | 0.001 |
| 3, 6   | 2.9918 | 0.04  |
| 3, 10  | 10.967 | 0.002 |
| 3, 12  | 8.1089 | 0.002 |
| 4, 10  | 4.9131 | 0.01  |
| 5, 10  | 9.4102 | 0.002 |
| 5, 12  | 4.8273 | 0.005 |
| 6, 10  | 12.86  | 0.001 |
| 6, 12  | 4.1997 | 0.02  |
| 10, 12 | 22.16  | 0.001 |



**Clorofilla-a**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

| <b>Within level 'SIN N' of factor 'transetto'</b> |          |              | <b>Within level 'SIN S' of factor 'transetto'</b>  |          |              |
|---|----------|--------------|--|----------|--------------|
| <b>Groups</b>                                     | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> | <b>Groups</b>                                      | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> |
| 1, 3  | 8.3179   | 0.001        | 1, 3   | 25.963   | 0.001        |
| 1, 4  | 5.7856   | 0.007        | 1, 4   | 15.678   | 0.001        |
| 1, 5  | 16.902   | 0.001        | 1, 5   | 39.06    | 0.001        |
| 1, 6  | 9.277    | 0.001        | 1, 6   | 31.343   | 0.001        |
| 1, 10   | 10.966   | 0.001        | 1, 10  | 26.053   | 0.001        |
| 1, 12   | 17.936   | 0.002        | 1, 12  | 128.39   | 0.001        |
| 3, 12   | 4.8599   | 0.006        | 3, 5   | 14.414   | 0.001        |
| 4, 6  | 2.8587   | 0.048        | 3, 6   | 6.1192   | 0.006        |
| 4, 10   | 3.4995   | 0.034        | 3, 10  | 10.734   | 0.001        |
| 4, 12   | 4.5201   | 0.012        | 3, 12  | 14.75    | 0.002        |
| 5, 10   | 4.5205   | 0.015        | 4, 5   | 9.1392   | 0.003        |
| 5, 12   | 10.353   | 0.002        | 4, 6   | 3.9825   | 0.016        |
| 6, 12   | 4.9937   | 0.014        | 4, 10  | 7.2918   | 0.005        |
| 10, 12  | 4.5073   | 0.015        | 4, 12  | 9.1461   | 0.002        |
|   |          |              | 5, 6   | 20.911   | 0.001        |
|   |          |              | 5, 10  | 4.7178   | 0.008        |
|   |          |              | 6, 10  | 17.21    | 0.001        |
|   |          |              | 6, 12  | 21.348   | 0.001        |
|   |          |              | 10, 12   | 4.9562   | 0.009        |
| <b>Within level 'SIN C' of factor 'transetto'</b> |          |              | <b>Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'</b> |          |              |
| <b>Groups</b>                                     | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> | <b>Groups</b>                                      | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> |
| 1, 3  | 42.965   | 0.001        | 1, 3   | 14.151   | 0.001        |
| 1, 4  | 49.781   | 0.001        | 1, 4   | 11.443   | 0.001        |
| 1, 5  | 14.504   | 0.002        | 1, 10  | 14.659   | 0.001        |
| 1, 6  | 7.2388   | 0.004        | 1, 12  | 11.471   | 0.001        |
| 1, 10   | 51.729   | 0.001        | 3, 4   | 3.2665   | 0.027        |
| 1, 12   | 17.299   | 0.001        | 3, 6   | 3.7484   | 0.021        |
| 3, 4  | 3.4996   | 0.023        | 3, 10  | 4.5405   | 0.014        |
| 3, 5  | 3.148    | 0.032        | 4, 6   | 3.2911   | 0.024        |
| 3, 6  | 11.417   | 0.003        | 4, 10  | 6.6449   | 0.004        |
| 3, 10   | 19.304   | 0.001        | 6, 10  | 4.6278   | 0.006        |
| 3, 12   | 26.739   | 0.001        | 6, 12  | 3.5067   | 0.029        |
| 4, 6  | 9.9629   | 0.001        | 10, 12   | 5.1188   | 0.007        |
| 4, 10   | 18.998   | 0.001        |  |          |              |
| 4, 12   | 27.365   | 0.001        |  |          |              |
| 5, 6  | 5.8959   | 0.004        |  |          |              |
| 5, 10   | 5.0155   | 0.012        |  |          |              |
| 5, 12   | 9.3445   | 0.001        |  |          |              |
| 6, 10   | 3.1265   | 0.037        |  |          |              |
| 10, 12  | 14.68    | 0.001        |  |          |              |

**Feopigmenti**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 34.453 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C  | 3.5936 | 0.021 |
| CTRL N 2, SIN S  | 9.9074 | 0.001 |
| CTRL N 2, CTRL S | 19.206 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N  | 8.2307 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S  | 4.0163 | 0.022 |
| CTRL N 1, CTRL S | 15.918 | 0.001 |
| SIN N, SIN C     | 18.436 | 0.001 |
| SIN N, SIN S     | 12.262 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 23.253 | 0.001 |
| SIN C, SIN S     | 4.8553 | 0.008 |
| SIN C, CTRL S    | 19.567 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S    | 20.641 | 0.001 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN C  | 10.761 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S  | 9.1492 | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S | 4.021  | 0.018 |
| CTRL N 1, SIN C  | 8.2586 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S  | 6.4949 | 0.005 |
| CTRL N 1, CTRL S | 3.4335 | 0.03  |
| SIN N, SIN C     | 7.1421 | 0.002 |
| SIN N, SIN S     | 5.2991 | 0.013 |
| SIN N, CTRL S    | 2.965  | 0.036 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL S | 4.0921 | 0.017 |
| CTRL N 1, CTRL S | 3.9195 | 0.022 |
| SIN C, CTRL S    | 4.8703 | 0.009 |
| SIN S, CTRL S    | 3.1626 | 0.032 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN C | 4.9978 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN S | 3.9454 | 0.014 |
| SIN N, SIN S    | 5.2531 | 0.006 |
| SIN C, SIN S    | 9.3659 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S   | 3.2146 | 0.032 |

**Feopigmenti**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL S | 10.914 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S  | 3.208  | 0.037 |
| CTRL N 1, CTRL S | 11.131 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 10.037 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S    | 9.4741 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S    | 10.657 | 0.001 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.25   | 0.034 |
| CTRL N 2, SIN N    | 11.531 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.7454 | 0.018 |
| CTRL N 1, SIN N    | 7.1931 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C    | 4.3478 | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN S    | 8.292  | 0.002 |
| SIN N, SIN C       | 31.924 | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 46.183 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 10.494 | 0.002 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 16.354 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.9413 | 0.025 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.5004 | 0.019 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 2.6417 | 0.05  |
| CTRL N 1, SIN N    | 23.79  | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 13.285 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 21.311 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 17.573 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 13.338 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 4.0067 | 0.014 |
| SIN S, CTRL S      | 8.6148 | 0.002 |

**Feopigmenti**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'

Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 23.146 | 0.001 |
| 1, 4   | 38.799 | 0.001 |
| 1, 5   | 17.369 | 0.002 |
| 1, 6   | 154.9  | 0.001 |
| 1, 10  | 32.704 | 0.001 |
| 1, 12  | 25.31  | 0.001 |
| 3, 4   | 15.58  | 0.001 |
| 3, 5   | 8.0274 | 0.003 |
| 3, 6   | 29.759 | 0.001 |
| 3, 10  | 17.879 | 0.001 |
| 3, 12  | 16.115 | 0.001 |
| 4, 6   | 5.2691 | 0.007 |
| 4, 10  | 5.8553 | 0.006 |
| 4, 12  | 7.6314 | 0.004 |
| 5, 6   | 3.3211 | 0.033 |
| 5, 10  | 4.6977 | 0.015 |
| 5, 12  | 6.6236 | 0.003 |
| 6, 10  | 3.3429 | 0.042 |
| 6, 12  | 5.892  | 0.007 |
| 10, 12 | 3.0778 | 0.049 |

Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 12.487 | 0.001 |
| 1, 4   | 7.4031 | 0.001 |
| 1, 5   | 8.2912 | 0.003 |
| 1, 6   | 24.077 | 0.001 |
| 1, 10  | 32.965 | 0.001 |
| 1, 12  | 39.705 | 0.001 |
| 3, 5   | 3.6577 | 0.026 |
| 3, 6   | 9.7795 | 0.002 |
| 3, 10  | 17.147 | 0.001 |
| 3, 12  | 30.447 | 0.001 |
| 4, 10  | 5.714  | 0.005 |
| 4, 12  | 17.319 | 0.001 |
| 5, 10  | 3.9349 | 0.017 |
| 5, 12  | 15.154 | 0.001 |
| 6, 10  | 7.268  | 0.002 |
| 6, 12  | 23.917 | 0.001 |
| 10, 12 | 19.1   | 0.001 |

**Feopigmenti**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'

Within level 'SIN N' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 19.43  | 0.001 |
| 1, 4   | 7.8107 | 0.001 |
| 1, 5   | 18.666 | 0.001 |
| 1, 6   | 10.655 | 0.002 |
| 1, 10  | 190.71 | 0.001 |
| 1, 12  | 85.58  | 0.001 |
| 3, 4   | 3.4001 | 0.035 |
| 3, 5   | 6.5494 | 0.006 |
| 3, 6   | 3.7858 | 0.018 |
| 3, 10  | 28.858 | 0.001 |
| 3, 12  | 15.684 | 0.001 |
| 4, 10  | 3.0884 | 0.036 |
| 5, 10  | 9.3117 | 0.001 |
| 6, 10  | 6.0955 | 0.002 |
| 10, 12 | 26.566 | 0.001 |

Within level 'SIN C' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 22.494 | 0.001 |
| 1, 4   | 72.839 | 0.001 |
| 1, 5   | 36.096 | 0.001 |
| 1, 6   | 5.2789 | 0.009 |
| 1, 10  | 105.32 | 0.001 |
| 1, 12  | 10.084 | 0.001 |
| 3, 5   | 4.311  | 0.014 |
| 3, 10  | 5.1381 | 0.002 |
| 4, 5   | 8.6436 | 0.002 |
| 4, 10  | 19.295 | 0.001 |

Within level 'SIN S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 23.736 | 0.001 |
| 1, 4   | 15.607 | 0.001 |
| 1, 5   | 11.728 | 0.001 |
| 1, 6   | 74.447 | 0.001 |
| 1, 10  | 105.48 | 0.001 |
| 1, 12  | 31.135 | 0.001 |
| 3, 5   | 3.6031 | 0.024 |
| 3, 6   | 6.9289 | 0.003 |
| 3, 10  | 5.5931 | 0.006 |
| 3, 12  | 6.0116 | 0.003 |
| 4, 5   | 4.032  | 0.018 |
| 4, 12  | 3.0204 | 0.036 |
| 5, 6   | 9.039  | 0.002 |
| 5, 10  | 8.1054 | 0.003 |
| 5, 12  | 8.3383 | 0.002 |
| 6, 10  | 3.6502 | 0.014 |

**Feopigmenti**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
 Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 8.3019 | 0.003 |
| 1, 5   | 3.2145 | 0.029 |
| 1, 6   | 13.051 | 0.001 |
| 1, 10  | 4.0428 | 0.008 |
| 1, 12  | 23.359 | 0.001 |
| 3, 6   | 10.115 | 0.001 |
| 3, 12  | 5.4421 | 0.008 |
| 4, 6   | 9.5914 | 0.001 |
| 4, 12  | 4.6083 | 0.004 |
| 5, 6   | 6.7036 | 0.006 |
| 6, 10  | 7.2193 | 0.005 |
| 6, 12  | 8.4005 | 0.002 |

