



Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al sistema lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/13**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Documento **MACROATTIVITÀ: ITTIOFAUNA
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **28 Marzo 2019**

Responsabile scientifico

Prof. Piero Franzoi
(DAIS-UNIVE)

Verifica

Dott.ssa Paola Del Negro
(OGS)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1. INTRODUZIONE.....	4
2. MATERIALI E METODI.....	6
2.1 Attività di campo e laboratorio.....	6
2.1.1 <i>Ittioplancton</i>	8
2.1.2 <i>Popolamento ittico di basso fondale</i>	10
2.1.3 <i>Parametri ambientali per la caratterizzazione delle stazioni e per l'applicazione dei modelli di distribuzione</i>	13
2.2 Analisi dei dati.....	14
2.2.1 <i>Monitoraggio dell'ittioplancton e del popolamento ittico di basso fondale</i>	14
2.2.2 <i>Modelli di distribuzione dell'habitat</i>	16
3. RISULTATI.....	17
3.1 Monitoraggio dell'ittioplancton (uova e larve).....	17
3.1.1 <i>Ciclo di monitoraggio da dicembre 2017 ad aprile 2018</i>	17
3.1.2 <i>Confronto fra cicli di monitoraggio (B/11: 2015-2016; B/12: 2016-2017; B/13: 2017-2018) - Ittioplancton</i>	28
3.2 Monitoraggio di postlarve e giovanili del popolamento ittico di basso fondale.....	43
3.2.1 <i>Ciclo di monitoraggio da marzo a maggio 2018</i>	43
3.2.2 <i>Confronto fra cicli di monitoraggio (B/11: 2015-2016; B/12: 2016-2017; B/13: 2017-2018) - Postlarve e stadi giovanili</i>	56
3.3 <i>Indice Centro di Gravità (CdG)</i>	70
3.4 <i>Integrazione campionamenti bongo net dicembre 2018</i>	72
3.5 <i>Modelli di distribuzione spaziale</i>	81
3.5.1 <i>Applicazione del modello dei giovanili di S. aurata ai parametri ambientali del 2018</i>	87
3.5.2 <i>Confronto tra anni per S. aurata</i>	93
3.5.3 <i>Applicazione del modello dei giovanili di P. flesus ai parametri ambientali del 2018</i>	97
3.5.4 <i>Confronto tra anni per P. flesus</i>	100
CONCLUSIONI.....	103
BIBLIOGRAFIA.....	105
APPENDICE 1.....	110
APPENDICE 2.....	114
APPENDICE 3.....	123
APPENDICE 4.....	124

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Gruppo di lavoro

Responsabile scientifico	prof. Piero Franzoi
Raccolta campioni	Francesco Cavararo, Riccardo Fiorin (Laguna Project s.n.c.), Piero Franzoi, Simone Redolfi Bristol, Federico Riccato (Laguna Project s.n.c.), Matteo Zucchetta
Analisi campioni	Francesco Cavararo, Piero Franzoi, Simone Redolfi Bristol
Modelli di distribuzione	Matteo Zucchetta
Elaborazione e analisi dati	Francesco Cavararo, Piero Franzoi, Simone Redolfi Bristol, Matteo Zucchetta

1. INTRODUZIONE

La fauna ittica rappresenta una componente importante degli ambienti acquatici di transizione (Elliott e Hemingway, 2002). Questi ecosistemi sono caratterizzati da livelli di variabilità ambientale e di produttività ecologica molto maggiori di quelli riscontrabili di norma negli ecosistemi marini. I pesci che si rinvergono all'interno degli ecosistemi di transizione devono quindi essere in grado di affrontare l'elevata variabilità ed instabilità dell'ambiente abiotico per poter utilizzare le abbondanti risorse trofiche disponibili in questi ecosistemi costieri. Le specie ittiche che si rinvergono all'interno di questi sistemi si possono classificare in differenti gruppi ecologici sulla base delle differenze di tolleranza eco-fisiologica alla variazione ambientale, di ciclo biologico e di comportamento migratorio (Elliott *et al.*, 2007; Franco *et al.*, 2008; Potter *et al.*, 2015). Molte specie a riproduzione marina rappresentano una componente transiente del popolamento ittico degli ambienti di transizione, compiendo, su base annuale, migrazioni ontogenetiche e/o trofiche all'interno di questi ecosistemi costieri (Rossi *et al.*, 1986; Franzoi *et al.*, 2010). Gli stadi postlarvali e giovanili di queste specie di "migratori marini" si rinvergono in grandi abbondanze all'interno degli ambienti costieri, dove colonizzano massivamente gli habitat di basso fondale (Elliott e Hemingway, 2002). Dopo un periodo di crescita di durata variabile a seconda della specie, gli individui migrano in mare per reclutare nella popolazione adulta. Per queste specie quindi, gli ecosistemi acquatici di transizione svolgono l'importante funzione di aree di nursery per gli stadi giovanili, garantendo il ripopolamento annuale degli stock marini (Boesh e Turner, 1984; Elliott e Hemingway, 2002; Vasconcelos *et al.*, 2007; 2008; Sheaves *et al.*, 2006; 2015).

