

***REPORT ANNUALE DESCRITTIVO DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO
ON-SHORE E OFF-SHORE***

Periodo di riferimento: Novembre 2019 ÷ Ottobre 2020

Allegato T

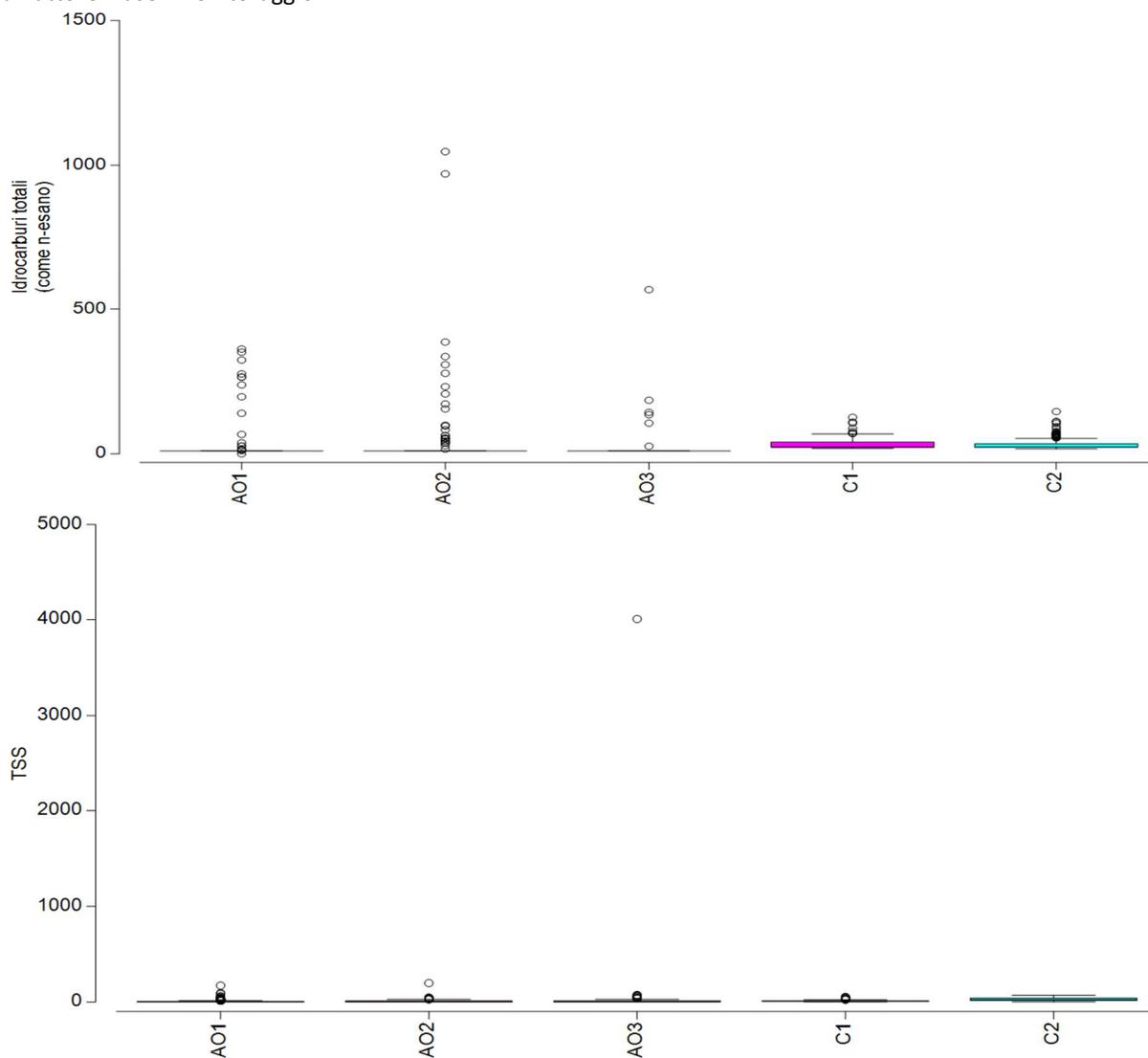
**Esito analisi statistica applicata ai risultati analisi monitoraggio colonna d'acqua
(novembre 2015 ÷ ottobre 2020)**

ESITO ANALISI STATISTICA APPLICATA AI RISULTATI ANALISI MONITORAGGIO COLONNA D'ACQUA (NOVEMBRE 2015 ÷ OTTOBRE 2020)

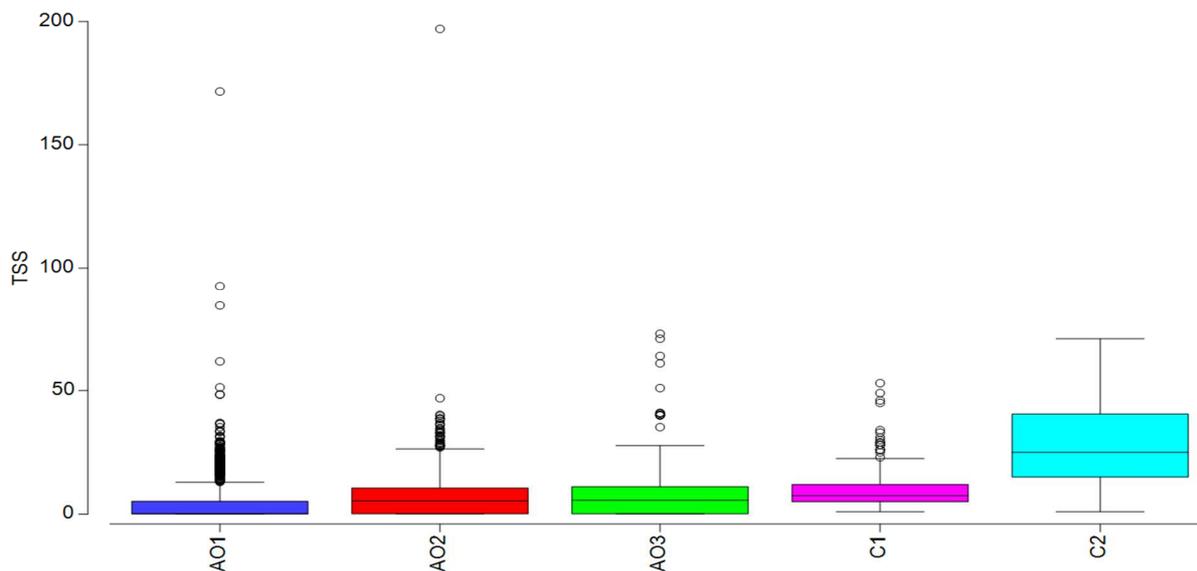
Le specifiche metodologiche e i presupposti di trattamento dei dati sono riportati in Allegato L, cui si rimanda. Le molecole non determinate in nessuna fase per nessun campione, se presenti, sono state eliminate dalla rappresentazione statistica multivariata in quanto non normalizzabili.

Si riportano a seguire (Figura 1) le rappresentazioni Box-Whiskers relativi alle variabili considerate su tutti i campioni oggetto di analisi per la colonna d'acqua ed elaborati in modo raggruppato rispetto al fattore "fase" monitoraggio. In blu è evidenziata la fase ante operam (AO1), in rosso la fase ante operam (AO2), in verde la fase ante operam (AO3), in viola la fase in itinere (C1) e in azzurro la fase in itinere (C2).

Figura 1 – Box-Whiskers relativi alle variabili considerate su tutti i campioni elaborati in modo raggruppato rispetto al fattore "fase" monitoraggio.