**Pigmenti totali**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'  
 Within level '1' of factor 'profondità'

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 39.602 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C  | 14.912 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S  | 18.54  | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S | 105.2  | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N  | 9.4007 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C  | 3.883  | 0.022 |
| CTRL N 1, SIN S  | 5.477  | 0.008 |
| CTRL N 1, CTRL S | 42.123 | 0.001 |
| SIN N, SIN C     | 25.493 | 0.001 |
| SIN N, SIN S     | 14.922 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 115.77 | 0.001 |
| SIN C, SIN S     | 7.1436 | 0.003 |
| SIN C, CTRL S    | 107.97 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S    | 106.26 | 0.001 |

Within level '3' of factor 'profondità'

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN C  | 12.394 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S  | 8.6638 | 0.003 |
| CTRL N 2, CTRL S | 4.3438 | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN C  | 8.661  | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S  | 5.4125 | 0.01  |
| CTRL N 1, CTRL S | 3.3533 | 0.021 |
| SIN N, SIN C     | 5.8575 | 0.005 |
| SIN N, SIN S     | 3.2787 | 0.029 |
| SIN C, SIN S     | 3.3215 | 0.033 |

**Pigmenti totali**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'  
 Within level '4' of factor 'profondità'

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL S | 3.8935 | 0.02  |
| CTRL N 1, CTRL S | 2.6968 | 0.05  |
| SIN C, CTRL S    | 4.0045 | 0.013 |
| SIN S, CTRL S    | 2.9532 | 0.042 |

Within level '5' of factor 'profondità'

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN C | 3.5648 | 0.036 |
| CTRL N 2, SIN S | 5.1312 | 0.008 |
| CTRL N 1, SIN S | 3.6761 | 0.022 |
| SIN N, SIN S    | 6.4085 | 0.004 |
| SIN C, SIN S    | 10.104 | 0.003 |
| SIN S, CTRL S   | 3.1515 | 0.034 |

Within level '6' of factor 'profondità'

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN S  | 17.268 | 0.001 |
| CTRL N 2, CTRL S | 23.984 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S  | 4.1313 | 0.014 |
| CTRL N 1, CTRL S | 21.587 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 15.631 | 0.001 |
| SIN C, SIN S     | 3.9451 | 0.016 |
| SIN C, CTRL S    | 16.745 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S    | 21.455 | 0.001 |

Within level '10' of factor 'profondità'

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N | 9.0106 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN S | 3.2505 | 0.045 |
| CTRL N 1, SIN N | 7.5188 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN S | 7.2103 | 0.002 |
| SIN N, SIN C    | 14.636 | 0.002 |
| SIN N, SIN S    | 24.491 | 0.001 |
| SIN C, SIN S    | 14.254 | 0.001 |

Within level '12' of factor 'profondità'

| Groups             | t        | P(MC) |
|--------------------|----------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 18.448   | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.8617   | 0.024 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.1825   | 0.035 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 5.7344   | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN N    | 26.552   | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 14.986   | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 24.13    | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 17.808   | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 18.755   | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 5.7786   | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 1.31E+01 | 0.002 |

**Pigmenti totali**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
 Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 29.484 | 0.001 |
| 1, 4   | 34.201 | 0.001 |
| 1, 5   | 15.638 | 0.001 |
| 1, 6   | 260.97 | 0.001 |
| 1, 10  | 29.23  | 0.001 |
| 1, 12  | 24.388 | 0.001 |
| 3, 4   | 13.939 | 0.002 |
| 3, 5   | 6.7752 | 0.004 |
| 3, 6   | 26.522 | 0.001 |
| 3, 10  | 13.554 | 0.001 |
| 3, 12  | 12.985 | 0.001 |
| 4, 12  | 3.5862 | 0.027 |
| 5, 12  | 3.1954 | 0.044 |
| 6, 12  | 4.1139 | 0.017 |

Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 13.482 | 0.002 |
| 1, 4   | 7.0338 | 0.004 |
| 1, 5   | 9.0691 | 0.003 |
| 1, 6   | 22.227 | 0.001 |
| 1, 10  | 30.857 | 0.001 |
| 1, 12  | 41.769 | 0.001 |
| 3, 5   | 3.344  | 0.032 |
| 3, 6   | 8.0066 | 0.001 |
| 3, 10  | 11.881 | 0.002 |
| 3, 12  | 29.076 | 0.001 |
| 4, 12  | 12.696 | 0.001 |
| 5, 12  | 14.118 | 0.001 |
| 6, 12  | 22.075 | 0.001 |
| 10, 12 | 21.805 | 0.001 |

Within level 'SIN N' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 13.856 | 0.001 |
| 1, 4   | 7.0376 | 0.002 |
| 1, 5   | 18.416 | 0.001 |
| 1, 6   | 10.335 | 0.002 |
| 1, 10  | 80.358 | 0.001 |
| 1, 12  | 65.776 | 0.001 |
| 3, 4   | 3.0677 | 0.046 |
| 3, 5   | 4.64   | 0.012 |
| 3, 10  | 12.426 | 0.001 |
| 3, 12  | 5.3528 | 0.007 |
| 5, 10  | 5.1465 | 0.005 |
| 6, 10  | 4.1661 | 0.021 |
| 10, 12 | 17.137 | 0.001 |

**Pigmenti totali**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
 Within level 'SIN C' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 26.626 | 0.001 |
| 1, 4   | 67.608 | 0.001 |
| 1, 5   | 27.342 | 0.001 |
| 1, 6   | 7.0303 | 0.005 |
| 1, 10  | 105.09 | 0.001 |
| 1, 12  | 10.709 | 0.002 |
| 3, 6   | 2.7254 | 0.05  |
| 4, 5   | 4.442  | 0.005 |
| 4, 10  | 6.0565 | 0.005 |
| 5, 6   | 3.7143 | 0.018 |
| 6, 10  | 3.0924 | 0.033 |

Within level 'SIN S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 24.404 | 0.001 |
| 1, 4   | 15.772 | 0.001 |
| 1, 5   | 13.61  | 0.001 |
| 1, 6   | 99.933 | 0.001 |
| 1, 10  | 171.67 | 0.001 |
| 1, 12  | 34.789 | 0.001 |
| 3, 5   | 5.59   | 0.005 |
| 3, 6   | 7.5517 | 0.002 |
| 4, 5   | 5.2655 | 0.009 |
| 5, 6   | 13.666 | 0.001 |
| 5, 10  | 8.4277 | 0.002 |
| 5, 12  | 8.1303 | 0.001 |
| 6, 10  | 20.207 | 0.001 |
| 6, 12  | 6.0651 | 0.006 |

Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 4.1791 | 0.011 |
| 1, 6   | 23.861 | 0.001 |
| 1, 12  | 22.236 | 0.001 |
| 3, 6   | 16.579 | 0.001 |
| 3, 12  | 5.2484 | 0.006 |
| 4, 6   | 17.561 | 0.001 |
| 4, 12  | 3.6393 | 0.024 |
| 5, 6   | 6.6969 | 0.005 |
| 6, 10  | 12.982 | 0.001 |
| 6, 12  | 18.134 | 0.001 |

**Proteine**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.5264 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 6.074  | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 2.9119 | 0.048 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.6555 | 0.02  |
| CTRL N 1, SIN N    | 11.791 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 11.733 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 21.861 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 54.31  | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 7.6271 | 0.002 |
| SIN N, SIN S       | 11.467 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 34.385 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 8.2599 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 17.517 | 0.001 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.8719 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.7198 | 0.021 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 8.1846 | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN N    | 9.694  | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C    | 27.792 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 15.724 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 20.194 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 4.7983 | 0.01  |
| SIN N, SIN S       | 7.3984 | 0.004 |
| SIN N, CTRL S      | 12.715 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 5.1027 | 0.004 |
| SIN C, CTRL S      | 11.267 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 5.5663 | 0.007 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.141  | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 5.9691 | 0.007 |
| CTRL N 2, SIN C    | 5.5669 | 0.008 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.2503 | 0.036 |
| CTRL N 1, SIN S    | 16.889 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 13.46  | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 8.0312 | 0.005 |
| SIN N, CTRL S      | 8.3626 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 5.4918 | 0.004 |
| SIN C, CTRL S      | 6.3233 | 0.004 |

**Proteine**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.716  | 0.025 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.4645 | 0.02  |
| CTRL N 2, SIN S    | 7.0371 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.9109 | 0.046 |
| SIN N, SIN S       | 9.2336 | 0.002 |
| SIN C, SIN S       | 9.1684 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 3.0642 | 0.036 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N | 3.0972 | 0.048 |
| CTRL N 2, SIN C | 3.1641 | 0.043 |
| CTRL N 1, SIN N | 5.3198 | 0.009 |
| CTRL N 1, SIN C | 5.6043 | 0.007 |
| SIN N, SIN S    | 5.0922 | 0.007 |
| SIN C, SIN S    | 5.4395 | 0.012 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.2933 | 0.006 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.6054 | 0.003 |
| CTRL N 2, SIN C    | 8.0403 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN S    | 8.334  | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 3.7647 | 0.019 |
| CTRL N 1, SIN N    | 6.6647 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN C    | 6.7748 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.4637 | 0.006 |
| SIN N, SIN S       | 16.031 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 14.02  | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 2.9139 | 0.042 |
| SIN S, CTRL S      | 8.644  | 0.002 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 27.155 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 9.9462 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 5.1268 | 0.009 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 7.8599 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 130.16 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 48.803 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 31.798 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 20.454 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 11.78  | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 23.121 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 23.523 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 9.7103 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 12.425 | 0.003 |
| SIN S, CTRL S      | 3.8499 | 0.02  |

**Proteine**  
Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.2256 | 0.026 |
| 1, 4   | 7.0675 | 0.003 |
| 1, 5   | 6.5583 | 0.002 |
| 1, 6   | 5.8072 | 0.005 |
| 1, 10  | 10.164 | 0.001 |
| 1, 12  | 5.0209 | 0.01  |
| 3, 4   | 4.6285 | 0.015 |
| 3, 5   | 3.3323 | 0.034 |
| 3, 10  | 2.8105 | 0.047 |
| 4, 10  | 3.6178 | 0.025 |
| 4, 12  | 4.6541 | 0.008 |
| 5, 12  | 3.3321 | 0.03  |
| 10, 12 | 3.2313 | 0.036 |

Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 7.6829 | 0.002 |
| 1, 4   | 17.226 | 0.001 |
| 1, 5   | 7.6043 | 0.005 |
| 1, 6   | 13.42  | 0.001 |
| 1, 10  | 10.952 | 0.002 |
| 1, 12  | 396.32 | 0.001 |
| 3, 4   | 11.102 | 0.001 |
| 3, 5   | 6.2723 | 0.003 |
| 3, 6   | 12.191 | 0.001 |
| 3, 10  | 10.164 | 0.001 |
| 3, 12  | 144.04 | 0.001 |
| 4, 6   | 8.8541 | 0.002 |
| 4, 10  | 7.9606 | 0.002 |
| 4, 12  | 74.615 | 0.001 |
| 5, 6   | 5.0246 | 0.006 |
| 5, 10  | 5.5472 | 0.007 |
| 5, 12  | 18.83  | 0.001 |
| 6, 12  | 9.9464 | 0.003 |
| 10, 12 | 4.7269 | 0.007 |

**Proteine**  
Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
Within level 'SIN N' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 10.914 | 0.001 |
| 1, 4   | 9.6595 | 0.001 |
| 1, 5   | 16.41  | 0.001 |
| 1, 6   | 9.2275 | 0.002 |
| 1, 10  | 14.968 | 0.001 |
| 1, 12  | 7.3515 | 0.001 |
| 3, 5   | 4.9776 | 0.01  |
| 3, 12  | 7.7914 | 0.004 |
| 4, 5   | 4.3853 | 0.017 |
| 4, 12  | 7.0566 | 0.002 |
| 5, 10  | 4.5705 | 0.007 |
| 5, 12  | 13.422 | 0.001 |
| 6, 12  | 7.2735 | 0.002 |
| 10, 12 | 10.771 | 0.001 |

Within level 'SIN C' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 20.021 | 0.001 |
| 1, 4   | 4.2891 | 0.011 |
| 1, 5   | 12.989 | 0.001 |
| 1, 6   | 9.4101 | 0.001 |
| 1, 10  | 7.3056 | 0.003 |
| 1, 12  | 10.304 | 0.002 |
| 3, 10  | 4.4121 | 0.013 |
| 3, 12  | 3.8475 | 0.022 |
| 5, 10  | 3.6397 | 0.024 |

Within level 'SIN S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 14.557 | 0.001 |
| 1, 4   | 30.253 | 0.001 |
| 1, 5   | 11.395 | 0.001 |
| 1, 6   | 12.121 | 0.001 |
| 1, 10  | 60.669 | 0.001 |
| 1, 12  | 24.189 | 0.001 |
| 3, 5   | 11.031 | 0.001 |
| 4, 5   | 20.481 | 0.001 |
| 4, 10  | 6.0869 | 0.002 |
| 5, 6   | 9.6096 | 0.001 |
| 5, 10  | 37.896 | 0.001 |
| 5, 12  | 17.718 | 0.001 |

**Proteine**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 16.617 | 0.002 |
| 1, 4   | 15.407 | 0.001 |
| 1, 5   | 3.1189 | 0.034 |
| 1, 6   | 2.775  | 0.048 |
| 1, 10  | 7.2967 | 0.002 |
| 1, 12  | 20.07  | 0.001 |
| 3, 4   | 5.6062 | 0.006 |
| 3, 5   | 5.4518 | 0.005 |
| 3, 6   | 3.8714 | 0.016 |
| 3, 10  | 9.9456 | 0.003 |
| 3, 12  | 3.5366 | 0.027 |
| 4, 10  | 5.6836 | 0.005 |
| 5, 12  | 3.7024 | 0.016 |
| 10, 12 | 8.5944 | 0.001 |

**Carboidrati**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.3858 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN N    | 13.446 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 5.1486 | 0.009 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 2.8069 | 0.049 |
| SIN N, SIN C       | 4.3057 | 0.013 |
| SIN N, SIN S       | 5.6839 | 0.006 |
| SIN N, CTRL S      | 6.9073 | 0.003 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.3842 | 0.009 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.5353 | 0.025 |
| CTRL N 2, SIN C    | 4.5314 | 0.011 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.1836 | 0.02  |
| CTRL N 1, SIN N    | 12.008 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C    | 11.941 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 6.9777 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 6.0491 | 0.004 |
| SIN N, CTRL S      | 3.2403 | 0.032 |
| SIN C, CTRL S      | 2.7927 | 0.043 |
| SIN S, CTRL S      | 3.1739 | 0.038 |

**Carboidrati**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 13.877 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 2.7925 | 0.047 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 5.2582 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN N    | 10.818 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 10.896 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 5.0606 | 0.009 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 7.3616 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 4.8896 | 0.01  |
| SIN C, CTRL S      | 4.4501 | 0.013 |
| SIN S, CTRL S      | 4.6658 | 0.011 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.1713 | 0.013 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.0928 | 0.033 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.3223 | 0.009 |
| CTRL N 1, SIN N    | 4.8758 | 0.01  |
| CTRL N 1, SIN C    | 9.4697 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 10.234 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 5.8518 | 0.003 |
| SIN N, CTRL S      | 7.0492 | 0.004 |
| SIN C, SIN S       | 5.5989 | 0.005 |
| SIN S, CTRL S      | 6.7047 | 0.004 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL S | 6.4541 | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN N  | 3.8377 | 0.026 |
| CTRL N 1, SIN C  | 3.2439 | 0.045 |
| CTRL N 1, CTRL S | 8.0508 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 6.8613 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S    | 5.8813 | 0.009 |
| SIN S, CTRL S    | 3.663  | 0.017 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 8.0137 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 5.61   | 0.007 |
| CTRL N 2, SIN C    | 4.0669 | 0.014 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 8.3208 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 3.6031 | 0.015 |
| CTRL N 1, SIN C    | 6.2384 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S    | 4.7591 | 0.01  |
| CTRL N 1, CTRL S   | 10.246 | 0.002 |
| SIN N, SIN C       | 7.0276 | 0.002 |
| SIN N, SIN S       | 5.8748 | 0.004 |
| SIN N, CTRL S      | 10.257 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 3.7496 | 0.023 |
| SIN S, CTRL S      | 5.5607 | 0.001 |



**Carboidrati**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.8327 | 0.022 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.2676 | 0.004 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.8041 | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN N    | 28.607 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.8977 | 0.016 |
| SIN N, SIN C       | 6.4438 | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 5.972  | 0.006 |
| SIN N, CTRL S      | 7.1953 | 0.003 |
| SIN C, CTRL S      | 3.5686 | 0.024 |
| SIN S, CTRL S      | 3.5369 | 0.024 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 7.8675 | 0.004 |
| 1, 5   | 3.7844 | 0.021 |
| 1, 10  | 8.2512 | 0.001 |
| 1, 12  | 3.3542 | 0.034 |
| 3, 4   | 3.1823 | 0.026 |
| 3, 10  | 2.9817 | 0.035 |

**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 6   | 4.8158 | 0.012 |
| 1, 10  | 11.761 | 0.001 |
| 1, 12  | 21.516 | 0.001 |
| 3, 6   | 4.6186 | 0.004 |
| 3, 10  | 10.455 | 0.001 |
| 3, 12  | 20.154 | 0.001 |
| 4, 6   | 4.5016 | 0.012 |
| 4, 10  | 12.082 | 0.002 |
| 4, 12  | 22.129 | 0.001 |
| 5, 10  | 3.2837 | 0.028 |
| 5, 12  | 10.359 | 0.001 |
| 6, 12  | 6.0313 | 0.007 |
| 10, 12 | 18.563 | 0.001 |

**Carboidrati**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 19.757 | 0.001 |
| 1, 4   | 15.815 | 0.001 |
| 1, 5   | 12.286 | 0.001 |
| 1, 6   | 27.332 | 0.001 |
| 1, 10  | 4.028  | 0.016 |
| 3, 6   | 3.0412 | 0.043 |
| 3, 10  | 5.9269 | 0.007 |
| 3, 12  | 18.016 | 0.001 |
| 4, 10  | 5.9304 | 0.003 |
| 4, 12  | 14.776 | 0.001 |
| 5, 10  | 5.093  | 0.013 |
| 5, 12  | 11.59  | 0.001 |
| 6, 10  | 7.812  | 0.004 |
| 6, 12  | 24.535 | 0.001 |
| 10, 12 | 3.5968 | 0.021 |

**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.9989 | 0.006 |
| 1, 4   | 6.0886 | 0.003 |
| 1, 5   | 9.0836 | 0.002 |
| 1, 6   | 5.6113 | 0.005 |
| 1, 10  | 6.5527 | 0.002 |
| 1, 12  | 4.1201 | 0.018 |
| 3, 5   | 5.5552 | 0.008 |
| 4, 5   | 4.7393 | 0.012 |
| 5, 6   | 4.0267 | 0.011 |
| 5, 10  | 3.2617 | 0.03  |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 4.8519 | 0.009 |
| 1, 4   | 3.8481 | 0.018 |
| 1, 6   | 4.258  | 0.011 |
| 1, 10  | 6.5616 | 0.005 |
| 1, 12  | 4.0955 | 0.015 |

**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.277  | 0.01  |
| 1, 4   | 6.7795 | 0.001 |
| 1, 5   | 10.963 | 0.002 |
| 1, 6   | 10.284 | 0.003 |
| 1, 10  | 11.284 | 0.001 |
| 1, 12  | 6.1512 | 0.004 |

**Lipidi**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.3812 | 0.015 |
| CTRL N 2, SIN N    | 5.0831 | 0.009 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 15.309 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 7.0161 | 0.002 |
| SIN N, SIN C       | 3.6285 | 0.03  |
| SIN N, SIN S       | 3.8631 | 0.023 |
| SIN N, CTRL S      | 15.345 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 3.3871 | 0.034 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 2.9829 | 0.039 |
| CTRL N 2, SIN C  | 4.6102 | 0.007 |
| CTRL N 2, CTRL S | 3.1772 | 0.032 |
| CTRL N 1, SIN N  | 5.3121 | 0.012 |
| CTRL N 1, SIN C  | 5.1984 | 0.008 |
| CTRL N 1, CTRL S | 3.4531 | 0.017 |
| SIN N, SIN C     | 3.132  | 0.043 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 3.4052 | 0.029 |
| CTRL N 2, SIN C  | 5.1052 | 0.006 |
| CTRL N 2, CTRL S | 4.466  | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN N  | 3.5427 | 0.021 |
| CTRL N 1, SIN C  | 5.5487 | 0.008 |
| CTRL N 1, CTRL S | 4.5281 | 0.006 |
| SIN C, SIN S     | 4.3588 | 0.012 |
| SIN S, CTRL S    | 4.2957 | 0.01  |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.9257 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 6.181  | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN C    | 7.0904 | 0.005 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.148  | 0.016 |
| CTRL N 1, SIN S    | 47.262 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 2.8634 | 0.047 |
| SIN N, SIN S       | 8.2382 | 0.005 |
| SIN C, SIN S       | 9.412  | 0.003 |
| SIN S, CTRL S      | 4.3262 | 0.01  |

**Lipidi**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.349  | 0.028 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.8841 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN N    | 6.2622 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C    | 3.8508 | 0.026 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 6.799  | 0.003 |
| SIN N, SIN S       | 3.0478 | 0.026 |
| SIN N, CTRL S      | 4.3218 | 0.012 |
| SIN C, CTRL S      | 3.9302 | 0.022 |
| SIN S, CTRL S      | 5.7096 | 0.003 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN S  | 4.2118 | 0.017 |
| CTRL N 2, CTRL S | 5.2046 | 0.004 |
| CTRL N 1, CTRL S | 4.8142 | 0.013 |
| SIN N, SIN S     | 3.7891 | 0.013 |
| SIN N, CTRL S    | 3.1977 | 0.03  |
| SIN C, SIN S     | 5.2632 | 0.006 |
| SIN C, CTRL S    | 4.2315 | 0.014 |
| SIN S, CTRL S    | 6.5491 | 0.001 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.7745 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.353  | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN S    | 10.967 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S    | 5.0856 | 0.008 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.2317 | 0.026 |
| SIN N, SIN C       | 2.8617 | 0.046 |
| SIN N, SIN S       | 5.1399 | 0.004 |
| SIN N, CTRL S      | 3.4041 | 0.033 |
| SIN C, SIN S       | 4.0909 | 0.022 |
| SIN S, CTRL S      | 4.3069 | 0.017 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 2.8003 | 0.04  |
| 1, 4   | 5.9221 | 0.004 |
| 1, 6   | 5.1783 | 0.007 |
| 1, 10  | 17.599 | 0.002 |
| 1, 12  | 15.501 | 0.002 |
| 3, 12  | 6.4156 | 0.002 |
| 4, 12  | 8.0615 | 0.004 |
| 5, 6   | 2.794  | 0.043 |
| 5, 10  | 3.7711 | 0.026 |
| 5, 12  | 8.0072 | 0.003 |
| 6, 12  | 3.8944 | 0.019 |
| 10, 12 | 7.6838 | 0.002 |