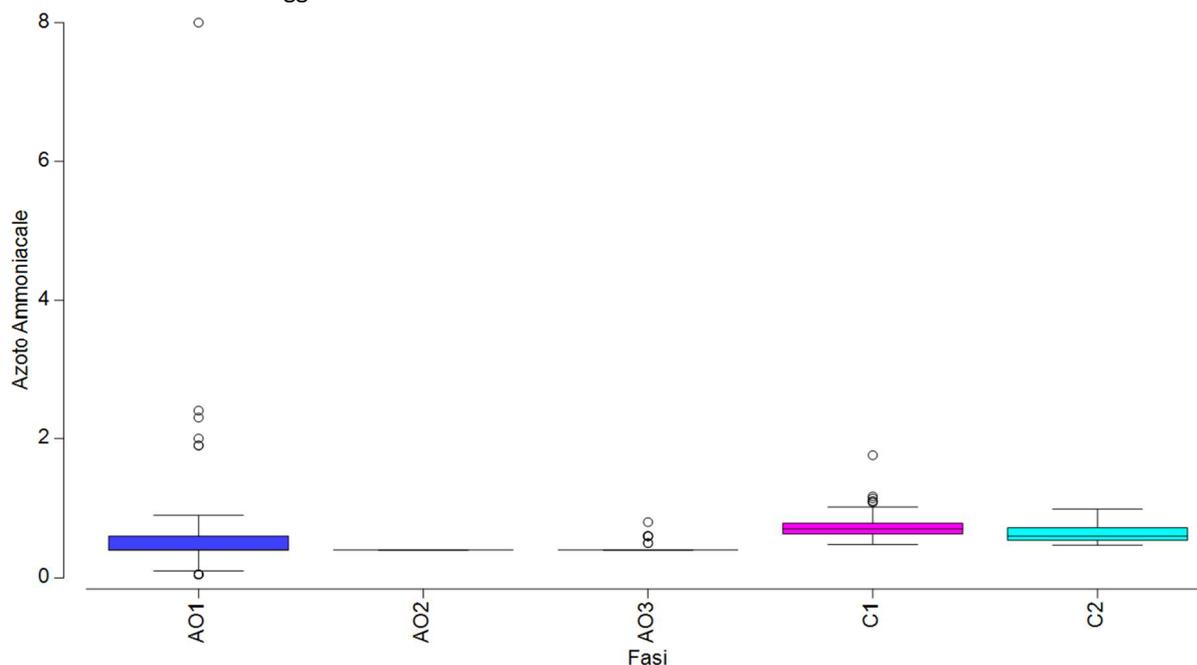


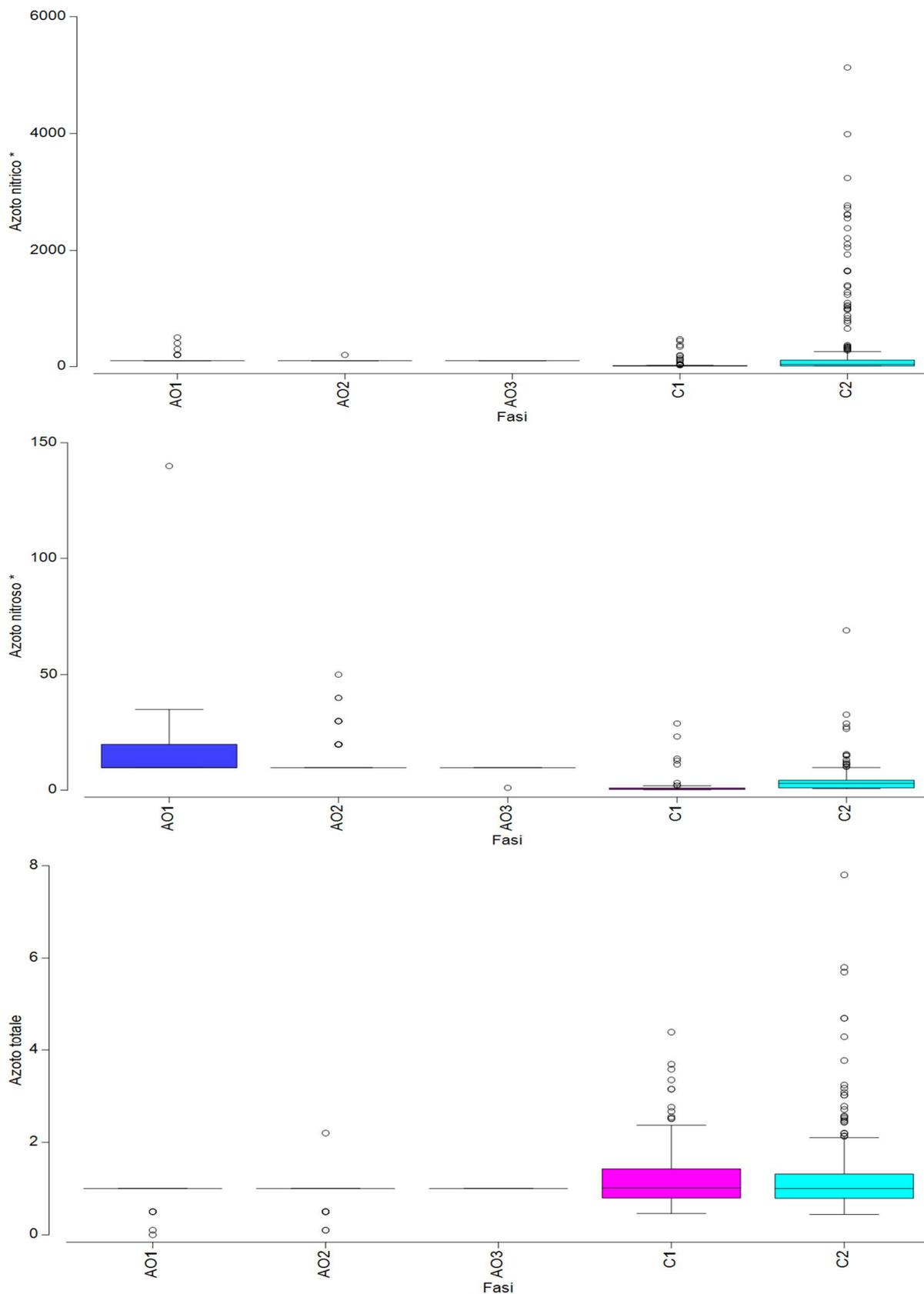
Si riporta sotto la rappresentazione dei TSS dopo l'eliminazione dell'outlayer in fase AO3 che determinava uno schiacciamento eccessivo della rappresentazione box-plot per questa variabile.

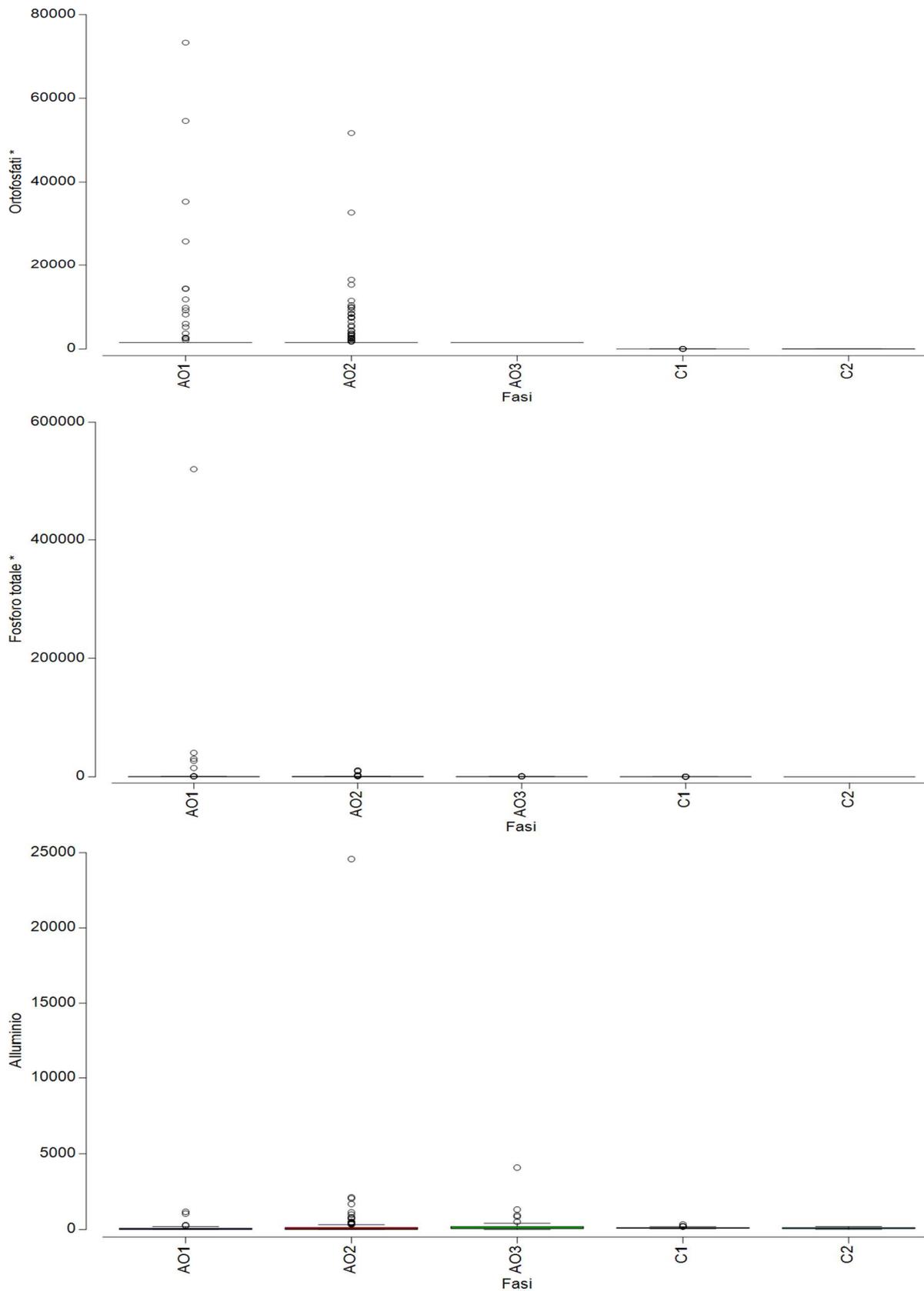


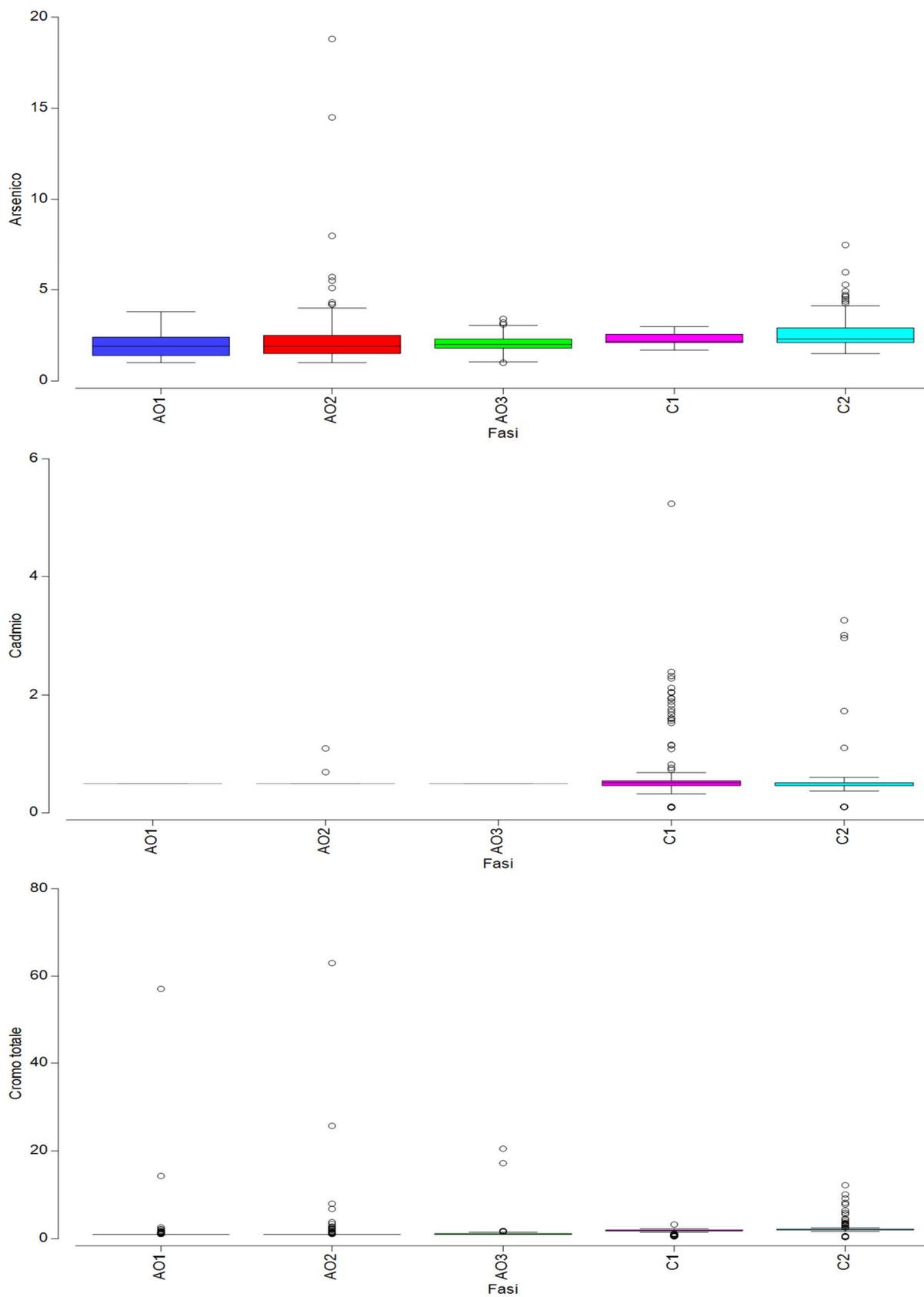
Si riportano di seguito le rappresentazioni Box-Whiskers relativi alle variabili considerate delle analisi chimiche della colonna d'acqua su una percentuale dei campioni totali prelevati (crf. Allegato S) elaborati in modo raggruppato rispetto al fattore "fase" monitoraggio (Figura 2). In blu è evidenziata la fase ante operam (AO1), in rosso la fase ante operam (AO2), in verde la fase ante operam (AO3), in viola la fase in itinere (C1) e in azzurro la fase in itinere (C2). Gli andamenti delle variabili (fluttuazioni rispetto all'asse y) sono espressi nella stessa unità di misura riportata in Allegato S per la variabile rappresentata.