**Lipidi**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
 Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 5   | 12.325 | 0.001 |
| 1, 12  | 4.2827 | 0.015 |
| 3, 5   | 24.367 | 0.001 |
| 3, 6   | 3.8196 | 0.024 |
| 3, 12  | 4.1065 | 0.017 |
| 4, 5   | 37.327 | 0.001 |
| 4, 6   | 5.0942 | 0.004 |
| 4, 12  | 3.6197 | 0.02  |
| 5, 6   | 17.997 | 0.001 |
| 5, 10  | 3.9673 | 0.016 |
| 5, 12  | 11.866 | 0.002 |
| 6, 12  | 6.3937 | 0.007 |

Within level 'SIN N' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 14.021 | 0.001 |
| 1, 4   | 7.6535 | 0.002 |
| 1, 5   | 10.439 | 0.001 |
| 1, 6   | 10.541 | 0.002 |
| 1, 10  | 7.1542 | 0.001 |
| 1, 12  | 16.315 | 0.001 |
| 3, 5   | 3.6613 | 0.017 |
| 4, 12  | 2.7941 | 0.045 |
| 5, 12  | 5.1291 | 0.01  |
| 6, 12  | 3.2969 | 0.026 |

**C-biopolimerico**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'  
 Within level '1' of factor 'profondità'

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.403  | 0.003 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.4589 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.3844 | 0.029 |
| CTRL N 1, SIN N    | 7.2464 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 7.0297 | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN S    | 12.481 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 20.644 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 10.892 | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 26.849 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 28.207 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 6.5234 | 0.005 |
| SIN S, CTRL S      | 14.623 | 0.001 |

**Lipidi**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
 Within level 'SIN C' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.7261 | 0.004 |
| 1, 4   | 6.1024 | 0.004 |
| 1, 5   | 7.4452 | 0.004 |
| 1, 6   | 3.6769 | 0.022 |
| 1, 10  | 5.3234 | 0.008 |
| 1, 12  | 4.6321 | 0.012 |
| 5, 10  | 4.2621 | 0.01  |
| 5, 12  | 2.422  | 0.07  |

Within level 'SIN S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.2957 | 0.028 |
| 1, 12  | 3.8288 | 0.026 |
| 3, 5   | 3.3581 | 0.032 |
| 5, 6   | 2.8766 | 0.042 |
| 5, 12  | 15.486 | 0.001 |

Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.7553 | 0.018 |
| 1, 4   | 4.8943 | 0.003 |
| 1, 5   | 3.9633 | 0.018 |
| 1, 6   | 6.3863 | 0.006 |
| 1, 10  | 6.4796 | 0.002 |
| 1, 12  | 4.4793 | 0.007 |
| 3, 5   | 2.8353 | 0.044 |
| 3, 6   | 3.6454 | 0.024 |
| 6, 12  | 2.9605 | 0.048 |

**C-biopolimerico**

Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'  
 Within level '3' of factor 'profondità'

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.2321 | 0.006 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.2784 | 0.026 |
| CTRL N 2, SIN S    | 5.1632 | 0.007 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 12.574 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 15.484 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 15.012 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 23.816 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 59.355 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 5.5895 | 0.007 |
| SIN N, SIN S       | 10.726 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 35.831 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 13.528 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 15.436 | 0.001 |

**C-biopolimerico**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 8.6933 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 4.7945 | 0.009 |
| CTRL N 2, SIN C    | 4.6891 | 0.011 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.559  | 0.025 |
| CTRL N 1, SIN N    | 4.859  | 0.008 |
| CTRL N 1, SIN C    | 8.2163 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 15.442 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 71.819 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 11.473 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 15.318 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 16.814 | 0.001 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN S  | 5.33   | 0.007 |
| CTRL N 1, SIN N  | 2.8352 | 0.048 |
| CTRL N 1, SIN C  | 4.0707 | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN S  | 4.1931 | 0.014 |
| CTRL N 1, CTRL S | 3.5129 | 0.02  |
| SIN N, SIN S     | 9.5495 | 0.001 |
| SIN C, SIN S     | 16.488 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S    | 5.5909 | 0.007 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups          | t      | P(MC) |
|-----------------|--------|-------|
| CTRL N 1, SIN N | 3.3136 | 0.034 |
| SIN N, SIN S    | 6.3024 | 0.007 |
| SIN N, CTRL S   | 5.1466 | 0.01  |
| SIN C, SIN S    | 4.9448 | 0.009 |
| SIN C, CTRL S   | 4.7429 | 0.012 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.1066 | 0.043 |
| CTRL N 2, SIN N    | 6.5191 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN C    | 5.8276 | 0.003 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.4691 | 0.011 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 6.4355 | 0.007 |
| CTRL N 1, SIN N    | 5.013  | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN C    | 4.552  | 0.012 |
| SIN N, SIN S       | 9.8543 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 10.992 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 10.113 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 11.235 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 3.092  | 0.037 |

**C-biopolimerico**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 38.261 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 25.498 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.3421 | 0.031 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.5466 | 0.009 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 14.972 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 75.745 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 36.541 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 41.295 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 8.968  | 0.002 |
| SIN N, SIN C       | 18.17  | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 36.715 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 32.337 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 7.6195 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 16.525 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 13.089 | 0.001 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 3.8358 | 0.024 |
| 1, 4   | 8.8827 | 0.002 |
| 1, 5   | 5.6667 | 0.003 |
| 1, 6   | 6.1486 | 0.005 |
| 1, 10  | 13.05  | 0.001 |
| 1, 12  | 12.821 | 0.001 |
| 3, 4   | 5.0674 | 0.009 |
| 3, 6   | 2.786  | 0.04  |
| 3, 10  | 3.4201 | 0.028 |
| 3, 12  | 3.3211 | 0.03  |
| 4, 10  | 3.5961 | 0.024 |
| 4, 12  | 3.6625 | 0.024 |

**C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 4.7985 | 0.008 |
| 1, 4   | 23.371 | 0.001 |
| 1, 5   | 8.6536 | 0.001 |
| 1, 6   | 14.19  | 0.001 |
| 1, 10  | 9.5092 | 0.004 |
| 1, 12  | 101.43 | 0.001 |
| 3, 4   | 10.225 | 0.002 |
| 3, 5   | 7.0635 | 0.007 |
| 3, 6   | 12.292 | 0.001 |
| 3, 10  | 8.6353 | 0.002 |
| 3, 12  | 68.232 | 0.001 |
| 4, 5   | 4.1141 | 0.021 |
| 4, 6   | 9.2664 | 0.001 |
| 4, 10  | 6.9206 | 0.004 |
| 4, 12  | 76.936 | 0.001 |
| 5, 6   | 3.329  | 0.019 |
| 5, 10  | 3.9869 | 0.02  |
| 5, 12  | 15.567 | 0.001 |
| 6, 12  | 11.971 | 0.002 |
| 10, 12 | 4.414  | 0.014 |

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 27.587 | 0.001 |
| 1, 4   | 11.674 | 0.002 |
| 1, 5   | 17.113 | 0.001 |
| 1, 6   | 20.154 | 0.001 |
| 1, 10  | 17.768 | 0.001 |
| 1, 12  | 14.844 | 0.001 |
| 3, 5   | 5.5203 | 0.006 |
| 3, 6   | 3.3117 | 0.043 |
| 3, 12  | 14.742 | 0.001 |
| 4, 5   | 3.2362 | 0.034 |
| 4, 12  | 7.5009 | 0.004 |
| 5, 6   | 2.7528 | 0.048 |
| 5, 10  | 5.1092 | 0.008 |
| 5, 12  | 12.517 | 0.001 |
| 6, 10  | 2.9142 | 0.049 |
| 6, 12  | 13.17  | 0.002 |
| 10, 12 | 10.269 | 0.001 |

**C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 13.738 | 0.001 |
| 1, 4   | 11.368 | 0.002 |
| 1, 5   | 21.038 | 0.001 |
| 1, 6   | 10.392 | 0.001 |
| 1, 10  | 13.974 | 0.001 |
| 1, 12  | 16.555 | 0.001 |
| 3, 10  | 4.1258 | 0.015 |
| 4, 5   | 5.2998 | 0.011 |
| 5, 6   | 3.8248 | 0.02  |
| 5, 10  | 8.0154 | 0.004 |
| 5, 12  | 6.2448 | 0.002 |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 27.291 | 0.001 |
| 1, 4   | 23.452 | 0.002 |
| 1, 5   | 8.4587 | 0.003 |
| 1, 6   | 26.636 | 0.001 |
| 1, 10  | 54.876 | 0.001 |
| 1, 12  | 53.835 | 0.001 |
| 3, 4   | 3.5991 | 0.015 |
| 3, 5   | 17.156 | 0.001 |
| 4, 5   | 13.557 | 0.001 |
| 4, 6   | 4.8248 | 0.008 |
| 4, 10  | 3.507  | 0.023 |
| 4, 12  | 3.4199 | 0.026 |
| 5, 6   | 17.617 | 0.001 |
| 5, 10  | 23.163 | 0.001 |
| 5, 12  | 22.955 | 0.001 |
| 6, 10  | 2.784  | 0.049 |

**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 65.173 | 0.001 |
| 1, 4   | 67.307 | 0.001 |
| 1, 5   | 5.6163 | 0.009 |
| 1, 6   | 9.2395 | 0.001 |
| 1, 10  | 27.903 | 0.001 |
| 1, 12  | 29.119 | 0.001 |
| 3, 4   | 10.255 | 0.001 |
| 3, 10  | 19.015 | 0.001 |
| 4, 10  | 13.892 | 0.001 |
| 4, 12  | 3.0317 | 0.049 |
| 10, 12 | 10.201 | 0.002 |

**Composizione biochimica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.0152 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.4951 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 2.1393 | 0.048 |
| CTRL N 2, SIN S    | 2.8641 | 0.026 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 18.384 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 7.3226 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 2.6671 | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN S    | 3.4052 | 0.013 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 18.193 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 4.2542 | 0.005 |
| SIN N, SIN S       | 4.9724 | 0.004 |
| SIN N, CTRL S      | 24.883 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 14.482 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 17.847 | 0.001 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.8233 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 2.3297 | 0.023 |
| CTRL N 2, SIN C    | 5.1802 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN S    | 2.9564 | 0.009 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.8391 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 5.1402 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C    | 8.0891 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 6.1227 | 0.003 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 7.6681 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 3.5162 | 0.01  |
| SIN N, SIN S       | 2.6664 | 0.012 |
| SIN N, CTRL S      | 4.5885 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 2.4911 | 0.04  |
| SIN C, CTRL S      | 3.7522 | 0.007 |
| SIN S, CTRL S      | 2.6345 | 0.018 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 5.2425 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.3472 | 0.011 |
| CTRL N 2, SIN C    | 5.2331 | 0.003 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.422  | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN N    | 2.436  | 0.041 |
| CTRL N 1, SIN C    | 4.0012 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S    | 3.5712 | 0.005 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.9235 | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 2.5861 | 0.031 |
| SIN N, CTRL S      | 3.1629 | 0.015 |
| SIN C, SIN S       | 3.7288 | 0.011 |
| SIN C, CTRL S      | 3.7353 | 0.003 |
| SIN S, CTRL S      | 4.3354 | 0.007 |

**Composizione biochimica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.0964 | 0.007 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.6699 | 0.009 |
| CTRL N 2, SIN C    | 4.5686 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.4825 | 0.003 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 3.4305 | 0.013 |
| CTRL N 1, SIN N    | 2.4055 | 0.03  |
| CTRL N 1, SIN C    | 5.0059 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S    | 5.28   | 0.004 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.0163 | 0.015 |
| SIN N, SIN C       | 2.8753 | 0.017 |
| SIN N, SIN S       | 6.4747 | 0.003 |
| SIN N, CTRL S      | 2.3585 | 0.033 |
| SIN C, SIN S       | 7.7716 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 4.0846 | 0.007 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 2.5262 | 0.023 |
| CTRL N 2, SIN N    | 2.0861 | 0.025 |
| CTRL N 2, SIN S    | 2.7555 | 0.01  |
| CTRL N 2, CTRL S   | 5.3382 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN N    | 4.2939 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN C    | 4.0683 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.3109 | 0.047 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.6322 | 0.004 |
| SIN N, SIN S       | 3.195  | 0.01  |
| SIN N, CTRL S      | 5.0564 | 0.004 |
| SIN C, SIN S       | 3.5023 | 0.003 |
| SIN C, CTRL S      | 5.3345 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 4.6238 | 0.003 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.6411 | 0.007 |
| CTRL N 2, SIN N    | 4.2077 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN C    | 4.9085 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.9545 | 0.006 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.5531 | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN N    | 4.7536 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN C    | 5.7958 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.9627 | 0.018 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.0255 | 0.004 |
| SIN N, SIN C       | 4.252  | 0.005 |
| SIN N, SIN S       | 5.9708 | 0.003 |
| SIN N, CTRL S      | 4.5196 | 0.003 |
| SIN C, SIN S       | 6.1309 | 0.005 |
| SIN C, CTRL S      | 3.2922 | 0.015 |
| SIN S, CTRL S      | 5.3144 | 0.005 |

**Composizione biochimica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t        | P(MC) |
|--------------------|----------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 15.179   | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 8.1206   | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.059    | 0.006 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.7175   | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN N    | 33.297   | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 10.82    | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 10.895   | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.4779   | 0.002 |
| SIN N, SIN C       | 5.2504   | 0.003 |
| SIN N, SIN S       | 7.936    | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 7.6256   | 0.002 |
| SIN C, SIN S       | 2.5557   | 0.017 |
| SIN C, CTRL S      | 3.9853   | 0.006 |
| SIN S, CTRL S      | 4.03E+00 | 0.004 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.1116 | 0.002 |
| 1, 4   | 9.0827 | 0.002 |
| 1, 5   | 6.7635 | 0.001 |
| 1, 6   | 6.7539 | 0.002 |
| 1, 10  | 15.895 | 0.001 |
| 1, 12  | 11.351 | 0.001 |
| 3, 4   | 4.4182 | 0.009 |
| 3, 5   | 3.0226 | 0.016 |
| 3, 6   | 2.9389 | 0.015 |
| 3, 10  | 4.7501 | 0.003 |
| 3, 12  | 5.84   | 0.002 |
| 4, 6   | 2.4734 | 0.021 |
| 4, 10  | 4.2749 | 0.007 |
| 4, 12  | 5.7698 | 0.004 |
| 5, 6   | 2.0513 | 0.04  |
| 5, 10  | 3.1036 | 0.011 |
| 5, 12  | 4.907  | 0.003 |
| 6, 12  | 2.9208 | 0.008 |
| 10, 12 | 4.2946 | 0.006 |

**Composizione biochimica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 8.7027 | 0.001 |
| 1, 4   | 6.6174 | 0.004 |
| 1, 5   | 8.5472 | 0.001 |
| 1, 6   | 11.785 | 0.001 |
| 1, 10  | 10.352 | 0.001 |
| 1, 12  | 36.483 | 0.001 |
| 3, 4   | 2.7459 | 0.025 |
| 3, 5   | 5.3293 | 0.005 |
| 3, 6   | 9.1414 | 0.001 |
| 3, 10  | 9.123  | 0.001 |
| 3, 12  | 32.272 | 0.001 |
| 4, 5   | 2.6763 | 0.016 |
| 4, 6   | 4.7611 | 0.001 |
| 4, 10  | 6.1241 | 0.005 |
| 4, 12  | 14.621 | 0.001 |
| 5, 6   | 4.8283 | 0.003 |
| 5, 10  | 5.2399 | 0.001 |
| 5, 12  | 14.69  | 0.001 |
| 6, 10  | 3.2349 | 0.02  |
| 6, 12  | 11.842 | 0.001 |
| 10, 12 | 8.2807 | 0.001 |

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 11.354 | 0.001 |
| 1, 4   | 6.7498 | 0.005 |
| 1, 5   | 13.458 | 0.001 |
| 1, 6   | 11.035 | 0.001 |
| 1, 10  | 11.888 | 0.001 |
| 1, 12  | 22.417 | 0.001 |
| 3, 5   | 3.3062 | 0.01  |
| 3, 10  | 4.8614 | 0.004 |
| 3, 12  | 7.6733 | 0.001 |
| 4, 6   | 2.3446 | 0.046 |
| 4, 10  | 3.2038 | 0.016 |
| 4, 12  | 4.5638 | 0.007 |
| 5, 10  | 3.9529 | 0.003 |
| 5, 12  | 8.3142 | 0.001 |
| 6, 10  | 3.4879 | 0.007 |
| 6, 12  | 6.6114 | 0.003 |
| 10, 12 | 4.5432 | 0.004 |

**Composizione biochimica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 10.061 | 0.001 |
| 1, 4   | 9.2134 | 0.001 |
| 1, 5   | 10.589 | 0.001 |
| 1, 6   | 5.1871 | 0.002 |
| 1, 10  | 9.9991 | 0.001 |
| 1, 12  | 5.9071 | 0.002 |
| 3, 5   | 2.8457 | 0.011 |
| 3, 6   | 3.2015 | 0.01  |
| 3, 10  | 4.3066 | 0.004 |
| 3, 12  | 3.7104 | 0.004 |
| 4, 5   | 2.9314 | 0.011 |
| 4, 6   | 2.674  | 0.017 |
| 4, 10  | 3.4371 | 0.01  |
| 4, 12  | 3.1628 | 0.005 |
| 5, 6   | 3.2639 | 0.008 |
| 5, 10  | 3.9339 | 0.002 |
| 5, 12  | 3.195  | 0.009 |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 7.8658 | 0.001 |
| 1, 4   | 8.4561 | 0.002 |
| 1, 5   | 5.2508 | 0.001 |
| 1, 6   | 9.1843 | 0.001 |
| 1, 10  | 12.569 | 0.001 |
| 1, 12  | 8.6267 | 0.001 |
| 3, 5   | 4.7826 | 0.004 |
| 3, 10  | 3.1074 | 0.012 |
| 3, 12  | 2.8311 | 0.016 |
| 4, 5   | 4.511  | 0.003 |
| 4, 10  | 2.6681 | 0.013 |
| 4, 12  | 2.6808 | 0.017 |
| 5, 6   | 5.7951 | 0.003 |
| 5, 10  | 6.3295 | 0.001 |
| 5, 12  | 4.8247 | 0.003 |
| 6, 10  | 3.4677 | 0.009 |
| 6, 12  | 3.1778 | 0.01  |

**Composizione biochimica (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 7.3117 | 0.001 |
| 1, 4   | 6.9317 | 0.001 |
| 1, 5   | 3.897  | 0.007 |
| 1, 6   | 5.7376 | 0.001 |
| 1, 10  | 8.1978 | 0.001 |
| 1, 12  | 7.112  | 0.004 |
| 3, 4   | 2.2776 | 0.049 |
| 3, 5   | 2.6038 | 0.03  |
| 3, 6   | 4.5764 | 0.005 |
| 3, 10  | 3.3093 | 0.015 |
| 4, 6   | 3.49   | 0.007 |
| 4, 10  | 2.1632 | 0.045 |
| 5, 6   | 2.3186 | 0.021 |
| 5, 12  | 2.1898 | 0.036 |
| 6, 10  | 4.1479 | 0.005 |
| 6, 12  | 3.4243 | 0.01  |
| 10, 12 | 2.7924 | 0.023 |

**Frazione algale del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 9.0168 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 4.0426 | 0.018 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 35.645 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 11.621 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C    | 10.342 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 11.394 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 16.419 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 4.3477 | 0.021 |
| SIN N, SIN S       | 2.8712 | 0.049 |
| SIN N, CTRL S      | 37.857 | 0.001 |
| SIN C, CTRL S      | 44.194 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 46.405 | 0.001 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.5118 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.7677 | 0.017 |
| CTRL N 1, SIN N    | 6.4297 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C    | 6.3667 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S    | 7.6202 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 8.7874 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 4.0051 | 0.022 |
| SIN C, SIN S       | 4.246  | 0.016 |
| SIN C, CTRL S      | 7.7856 | 0.001 |



**Frazione algale del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.3008 | 0.016 |
| CTRL N 2, SIN N    | 5.1772 | 0.01  |
| CTRL N 2, SIN C    | 4.7689 | 0.01  |
| CTRL N 2, SIN S    | 3.2057 | 0.028 |
| CTRL N 1, SIN S    | 3.3634 | 0.031 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 4.1593 | 0.013 |
| SIN N, SIN C       | 2.7163 | 0.048 |
| SIN N, SIN S       | 3.9652 | 0.022 |
| SIN N, CTRL S      | 5.161  | 0.01  |
| SIN C, SIN S       | 2.8339 | 0.049 |
| SIN C, CTRL S      | 5.7603 | 0.004 |
| SIN S, CTRL S      | 4.0287 | 0.013 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 1, SIN N  | 3.7333 | 0.028 |
| CTRL N 1, SIN C  | 2.9243 | 0.044 |
| CTRL N 1, CTRL S | 4.1656 | 0.02  |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL S | 5.779  | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN N  | 2.8569 | 0.046 |
| CTRL N 1, CTRL S | 6.4316 | 0.003 |
| SIN N, CTRL S    | 5.1153 | 0.01  |
| SIN C, CTRL S    | 4.8067 | 0.011 |
| SIN S, CTRL S    | 5.9541 | 0.005 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.1621 | 0.034 |
| CTRL N 2, SIN N    | 7.1757 | 0.003 |
| CTRL N 2, SIN C    | 6.4571 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN S    | 5.7239 | 0.009 |
| CTRL N 1, SIN N    | 8.2775 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 7.3366 | 0.004 |
| SIN N, SIN C       | 4.5561 | 0.006 |
| SIN N, SIN S       | 9.3217 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 6.1345 | 0.006 |
| SIN C, SIN S       | 15.199 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 3.6978 | 0.024 |