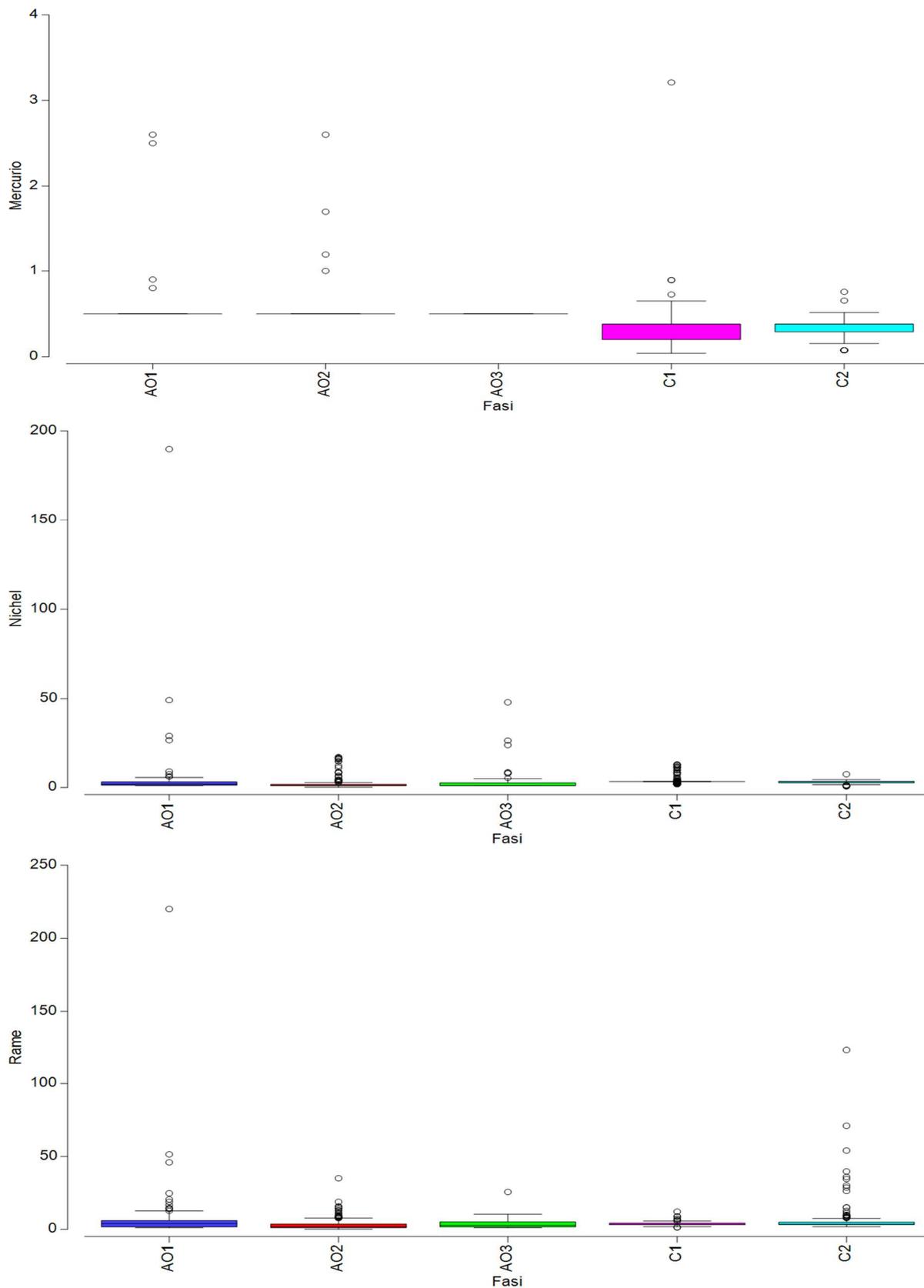
Figura 2 - Box-Whiskers relativi alle variabili considerate su alcuni campioni, elaborati in modo raggruppato rispetto al fattore "fase" monitoraggio.