**Frazione algale del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 15.638 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S  | 3.8998 | 0.023 |
| CTRL N 2, CTRL S | 4.0852 | 0.019 |
| CTRL N 1, SIN N  | 19.25  | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S  | 9.5368 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S | 8.5568 | 0.003 |
| SIN N, SIN C     | 11.538 | 0.001 |
| SIN N, SIN S     | 23.204 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S    | 22.736 | 0.001 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 6.6987 | 0.002 |
| 1, 4   | 5.1198 | 0.007 |
| 1, 5   | 4.2997 | 0.012 |
| 1, 6   | 6.7583 | 0.006 |
| 1, 10  | 15.856 | 0.001 |
| 1, 12  | 11.572 | 0.001 |
| 3, 10  | 3.8085 | 0.021 |
| 3, 12  | 4.2916 | 0.011 |
| 4, 10  | 4.0206 | 0.021 |
| 4, 12  | 4.5045 | 0.017 |

**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 6.9941 | 0.001 |
| 1, 4   | 3.6695 | 0.03  |
| 1, 5   | 4.3768 | 0.012 |
| 1, 12  | 5.053  | 0.009 |
| 3, 5   | 5.6937 | 0.007 |
| 3, 6   | 7.2445 | 0.002 |
| 3, 10  | 7.2847 | 0.003 |
| 3, 12  | 5.5843 | 0.004 |
| 4, 6   | 3.7573 | 0.017 |
| 4, 10  | 3.9641 | 0.011 |
| 5, 6   | 6.9005 | 0.004 |
| 5, 10  | 4.9071 | 0.006 |
| 6, 12  | 8.7177 | 0.001 |
| 10, 12 | 5.4837 | 0.007 |

**Frazione algale del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

| Within level 'SIN N' of factor 'transetto' |        |       | Within level 'SIN S' of factor 'transetto'  |        |       |
|--|--------|-------|---|--------|-------|
| Groups                                     | t      | P(MC) | Groups                                      | t      | P(MC) |
| 1, 3                                       | 9.223  | 0.002 | 1, 3  | 10.005 | 0.002 |
| 1, 4                                       | 9.4721 | 0.002 | 1, 4  | 21.511 | 0.001 |
| 1, 5                                       | 16.166 | 0.001 | 1, 5  | 8.8917 | 0.002 |
| 1, 6                                       | 13.306 | 0.001 | 1, 6  | 18.72  | 0.002 |
| 1, 10                                      | 15.105 | 0.001 | 1, 10                                       | 39.409 | 0.001 |
| 1, 12                                      | 30.926 | 0.001 | 1, 12                                       | 26.996 | 0.001 |
| 3, 4                                       | 3.7729 | 0.022 | 3, 4  | 3.2578 | 0.035 |
| 3, 10                                      | 6.827  | 0.004 | 3, 5  | 3.6603 | 0.024 |
| 3, 12                                      | 16.315 | 0.001 | 3, 6  | 2.9392 | 0.045 |
| 4, 5                                       | 3.8962 | 0.018 | 4, 10                                       | 4.0582 | 0.01  |
| 4, 6                                       | 3.0762 | 0.027 | 4, 12                                       | 2.1714 | 0.08  |
| 4, 12                                      | 7.1272 | 0.001 | 5, 10                                       | 3.4362 | 0.025 |
| 5, 10                                      | 7.6298 | 0.002 | 5, 12                                       | 2.936  | 0.043 |
| 5, 12                                      | 20.406 | 0.001 | 6, 10                                       | 3.2314 | 0.033 |
| 6, 10                                      | 6.2333 | 0.01  |   |        |       |
| 6, 12                                      | 16.857 | 0.001 |   |        |       |
| 10, 12                                     | 6.7039 | 0.004 |   |        |       |
| Within level 'SIN C' of factor 'transetto' |        |       | Within level 'CTRL S' of factor 'transetto' |        |       |
| Groups                                     | t      | P(MC) | Groups                                      | t      | P(MC) |
| 1, 3                                       | 20.146 | 0.001 | 1, 3  | 22.417 | 0.001 |
| 1, 4                                       | 15.615 | 0.001 | 1, 4  | 24.603 | 0.001 |
| 1, 5                                       | 19.008 | 0.001 | 1, 5  | 15.219 | 0.001 |
| 1, 6                                       | 3.3983 | 0.036 | 1, 10                                       | 9.5699 | 0.001 |
| 1, 10                                      | 29.628 | 0.001 | 1, 12                                       | 24.009 | 0.001 |
| 1, 12                                      | 6.1823 | 0.007 | 3, 4  | 3.853  | 0.021 |
| 3, 10                                      | 6.5603 | 0.001 | 3, 5  | 3.9512 | 0.015 |
| 4, 10                                      | 3.2181 | 0.034 | 3, 6  | 8.0172 | 0.004 |
| 5, 10                                      | 6.6369 | 0.006 | 3, 10                                       | 3.6838 | 0.026 |
| 6, 10                                      | 2.7842 | 0.043 | 3, 12                                       | 5.193  | 0.005 |
|  |        |       | 4, 6  | 6.915  | 0.003 |
|  |        |       | 5, 6  | 6.1948 | 0.008 |
|  |        |       | 6, 10                                       | 5.3188 | 0.006 |
|  |        |       | 6, 12                                       | 6.5222 | 0.002 |

**Frazione proteica del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**

| Within level '1' of factor 'profondità' |        |       | Within level '3' of factor 'profondità' |        |       |
|---|--------|-------|---|--------|-------|
| Groups                                  | t      | P(MC) | Groups                                  | t      | P(MC) |
| CTRL N 2, CTRL N 1                      | 18.306 | 0.001 | CTRL N 2, CTRL N 1                      | 13.603 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N                         | 2.7911 | 0.047 | CTRL N 2, SIN N                         | 3.8185 | 0.018 |
| CTRL N 2, SIN S                         | 4.442  | 0.012 | CTRL N 2, SIN C                         | 3.9902 | 0.013 |
| CTRL N 1, SIN N                         | 7.8132 | 0.002 | CTRL N 1, SIN N                         | 7.5723 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C                         | 7.8442 | 0.001 | CTRL N 1, SIN C                         | 10.579 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S                         | 19.753 | 0.001 | CTRL N 1, SIN S                         | 11.064 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S                        | 68.426 | 0.001 | CTRL N 1, CTRL S                        | 11.449 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S                           | 5.1567 | 0.01  | SIN N, SIN S                            | 3.6509 | 0.023 |
|   |        |       | SIN N, CTRL S                           | 4.1334 | 0.018 |
|   |        |       | SIN C, SIN S                            | 3.6639 | 0.02  |
|   |        |       | SIN C, CTRL S                           | 4.1986 | 0.013 |

**Frazione proteica del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.6794 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN N    | 10.86  | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 6.5182 | 0.007 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 7.3158 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN N    | 3.4345 | 0.023 |
| CTRL N 1, SIN S    | 7.2647 | 0.003 |
| SIN N, SIN S       | 24.379 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 5.9686 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 8.1315 | 0.002 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.6157 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN N    | 12.49  | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 14.604 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 7.857  | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 9.7746 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 4.0045 | 0.011 |
| SIN N, SIN C       | 6.6763 | 0.007 |
| SIN N, CTRL S      | 5.1813 | 0.005 |
| SIN C, SIN S       | 3.3401 | 0.029 |
| SIN S, CTRL S      | 4.2698 | 0.019 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 6.8137 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN N    | 4.8483 | 0.009 |
| CTRL N 2, SIN C    | 9.9071 | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.1634 | 0.009 |
| CTRL N 1, SIN N    | 7.6863 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C    | 13.085 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.7867 | 0.008 |
| SIN N, SIN S       | 3.5606 | 0.022 |
| SIN C, SIN S       | 4.1997 | 0.016 |
| SIN S, CTRL S      | 3.8657 | 0.013 |

**Frazione proteica del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 30.924 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 5.415  | 0.007 |
| CTRL N 2, SIN C    | 7.7399 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.5066 | 0.004 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 7.7333 | 0.004 |
| CTRL N 1, SIN N    | 12.006 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 13.316 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.4936 | 0.047 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 12.231 | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 7.1884 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 3.3373 | 0.029 |
| SIN C, SIN S       | 9.0327 | 0.003 |
| SIN S, CTRL S      | 9.0637 | 0.002 |

**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 8.7805 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 4.4674 | 0.01  |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.1132 | 0.02  |
| CTRL N 1, SIN N    | 26.554 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 9.2342 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 4.9591 | 0.01  |
| CTRL N 1, CTRL S   | 14.355 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 3.0075 | 0.045 |
| SIN N, SIN S       | 11.287 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 8.88   | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 4.8923 | 0.009 |
| SIN S, CTRL S      | 4.2089 | 0.014 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 4.609  | 0.008 |
| 1, 5   | 4.3965 | 0.018 |
| 1, 6   | 2.904  | 0.047 |
| 3, 4   | 3.5797 | 0.024 |
| 3, 5   | 3.2104 | 0.025 |
| 3, 12  | 2.9588 | 0.041 |
| 4, 6   | 3.4898 | 0.025 |
| 4, 10  | 4.2701 | 0.01  |
| 4, 12  | 6.0021 | 0.002 |
| 5, 6   | 3.6647 | 0.022 |
| 5, 10  | 5.2435 | 0.005 |
| 5, 12  | 6.0414 | 0.006 |
| 6, 12  | 4.6964 | 0.008 |
| 10, 12 | 4.1843 | 0.013 |

**Frazione proteica del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 14.77  | 0.001 |
| 1, 4   | 25.005 | 0.001 |
| 1, 5   | 20.383 | 0.001 |
| 1, 6   | 51.613 | 0.001 |
| 1, 10  | 281.67 | 0.001 |
| 1, 12  | 159.86 | 0.001 |
| 3, 4   | 11.515 | 0.001 |
| 3, 5   | 9.8696 | 0.001 |
| 3, 6   | 25.44  | 0.001 |
| 3, 10  | 35.103 | 0.001 |
| 3, 12  | 35.13  | 0.001 |
| 4, 6   | 9.4069 | 0.001 |
| 4, 10  | 11.434 | 0.001 |
| 4, 12  | 12.125 | 0.001 |
| 5, 6   | 8.3553 | 0.002 |
| 5, 10  | 9.6029 | 0.001 |
| 5, 12  | 10.228 | 0.002 |
| 10, 12 | 4.303  | 0.014 |

**Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 3, 12  | 4.0039 | 0.015 |
| 4, 5   | 8.0158 | 0.002 |
| 4, 10  | 3.6919 | 0.026 |
| 4, 12  | 5.6623 | 0.004 |
| 5, 12  | 11.109 | 0.002 |
| 6, 12  | 4.4358 | 0.012 |
| 10, 12 | 7.2463 | 0.002 |

**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 5, 6   | 3.4658 | 0.028 |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 6.0451 | 0.005 |
| 1, 4   | 13.661 | 0.001 |
| 1, 5   | 4.1648 | 0.014 |
| 1, 6   | 6.3032 | 0.003 |
| 1, 10  | 11.796 | 0.002 |
| 1, 12  | 8.5301 | 0.001 |
| 3, 5   | 3.0286 | 0.038 |
| 4, 5   | 7.8029 | 0.001 |
| 5, 6   | 3.6011 | 0.023 |
| 5, 10  | 7.3905 | 0.003 |
| 5, 12  | 4.6928 | 0.014 |