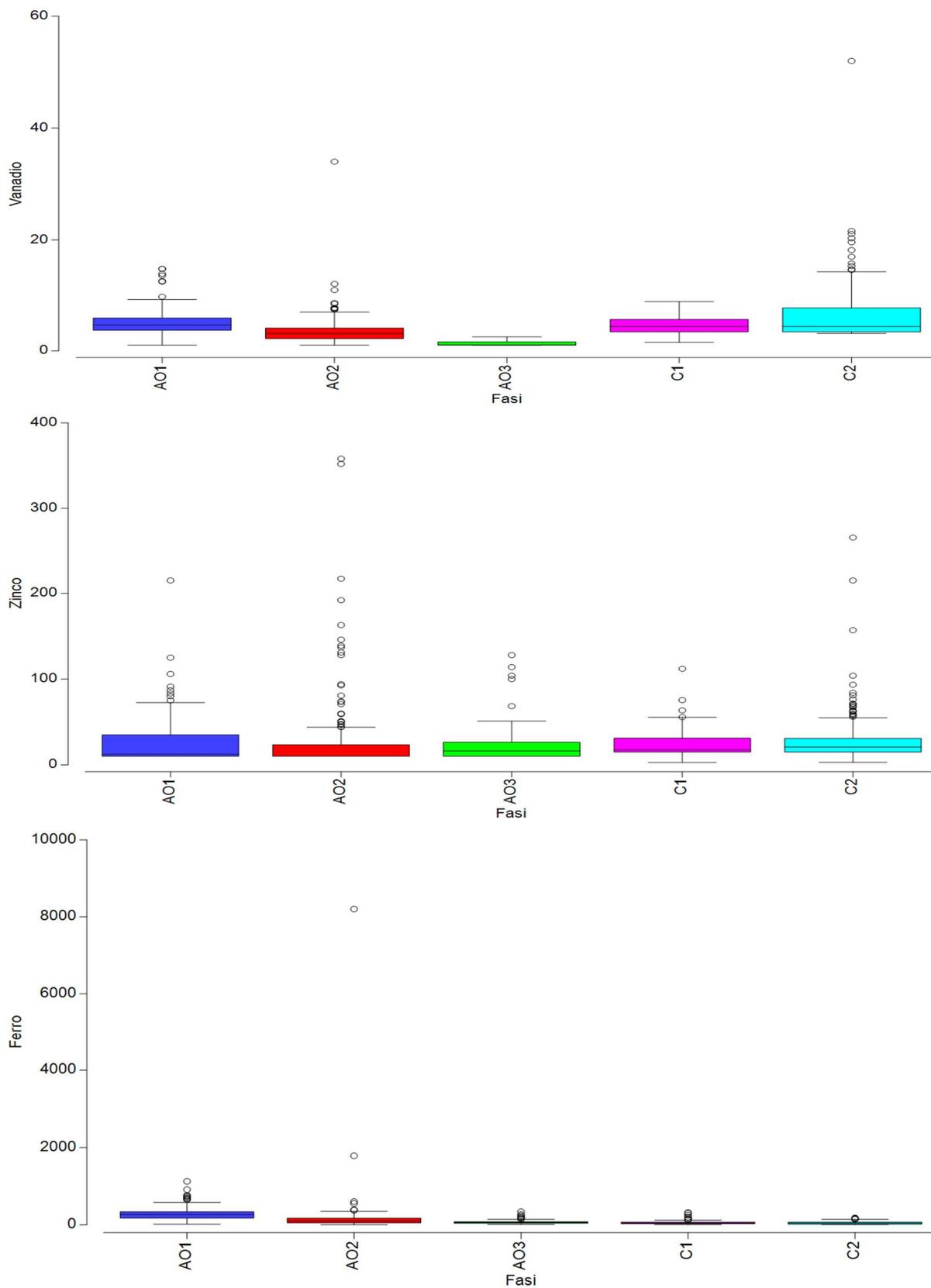


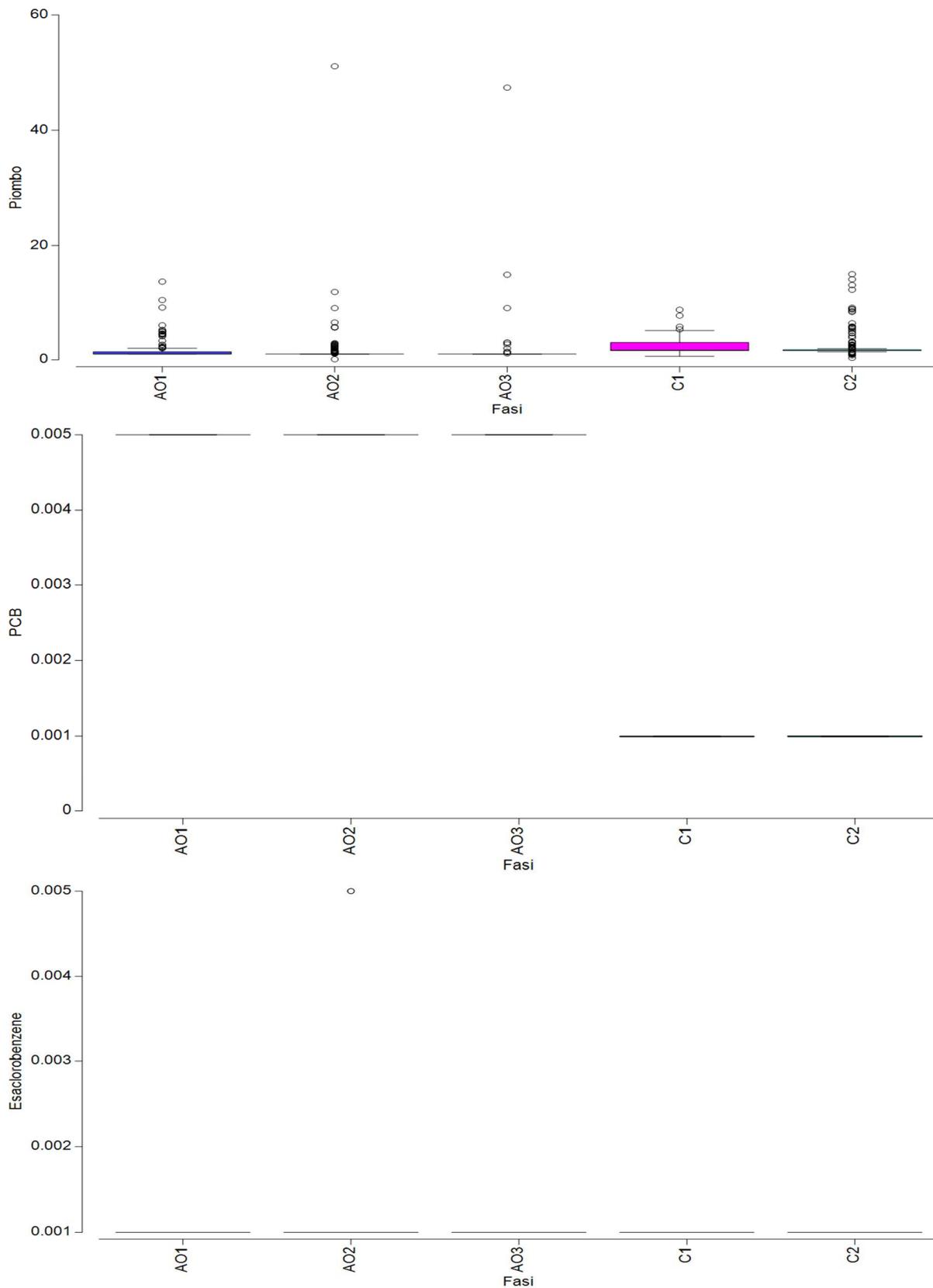


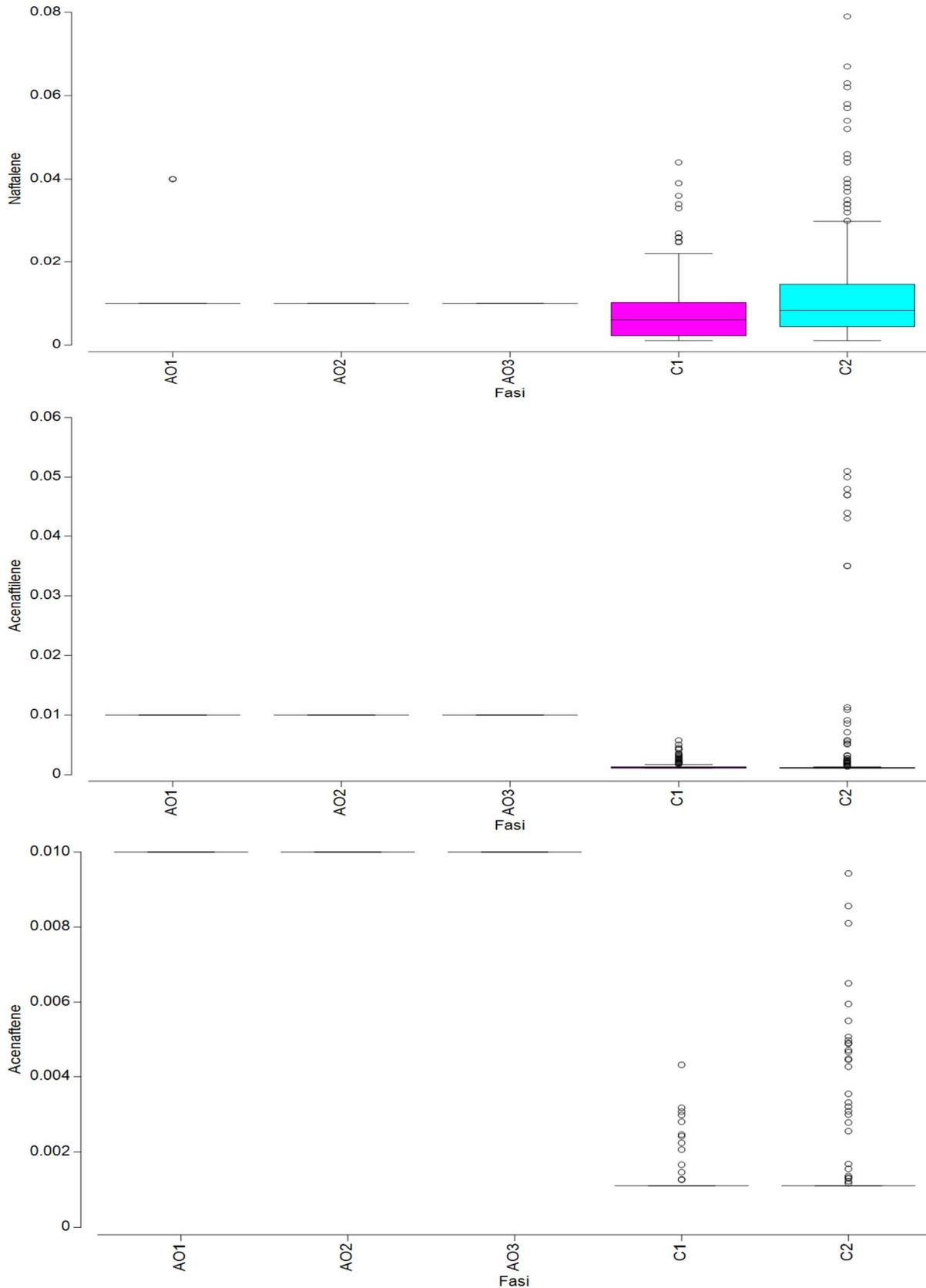


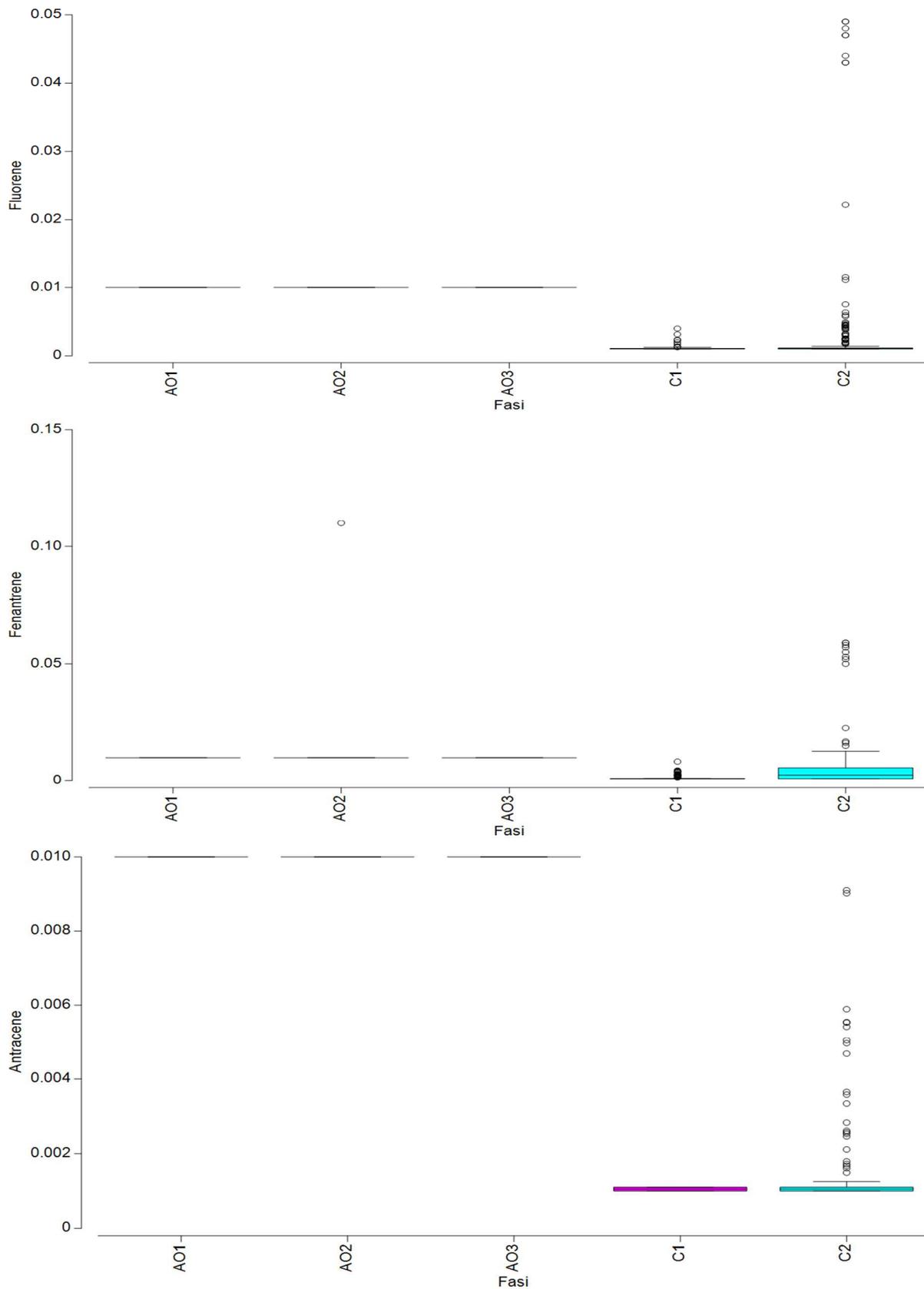


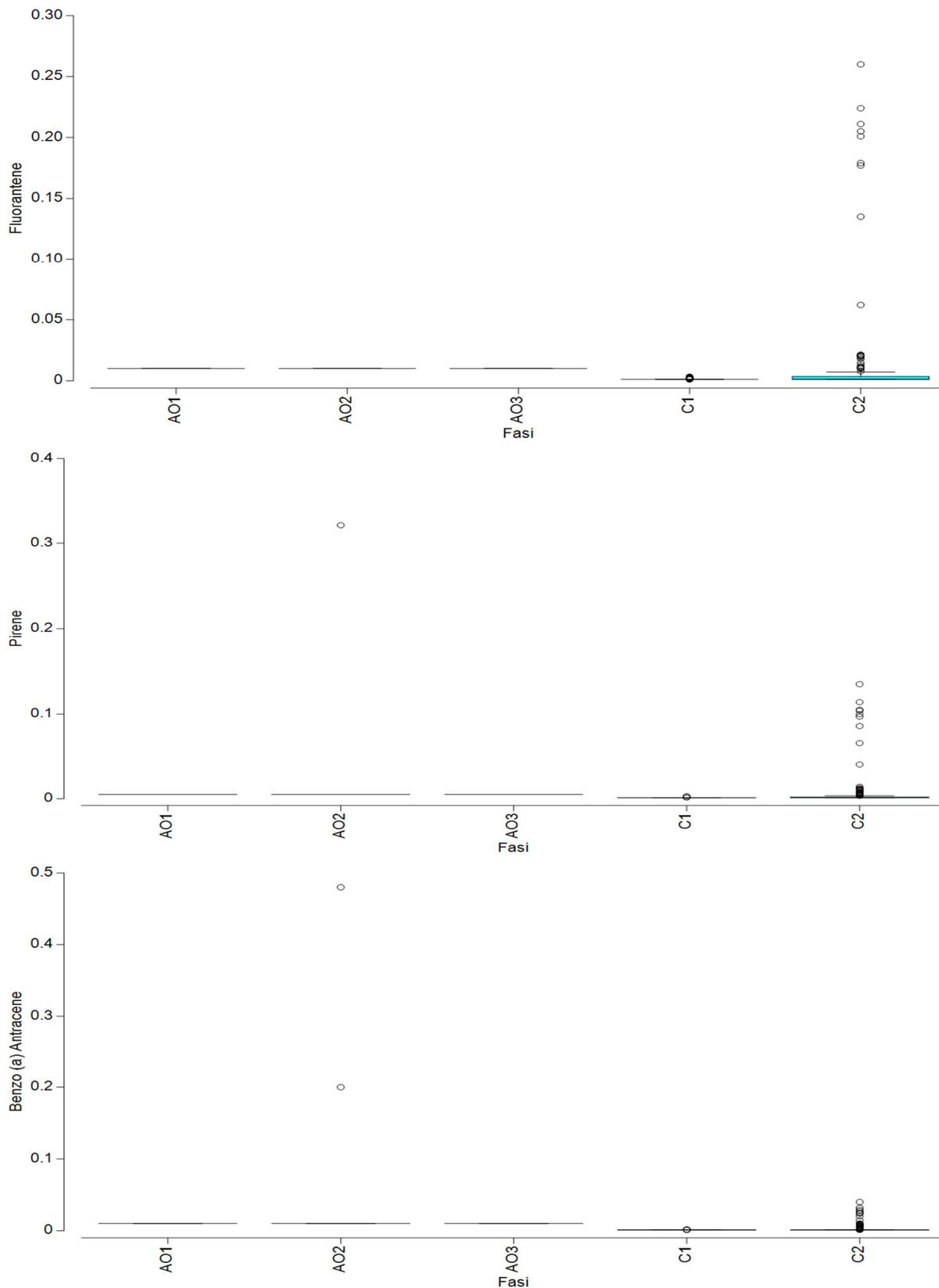


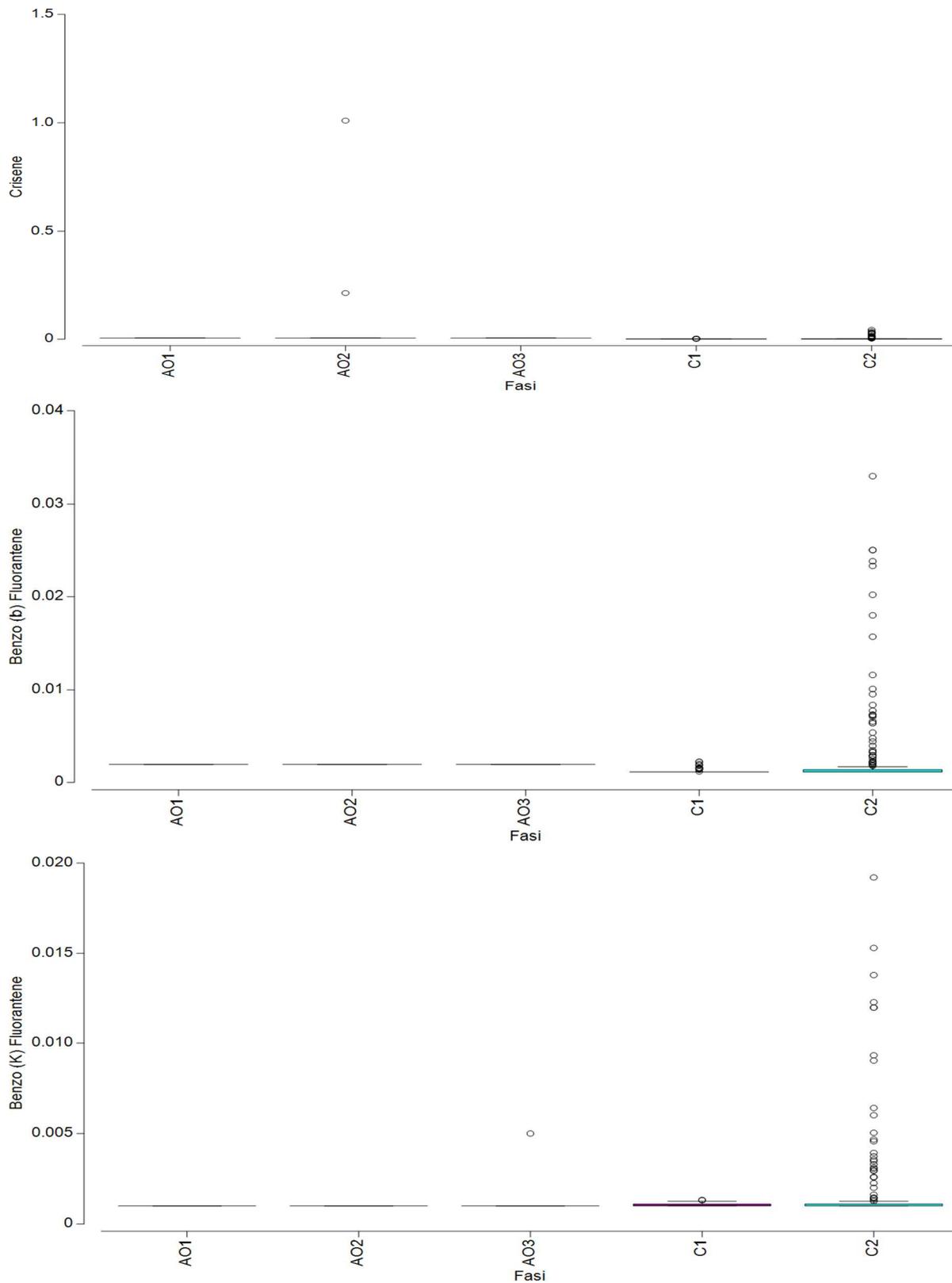


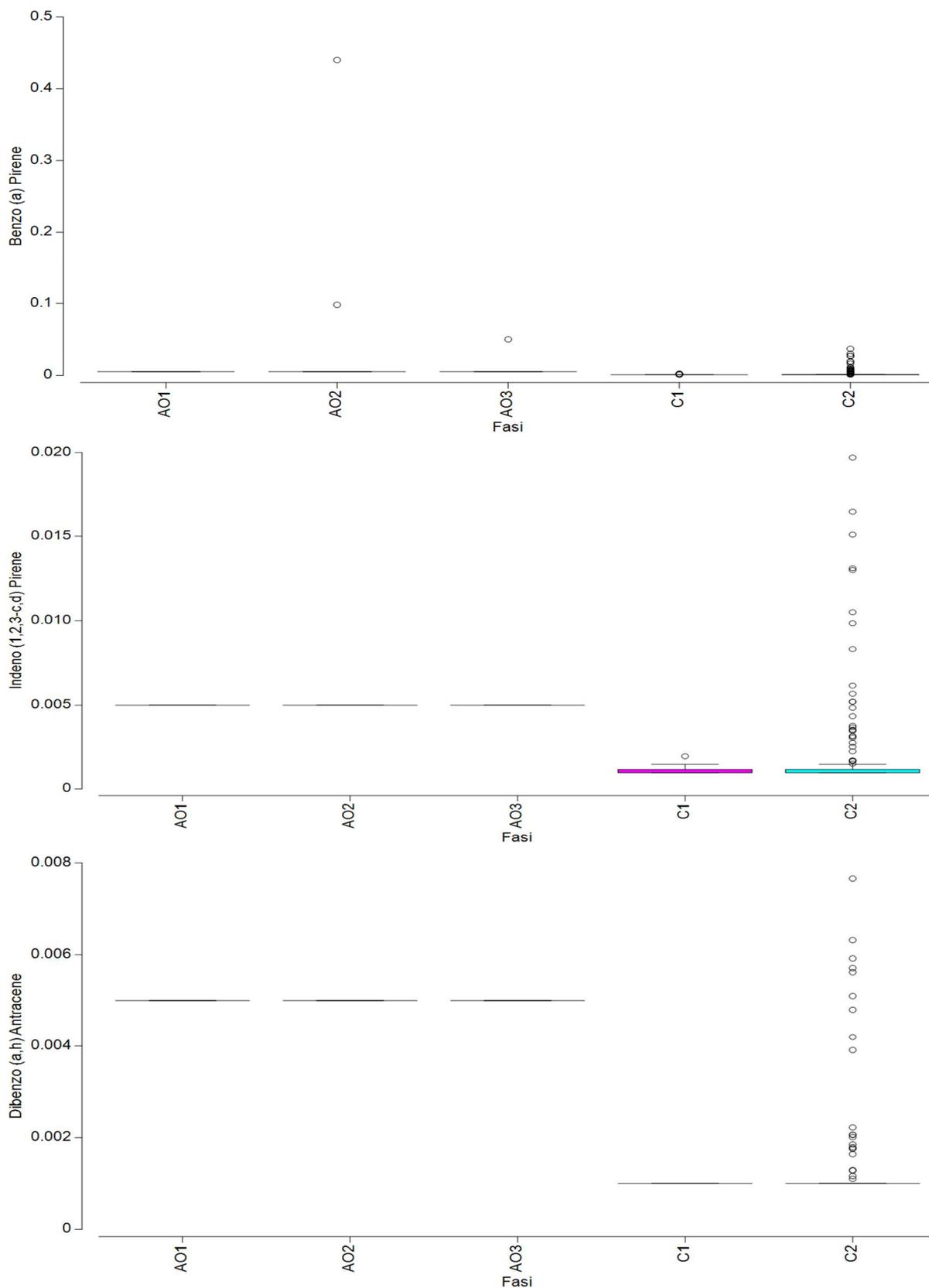


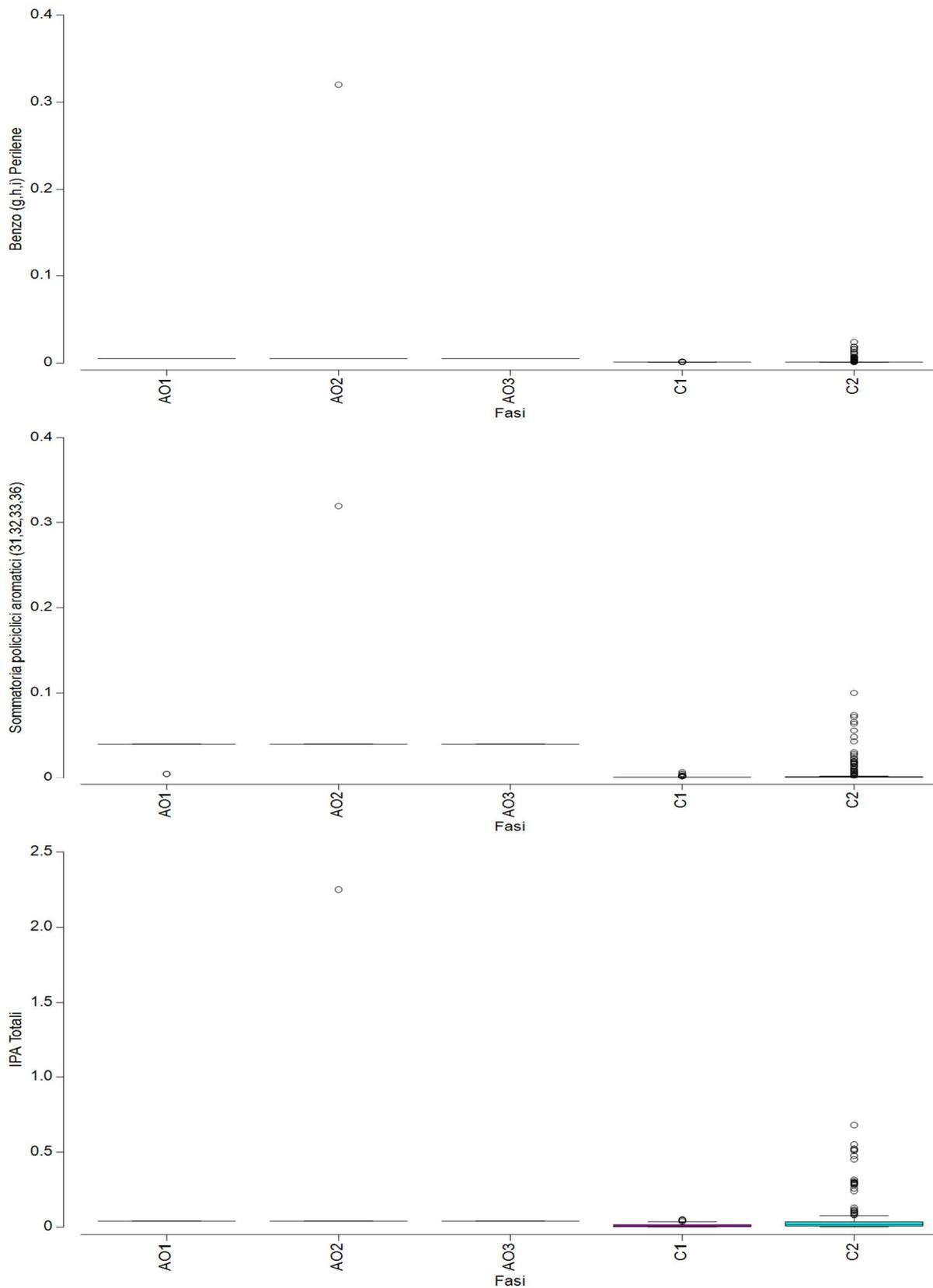


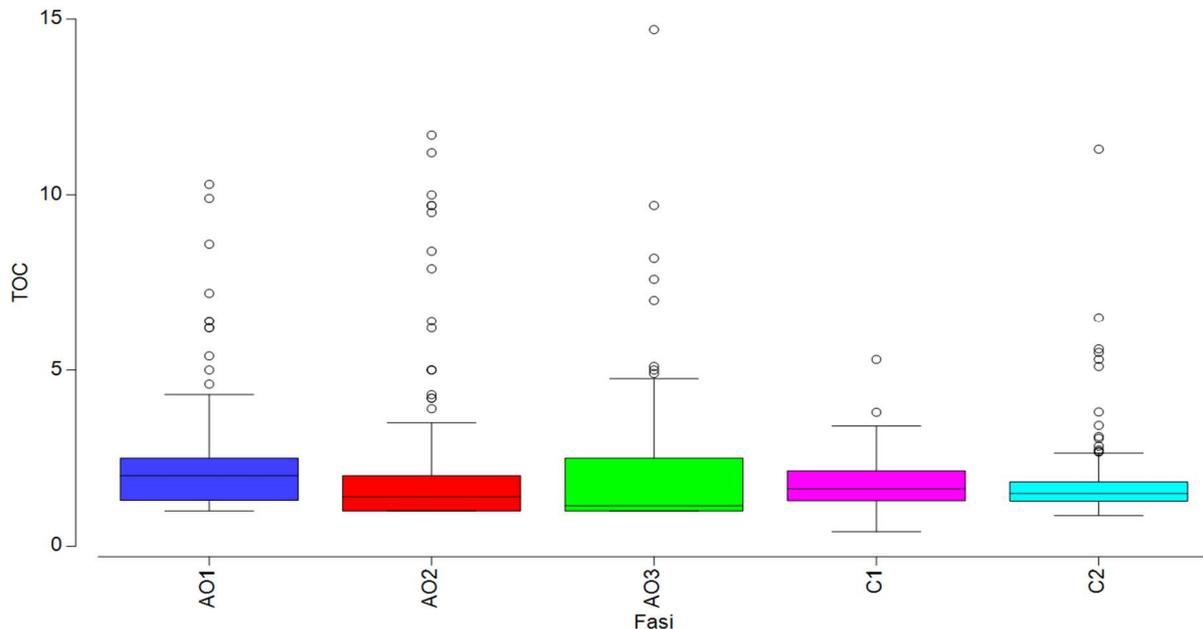












Relativamente alla statistica multivariata condotta sulle variabili la Principal Component Analyses (PCA) è riportata nella Figura 3. La PCA ha evidenziato una percentuale di varianza cumulativa spiegata dai primi tre assi del 54,2% distribuita per il 36,1% al primo asse, per il 12,2% al secondo asse e per il 5,9% al terzo asse. La rappresentazione bidimensionale approssima, poco meno del 50% della variabilità complessiva del sistema considerato (48,3%). I coefficienti nelle combinazioni lineari delle variabili che compongono i PC (*Eigenvectors*) sono riportati in Tabella 1.

Figura 3 - PCA relativi ai primi due assi, in blu i vettori e la loro relazione con gli assi di riferimento. Le icone colorate rappresentano la posizione multidimensionale reciproca delle stazioni di monitoraggio in relazione alle variabili considerate. Le forme colorate indicano il fattore "fase".