**Frazione proteica del C-biopolimerico**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 4.2958 | 0.016 |
| 1, 5   | 4.6003 | 0.017 |
| 1, 10  | 3.3603 | 0.03  |
| 3, 4   | 3.9788 | 0.021 |
| 3, 5   | 6.4187 | 0.005 |
| 3, 6   | 3.7806 | 0.016 |
| 3, 10  | 5.5822 | 0.004 |
| 3, 12  | 3.0869 | 0.037 |
| 4, 5   | 3.7053 | 0.019 |
| 5, 12  | 5.1572 | 0.008 |
| 10, 12 | 4.0595 | 0.016 |

**Rapporto proteine : carboidrati**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 9.8151 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 2.7993 | 0.049 |
| CTRL N 1, SIN N    | 5.3598 | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN C    | 4.6877 | 0.018 |
| CTRL N 1, SIN S    | 8.6402 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 14.353 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 3.6639 | 0.021 |
| SIN S, CTRL S      | 5.3009 | 0.008 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.7522 | 0.028 |
| CTRL N 1, SIN N    | 4.7744 | 0.014 |
| CTRL N 1, SIN C    | 13.322 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 6.7155 | 0.007 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 4.1763 | 0.013 |
| SIN N, SIN S       | 4.1957 | 0.011 |
| SIN C, SIN S       | 3.2351 | 0.039 |

**Rapporto proteine : carboidrati**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 3.2211 | 0.041 |
| CTRL N 2, SIN N    | 6.387  | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN C    | 6.3236 | 0.003 |
| CTRL N 2, SIN S    | 2.6328 | 0.049 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 6.7568 | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN N    | 3.3423 | 0.035 |
| CTRL N 1, SIN C    | 3.4073 | 0.023 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.7419 | 0.029 |
| SIN N, SIN S       | 3.1021 | 0.044 |
| SIN C, SIN S       | 3.2037 | 0.031 |
| SIN S, CTRL S      | 3.4071 | 0.037 |

**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN C  | 6.5525 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN S  | 5.2016 | 0.007 |
| CTRL N 2, CTRL S | 4.7897 | 0.017 |
| CTRL N 1, SIN N  | 3.3603 | 0.037 |
| CTRL N 1, SIN C  | 15.471 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S  | 9.7674 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S | 7.4834 | 0.002 |
| SIN N, SIN C     | 4.2902 | 0.007 |
| SIN N, SIN S     | 3.4493 | 0.029 |
| SIN N, CTRL S    | 3.4357 | 0.027 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups           | t      | P(MC) |
|------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, SIN N  | 3.5236 | 0.023 |
| CTRL N 2, SIN C  | 3.6279 | 0.026 |
| CTRL N 2, CTRL S | 4.6015 | 0.013 |
| CTRL N 1, SIN N  | 3.6838 | 0.021 |
| CTRL N 1, SIN C  | 3.7224 | 0.022 |
| CTRL N 1, CTRL S | 4.3305 | 0.015 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 5.7429 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN C    | 10.269 | 0.002 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 11.628 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 2.8164 | 0.042 |
| CTRL N 1, SIN C    | 9.1691 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN S    | 5.068  | 0.005 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 9.3229 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 3.3506 | 0.03  |
| SIN N, CTRL S      | 3.4144 | 0.038 |
| SIN C, SIN S       | 8.3709 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 8.9583 | 0.001 |

**Rapporto proteine : carboidrati**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.3458 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN N    | 21.361 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 14     | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 4.7915 | 0.01  |
| CTRL N 1, CTRL S   | 14.667 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 3.9001 | 0.012 |
| SIN N, CTRL S      | 3.8652 | 0.013 |

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 6.3958 | 0.001 |
| 1, 5   | 4.735  | 0.015 |
| 1, 6   | 3.8592 | 0.025 |
| 1, 10  | 6.0864 | 0.005 |
| 3, 4   | 2.9234 | 0.041 |
| 4, 5   | 3.5248 | 0.023 |
| 4, 10  | 3.6289 | 0.027 |
| 4, 12  | 4.0186 | 0.02  |

**Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 24.16  | 0.001 |
| 1, 4   | 8.6477 | 0.001 |
| 1, 5   | 75.011 | 0.001 |
| 1, 6   | 5.909  | 0.007 |
| 1, 10  | 11.822 | 0.001 |
| 1, 12  | 52.188 | 0.001 |
| 3, 4   | 6.3455 | 0.005 |
| 3, 5   | 50.031 | 0.001 |
| 3, 6   | 4.9954 | 0.007 |
| 3, 10  | 10.314 | 0.001 |
| 3, 12  | 42.854 | 0.001 |
| 4, 10  | 5.1573 | 0.007 |
| 4, 12  | 6.5197 | 0.003 |
| 5, 10  | 5.0798 | 0.007 |
| 5, 12  | 16.011 | 0.001 |

**Rapporto proteine : carboidrati**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'  
Within level 'SIN N' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 5   | 4.2306 | 0.012 |
| 1, 10  | 3.4131 | 0.031 |
| 1, 12  | 5.7558 | 0.004 |
| 3, 5   | 3.1217 | 0.042 |
| 3, 10  | 2.8375 | 0.05  |
| 3, 12  | 4.5598 | 0.013 |
| 4, 5   | 2.9753 | 0.04  |
| 4, 10  | 2.8217 | 0.044 |
| 4, 12  | 3.9838 | 0.012 |
| 6, 12  | 3.0344 | 0.041 |

**Within level 'SIN C' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 2.8547 | 0.045 |
| 3, 5   | 4.7327 | 0.014 |
| 3, 10  | 6.0337 | 0.005 |

**Within level 'SIN S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 5.6377 | 0.005 |
| 1, 4   | 4.4314 | 0.01  |
| 1, 6   | 3.0409 | 0.024 |
| 1, 10  | 8.7122 | 0.002 |
| 1, 12  | 3.0016 | 0.041 |
| 3, 5   | 4.4412 | 0.012 |
| 4, 5   | 3.4228 | 0.023 |
| 5, 10  | 6.1402 | 0.005 |

**Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 4   | 2.6846 | 0.042 |
| 1, 5   | 2.6656 | 0.048 |
| 1, 6   | 3.2545 | 0.03  |
| 1, 10  | 5.3935 | 0.008 |
| 3, 5   | 2.9272 | 0.037 |
| 3, 6   | 3.1201 | 0.037 |
| 3, 10  | 3.2655 | 0.035 |

**Qualità nutrizionale (multivariata)**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'  
Within level '1' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 17.108 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 2.8282 | 0.047 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.3769 | 0.01  |
| CTRL N 2, CTRL S   | 10.8   | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN N    | 8.131  | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C    | 7.9775 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 17.863 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 34.946 | 0.001 |
| SIN N, CTRL S      | 7.8017 | 0.002 |
| SIN C, CTRL S      | 6.7447 | 0.001 |
| SIN S, CTRL S      | 16.895 | 0.001 |

**Within level '3' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 9.8548 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 3.3793 | 0.019 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.882  | 0.017 |
| CTRL N 1, SIN N    | 6.87   | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN C    | 7.8105 | 0.005 |
| CTRL N 1, SIN S    | 9.3209 | 0.001 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 10.045 | 0.001 |
| SIN N, SIN S       | 3.4008 | 0.021 |
| SIN N, CTRL S      | 4.083  | 0.01  |
| SIN C, SIN S       | 3.7211 | 0.013 |
| SIN C, CTRL S      | 4.6255 | 0.005 |

**Within level '4' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 5.1134 | 0.005 |
| CTRL N 2, SIN N    | 7.8144 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 6.3221 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN S    | 2.8398 | 0.04  |
| CTRL N 2, CTRL S   | 6.5592 | 0.003 |
| CTRL N 1, SIN C    | 2.3959 | 0.037 |
| CTRL N 1, SIN S    | 4.1742 | 0.007 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 3.5759 | 0.018 |
| SIN N, SIN S       | 7.6805 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 4.3682 | 0.007 |
| SIN C, SIN S       | 5.7248 | 0.005 |
| SIN S, CTRL S      | 7.4202 | 0.002 |

**Qualità nutrizionale (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '5' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 5.0219 | 0.004 |
| CTRL N 2, SIN N    | 5.733  | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN C    | 8.1297 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.7652 | 0.001 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 7.5712 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN C    | 2.9865 | 0.039 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 4.0592 | 0.008 |
| SIN N, SIN C       | 5.0538 | 0.005 |
| SIN N, CTRL S      | 4.7241 | 0.006 |
| SIN S, CTRL S      | 3.832  | 0.021 |

**Within level '6' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 4.0481 | 0.008 |
| CTRL N 2, SIN N    | 4.0742 | 0.009 |
| CTRL N 2, SIN C    | 3.5057 | 0.012 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 4.7244 | 0.006 |
| CTRL N 1, SIN N    | 6.9403 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 6.1109 | 0.002 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 5.9334 | 0.004 |
| SIN N, SIN S       | 3.4041 | 0.028 |
| SIN N, CTRL S      | 2.8931 | 0.031 |
| SIN C, SIN S       | 3.1259 | 0.014 |
| SIN C, CTRL S      | 3.3377 | 0.021 |
| SIN S, CTRL S      | 4.3988 | 0.008 |

**Within level '10' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 8.0026 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN N    | 6.2733 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN C    | 7.5799 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.6367 | 0.007 |
| CTRL N 2, CTRL S   | 6.174  | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN N    | 9.2408 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 11.645 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN S    | 2.4365 | 0.038 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 9.2238 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 3.4288 | 0.005 |
| SIN N, SIN S       | 7.9157 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 4.7615 | 0.006 |
| SIN C, SIN S       | 9.4684 | 0.002 |
| SIN S, CTRL S      | 7.7281 | 0.001 |

**Qualità nutrizionale (multivariata)**  
**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'transetto'**  
**Within level '12' of factor 'profondità'**

| Groups             | t      | P(MC) |
|--------------------|--------|-------|
| CTRL N 2, CTRL N 1 | 7.9209 | 0.002 |
| CTRL N 2, SIN N    | 9.0285 | 0.001 |
| CTRL N 2, SIN S    | 4.0103 | 0.015 |
| CTRL N 1, SIN N    | 22.956 | 0.001 |
| CTRL N 1, SIN C    | 7.3714 | 0.002 |
| CTRL N 1, SIN S    | 5.3896 | 0.004 |
| CTRL N 1, CTRL S   | 13.456 | 0.001 |
| SIN N, SIN C       | 7.6928 | 0.002 |
| SIN N, SIN S       | 15.155 | 0.002 |
| SIN N, CTRL S      | 15.676 | 0.001 |
| SIN C, SIN S       | 4.145  | 0.009 |
| SIN S, CTRL S      | 3.9746 | 0.026 |

**Qualità nutrizionale (multivariata)**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**  
**Within level 'CTRL N 2' of factor 'transetto'**

| Groups | t      | P(MC) |
|--------|--------|-------|
| 1, 3   | 2.7007 | 0.016 |
| 1, 4   | 4.7283 | 0.007 |
| 1, 5   | 4.3603 | 0.005 |
| 1, 6   | 4.2697 | 0.006 |
| 1, 10  | 5.313  | 0.002 |
| 1, 12  | 4.0797 | 0.011 |
| 3, 4   | 3.1178 | 0.025 |
| 3, 12  | 3.2006 | 0.025 |
| 4, 6   | 2.8298 | 0.041 |
| 4, 10  | 4.1791 | 0.018 |
| 4, 12  | 5.6843 | 0.005 |
| 5, 10  | 2.6626 | 0.024 |
| 5, 12  | 4.7061 | 0.004 |
| 6, 12  | 4.0246 | 0.006 |
| 10, 12 | 3.7751 | 0.02  |

**Qualità nutrizionale (multivariata)**

**Term 'trxpr' for pairs of levels of factor 'profondità'**

| <b>Within level 'CTRL N 1' of factor 'transetto'</b> |          |              | <b>Within level 'SIN C' of factor 'transetto'</b> |          |              |
|--|----------|--------------|---|----------|--------------|
| <b>Groups</b>  | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> | <b>Groups</b>                                     | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> |
| 1, 3   | 8.3642   | 0.002        | 1, 3  | 3.0487   | 0.017        |
| 1, 4   | 10.219   | 0.001        | 1, 4  | 2.6281   | 0.016        |
| 1, 5   | 18.133   | 0.001        | 1, 5  | 2.8489   | 0.008        |
| 1, 6   | 33.8     | 0.001        | 1, 10   | 3.8689   | 0.002        |
| 1, 10  | 38.559   | 0.001        | 1, 12   | 2.4615   | 0.031        |
| 1, 12  | 56.489   | 0.001        | 3, 10   | 2.4318   | 0.039        |
| 3, 4   | 4.6572   | 0.002        | 5, 10   | 2.4501   | 0.023        |
| 3, 5   | 7.4903   | 0.003        | 6, 10   | 2.5096   | 0.039        |
| 3, 6   | 13.232   | 0.001        |   |          |              |
| 3, 10  | 13.816   | 0.001        |   |          |              |
| 3, 12  | 14.105   | 0.001        |   |          |              |
| 4, 6   | 5.3677   | 0.003        |   |          |              |
| 4, 10  | 5.68     | 0.004        |   |          |              |
| 4, 12  | 5.325    | 0.001        |   |          |              |
| 5, 6   | 7.7741   | 0.002        |   |          |              |
| 5, 10  | 8.4276   | 0.002        |   |          |              |
| 5, 12  | 9.7345   | 0.001        |   |          |              |
| 6, 12  | 3.3672   | 0.008        |   |          |              |
| 10, 12   | 4.9909   | 0.007        |   |          |              |

| <b>Within level 'SIN N' of factor 'transetto'</b> |          |              | <b>Within level 'SIN S' of factor 'transetto'</b> |          |              |
|---|----------|--------------|---|----------|--------------|
| <b>Groups</b>                                     | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> | <b>Groups</b>                                     | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> |
| 1, 3  | 3.087    | 0.025        | 1, 3  | 6.4363   | 0.002        |
| 1, 4  | 5.1301   | 0.001        | 1, 4  | 14.311   | 0.001        |
| 1, 5  | 4.2816   | 0.004        | 1, 5  | 6.5105   | 0.004        |
| 1, 6  | 3.6859   | 0.004        | 1, 6  | 7.0183   | 0.002        |
| 1, 10   | 6.539    | 0.002        | 1, 10   | 12.599   | 0.001        |
| 1, 12   | 10.111   | 0.001        | 1, 12   | 9.3276   | 0.003        |
| 3, 4  | 2.9498   | 0.016        | 3, 5  | 3.2556   | 0.011        |
| 3, 10   | 4.464    | 0.006        | 4, 5  | 5.1982   | 0.002        |
| 3, 12   | 10.136   | 0.001        | 4, 10   | 2.4189   | 0.045        |
| 4, 5  | 4.3886   | 0.004        | 5, 6  | 3.3006   | 0.016        |
| 4, 6  | 2.4861   | 0.033        | 5, 10   | 6.0076   | 0.003        |
| 4, 12   | 6.8402   | 0.001        | 5, 12   | 4.0743   | 0.007        |
| 5, 10   | 5.6992   | 0.002        |   |          |              |
| 5, 12   | 16.808   | 0.001        |   |          |              |
| 6, 10   | 3.7002   | 0.007        |   |          |              |
| 6, 12   | 9.5749   | 0.001        |   |          |              |
| 10, 12  | 6.7642   | 0.001        |   |          |              |

| <b>Within level 'CTRL S' of factor 'transetto'</b> |          |              |
|--|----------|--------------|
| <b>Groups</b>                                      | <b>t</b> | <b>P(MC)</b> |
| 1, 3   | 8.7615   | 0.001        |
| 1, 4   | 9.9848   | 0.001        |
| 1, 5   | 7.3694   | 0.001        |
| 1, 10  | 6.3531   | 0.003        |
| 1, 12  | 11.663   | 0.001        |
| 3, 4   | 3.9359   | 0.021        |
| 3, 5   | 6.1308   | 0.003        |
| 3, 6   | 5.105    | 0.002        |
| 3, 10  | 5.195    | 0.003        |
| 3, 12  | 3.3376   | 0.034        |
| 4, 5   | 3.48     | 0.015        |
| 4, 6   | 3.7773   | 0.009        |
| 5, 6   | 3.1059   | 0.012        |
| 5, 12  | 4.7698   | 0.007        |
| 6, 10  | 2.8621   | 0.027        |
| 6, 12  | 3.9226   | 0.012        |
| 10, 12   | 3.4075   | 0.017        |



## RINGRAZIAMENTI

Non è sempre facile scrivere i ringraziamenti perché c'è sempre il rischio di dimenticare qualcuno che, in un modo o nell'altro, mi ha aiutato in questo percorso meraviglioso e tortuoso al contempo.

Per cui cercherò di andare con ordine e non lasciare indietro nessuno.

Non me ne voglia nessuno, ma il primo “GRAZIEEEEEEE!!!!” va alla mia famiglia, che ha sempre creduto in me e che ha sempre sopportato la mia lontananza. So di essere una figlia un po' particolare: ho scelto di andare via di casa, appena ho potuto; non torno quasi mai da voi e, quando lo faccio, spesso si arriva a litigare e si rovinano quegli unici attimi di condivisione; a volte sono poco presente e spesso troppo stanca e presa dalle mie “cose”, che mi dimentico di essere prima di tutto FIGLIA!

Mi rivolgo, in particolare, a mamma: senza il tuo supporto, quest'anno sarebbe stato più complicato di quanto non lo fosse già, hai sempre trovato le parole giuste da usare al momento giusto, che fossero un rimprovero o un complimento, ma erano quelle che in quel momento dovevo e meritavo di ascoltare. Non ti sei mai tirata indietro e anche quando eri al limite delle forze, il tuo ESSERE MADRE non ti permetteva di prenderti una pausa da NOI FIGLIE. So che non vuoi che io dica quello che sto per scrivere, ma è quello che non smetterò mai di pensare: “Spero, un domani, di riuscire ad essere una madre almeno un decimo di quello che sei stata tu con me!” Sei il mio faro e da futura biologa marina, quale sarò, so quanto i fari siano fondamentali! Però, come dici tu: “L'amore e il sostegno non possono essere solo dati, è fondamentale anche riceverli altrimenti ci si scarica ed è estremamente difficile ricaricarsi da solo”. Non so quanto io sia stata in grado di aiutarti a distanza, ma i nostri abbracci rigeneranti sono sempre arrivati a destinazione, soprattutto i tuoi! Ma, nonostante tutto, io e te siamo e rimarremo sempre... UN CUORE SOLO!

GRAZIE Eugy che ti prendi cura di mamma e che le stai accanto anche per me! A volte capita che tra di voi non sia sempre tutto rose e fiori e che io debba intervenire per cercare di riconciliarvi, ma senza di te, Lucy, credo che tutto sarebbe meno colorato e luminoso! Ogni volta che ti rivedo, mi ritrovo davanti una ragazza sempre migliore, stai diventando grande e io non riesco a vivermi appieno questa tua crescita, ma so che, anche senza di me, te la sei cavata e caverai sempre! Per quel poco che posso fare, sappi che su di me potrai contare sempre e, ovunque sarò, troveremo un momento nostro, in cui tutto quello che ci circonda sarà solo il contorno. Ti voglio tanto bene e mi rendi sempre molto orgogliosa di te!!

A papà: il nostro rapporto non è sempre stato dei migliori, abbiamo avuto momenti molto difficili, ma non posso non volerti bene! Quest'anno è stato particolarmente complicato per te, ma credo che il supporto che io, Eugy e mamma ti abbiamo dato, malgrado tutto, ti possa essere servito! Dovremmo cercare di ascoltarci e parlare di più. So che non è facile, ma dovremmo almeno provarci.

Ringrazio la Prof.ssa Corinaldesi che ha creduto in me e mi ha affidato questo lavoro di tesi, inserendomi in questo progetto così importante.

Un ringraziamento speciale va a Silvia che è stata più di una tutor, è stata una zia per me. Mi hai aiutata sempre: sei stata sempre super disponibile e presente nel mio lavoro di tesi, ma lo sei stata ancora di più durante i momenti di sconforto e difficoltà che si sono presentati quest'anno. Non mi hai mai negato un sorriso e mi hai sempre spronata, motivandomi continuamente, anche quando sul tuo viso traspariva una stanchezza enorme. Mi hai insegnato quanto sia importante credere nelle

proprie capacità e che non bisogna mai farsi scappare le occasioni che la vita ti porge. Sei una tosta e sono stata molto fortunata ad averti avuta al mio fianco in questo breve, ma intenso viaggio!

GRAZIE a tutti i ragazzi e le ragazze del laboratorio, siete stati compagni indimenticabili. Abbiamo riso, scherzato e chiacchierato tantissimo, mi avete aiutata a crescere e a capire cosa vuol dire lavorare in un team e in un laboratorio frenetico. Mi avete mostrato il valore dell'amicizia e dell'altruismo, mi avete aperto gli occhi di fronte alle difficoltà che si devono affrontare nel nostro mestiere, che credo sia il migliore del mondo!

Non mi stancherò mai di ringraziare le persone che, con me, hanno intrapreso questo viaggio: Chiara, Giorgia, Luca, Maila e Martina. Siete stati e sarete un gruppo fondamentale. Sono orgogliosa di quello che in questi due anni abbiamo costruito: una VERA AMICIZIA! Risate, pianti, felicità, rabbia, prese in giro, rimproveri, non potevo desiderare di più da noi! Mi avete sempre sostenuta e siete sempre, ma proprio sempre, stati pronti ad ascoltarmi. So che sono una persona difficile, ma voi non vi siete mai tirati indietro.

GRAZIE Tommaso, che nonostante l'enorme cambiamento che è avvenuto nelle nostre vite, hai continuato a volermi bene e a prenderti cura di me! Sei veramente speciale e sono felice del rapporto unico che, nel tempo, si è creato tra di noi!

A tutte le persone che ho avuto l'onore e il piacere di incrociare nel mio cammino, vorrei dire che in un modo o nell'altro, hanno contribuito a farmi crescere e a formare la persona che sono fiera di ammirare allo specchio.

Finalmente è arrivato il momento di chiudere un capitolo della mia vita e di potermi immergere in quello che il futuro sta aspettando di propormi.