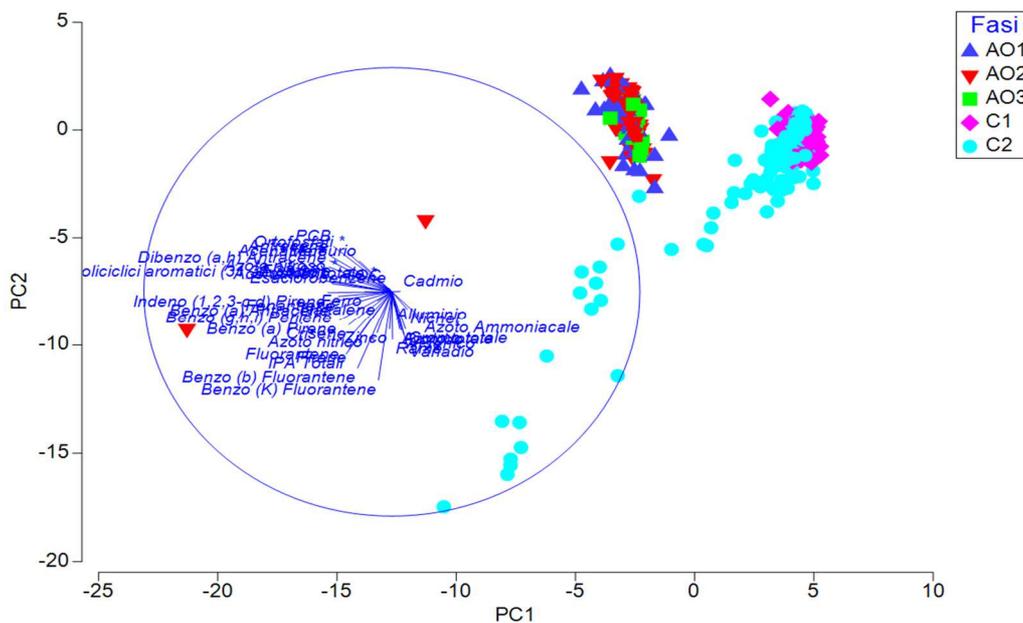
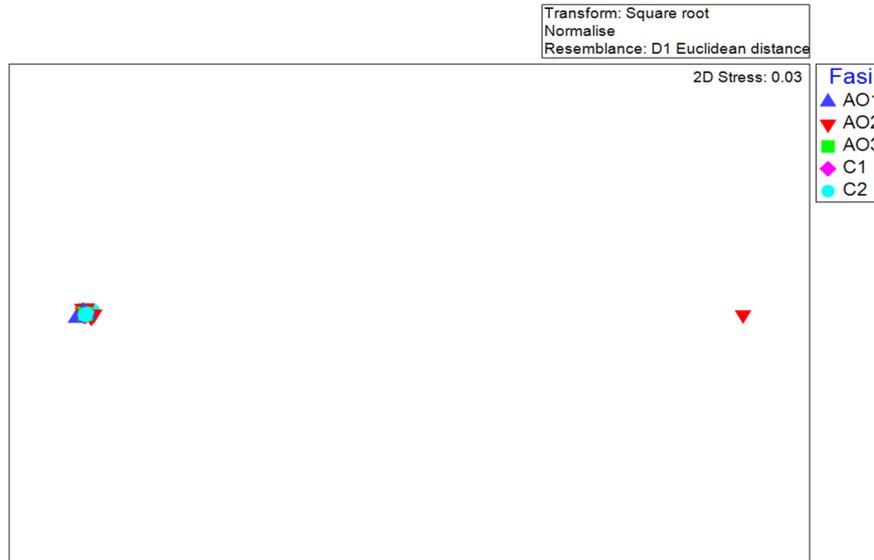


Tabella 1 - Eigenvectors della PCA relativi ai primi tre assi.

Variabile	PC1	PC2	PC3
Azoto Ammoniacale	0,120	-0,121	0,105
Azoto nitrico	-0,060	-0,186	-0,030
Azoto nitroso	-0,213	0,073	0,001
Azoto totale	0,032	-0,170	-0,016
Ortofosfati	-0,181	0,177	-0,030
Fosforo totale	-0,054	0,039	-0,148
Alluminio	0,009	-0,063	-0,171
Arsenico	0,048	-0,193	-0,208
Cadmio	0,034	0,002	-0,035
Cromo totale	0,055	-0,168	-0,177
Mercurio	-0,131	0,137	-0,128
Nichel	0,062	-0,079	-0,238
Rame	0,003	-0,215	-0,275
Vanadio	0,058	-0,229	-0,247
Zinco	-0,009	-0,169	-0,302
Ferro	-0,110	0,000	-0,351
Piombo	0,038	-0,174	-0,233
PCB	-0,235	0,202	-0,078
Esaclorobenzene	-0,012	0,017	0,016
Naftalene	-0,057	-0,041	-0,209
Acenaftilene	-0,241	0,036	-0,153
Acenaftene	-0,250	0,139	-0,088
Fluorene	-0,237	0,049	-0,183
Fenantrene	-0,216	-0,021	-0,175
Antracene	-0,246	0,159	-0,089
Fluorantene	-0,202	-0,242	0,037
Pirene	-0,173	-0,257	0,114
Benzo (a) Antracene	-0,243	-0,044	0,158
Crisene	-0,174	-0,149	0,268
Benzo (b) Fluorantene	-0,138	-0,343	0,074
Benzo (K) Fluorantene	-0,054	-0,397	0,115
Benzo (a) Pirene	-0,210	-0,128	0,228
Indeno (1,2,3-c,d) Pirene	-0,258	-0,004	-0,017
Dibenzo (a,h) Antracene	-0,253	0,111	-0,048
Benzo (g,h,i) Perilene	-0,226	-0,076	0,180
Sommatoria policiclici aromatici	-0,264	0,047	0,006
IPA Totali	-0,184	-0,281	0,085
TOC	-0,031	0,027	-0,069

La matrice Euclidea delle distanze è stata utilizzata anche per la determinazione del *non-metric multidimensional Scaling* (nMDS). Questa tecnica permette di evidenziare meglio le dissimilarità rispetto alla PCA che è più performante nell'evidenziare le similitudini multivariate tra i *records*. L'nMDS è stato ottenuto mediante la Kruskal stress formula 1, con 50 restart e con imposizione dello stress minimo ad un livello di 0,01. La proiezione ottenuta è rappresentata in Figura 4 come multiplot 2D. Nella figura si riporta la rappresentazione dei fattori "fase".

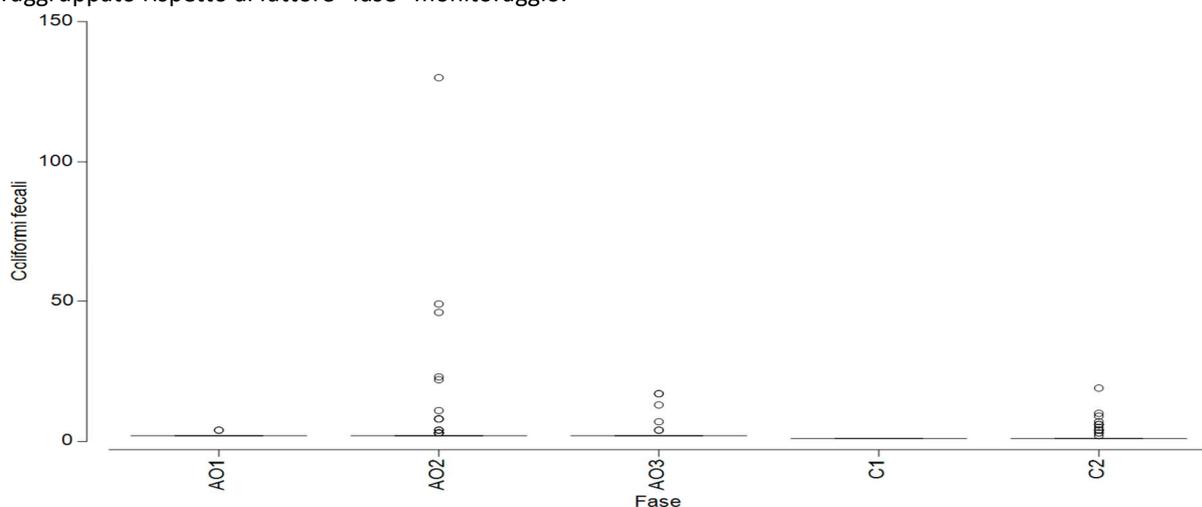
Figura 4 - nMDS con evidenza del fattore "fase". Si evidenzia la presenza di un outlayer in fase AO2 che pesa sulla distribuzione di dissimilarità complessiva dei dati.

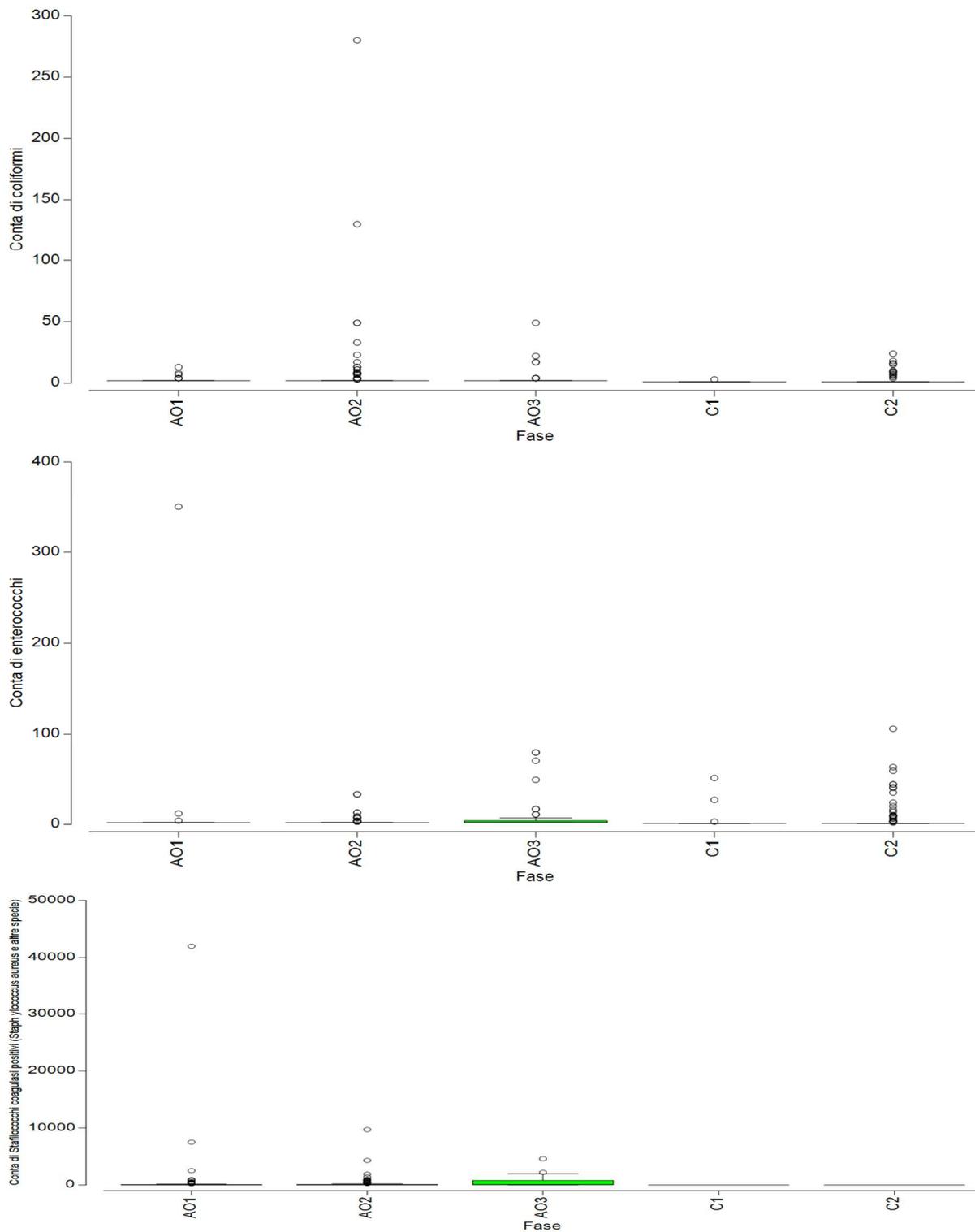


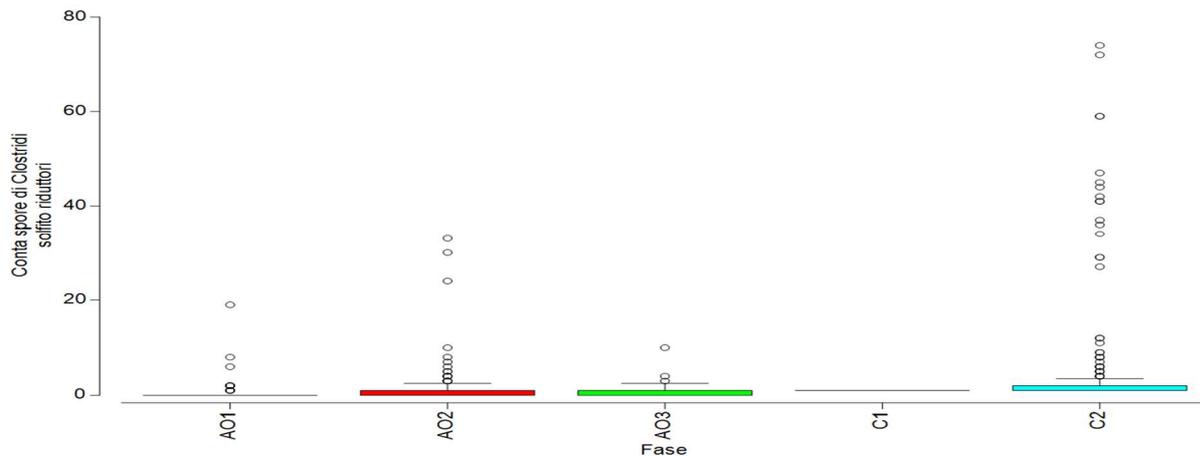
Le segregazioni osservate rispetto al fattore "fase" sono state testate mediante analisi statistica multivariata (test Anosim, Analysis of Similarities) mediante approccio one-way effettuando 9999 permutazioni stocastiche teoriche. In questo caso il test ha evidenziato un valore di $R = 0,482$ con un livello di significatività del valore statistico $p = 0,01\%$ e un numero di statistiche permutate maggiore o uguale a R pari a 0.

Si riportano a seguire le rappresentazioni Box-Whiskers relativi alle variabili microbiologiche considerate per la colonna d'acqua elaborati in modo raggruppato rispetto al fattore "fase" monitoraggio (Figura 5). In blu è evidenziata la fase ante operam (AO1), in rosso la fase ante operam (AO2), in verde la fase ante operam (AO3), in viola la fase in itinere (C1) e in azzurro la fase in itinere (C2).

Figura 5 – Box-Whiskers relativi alle variabili considerate su i campioni microbiologici elaborati in modo raggruppato rispetto al fattore "fase" monitoraggio.



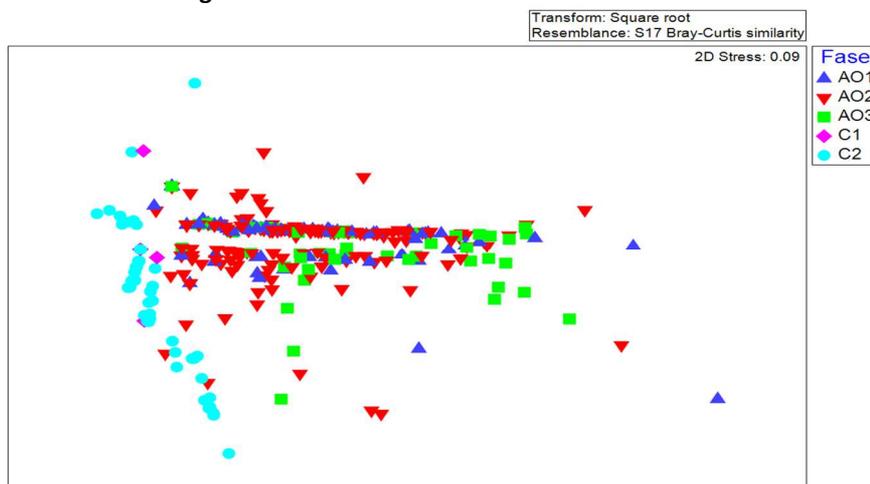


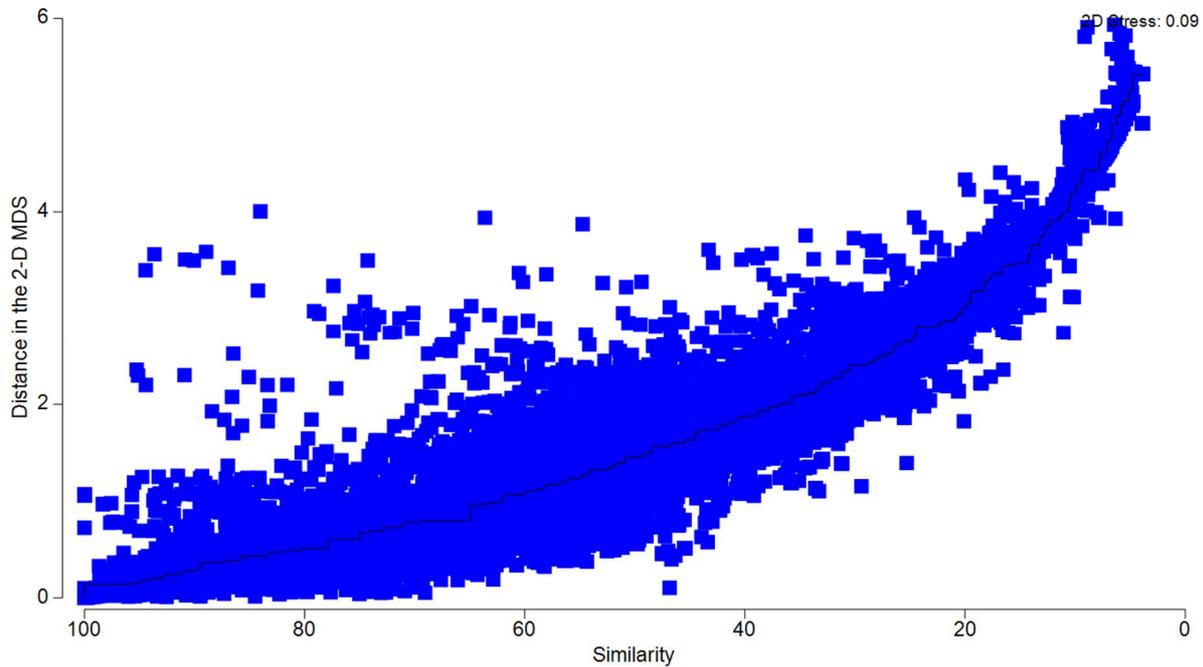


La matrice Bray-Curtis delle distanze è stata utilizzata anche per la determinazione del *non-metric multidimensional Scaling* (nMDS). Questa tecnica permette di evidenziare meglio le dissimilarità rispetto alla PCA che è più performante nell'evidenziare le similitudini multivariate tra i records.

L'nMDS è stato ottenuto mediante la Kruskal stress formula 1, con 50 restart e con imposizione dello stress minimo ad un livello di 0,01. La proiezione ottenuta è rappresentata in Figura 6 come multiplot 2D e con il relativo diagramma di Sheppard associato. Nella Figura 6 si riporta la rappresentazione dei fattori "fase".

Figura 6 - nMDS con evidenza del fattore "fase".





Le segregazioni osservate rispetto al fattore "fase" sono state testate mediante analisi statistica multivariata (test Anosim, Analysis of Similarities) mediante approccio one-way effettuando 9999 permutazioni stocastiche teoriche. In questo caso il test ha evidenziato un valore di $R = 0,385$ con un livello di significatività del valore statistico $p = 0,01\%$ e un numero di statistiche permutate maggiore o uguale a R pari a 0 (Figura 7).

Figura 7 - Anosim one-way testato rispetto al fattore "fase".