In Alto Adriatico, appartengono a questo gruppo di "migratori marini" lo sparide *Sparus aurata*, il moronide *Dicentrarchus labrax*, il pleuronetide *Platichthys flesus*, il soleide *Solea solea*, i mugilidi *Chelon ramada*, *C. auratus*, *C. saliens*, *C. labrosus* e *Mugil cephalus* (Franzoi *et al.*, 2010). I primi arrivi di queste specie nelle lagune dell'Alto Adriatico sono caratterizzati da larve o postlarve di lunghezza standard inferiore, in genere, ai 20 mm (Rossi 1986; Franzoi *et al.*, 1989; Franzoi e Trisolini, 1991; Franzoi *et al.*, 2005). Anche gli stadi larvali e giovanili di engraulidi (*Engraulis encrasicolus*) e clupeidi (*Sardina pilchardus* e *Sprattus sprattus*) sono stagionalmente abbondanti negli ambienti marini costieri, rinvenendosi anche all'interno degli ecosistemi lagunari.

Per quanto riguarda la laguna di Venezia, in studi precedenti è stata messa in evidenza l'importanza degli habitat lagunari di basso fondale come aree potenziali di nursery per i giovanili di migratori marini (Franzoi e Pellizzato, 2002; Franco *et al.*, 2006, 2010; Zucchetta *et al.*, 2009; 2010; Cavraro *et al.*, 2017). I risultati dei primi quattro cicli di monitoraggio (PROVV.OO.PP. - CORILA: B.6.72 B/9, 2014; B.6.72 B/10, 2015; B.6.72 B/11, 2016; B.6.72 B/12, 2017), hanno evidenziato l'esistenza di una sostanziale connettività biologica tra mare costiero e laguna, con l'ingresso in laguna di uova, larve, stadi postlarvali e giovanili di "migratori marini". I primi due anni di monitoraggio (PROVV.OO.PP. - CORILA: B.6.72 B/9, 2014; B.6.72 B/10, 2015) sono stati condotti, in via esplorativa, solo nel sottobacino nord, campionando in tutte e quattro le stagioni. I dati ottenuti da questi due primi cicli di monitoraggio hanno permesso di estendere l'area di indagine all'intero bacino lagunare, concentrando lo sforzo di campionamento nei periodi di montata di ingresso dei primi stadi ontogenetici delle specie di migratori marini:

- tardo autunno-inizio primavera, relativamente alla componente rappresentata dall'ittioplancton (uova e larve);
- fine inverno-primavera, per quanto ha riguardato la componente rappresentata dalle postlarve e dai giovanili che reclutano nelle aree lagunari di basso fondale; nello stesso periodo sono stati anche effettuati i rilievi dei parametri chimico-fisici finalizzati all'applicazione dei modelli di distribuzione dell'habitat per l'orata e la passera.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Come nei precedenti cicli di monitoraggio (B/9, B/10, B/11 e B/12), sono state previste tre differenti attività:

- Monitoraggio delle variazioni nel tempo e nello spazio (diversi sottobacini e, all'interno di ogni sottobacino, differenti "posizioni" rispetto alla bocca di porto) della composizione in taxa e della densità del popolamento ittioplanctonico, con particolare attenzione per la componente dei "migratori marini". Questa attività ha previsto un ciclo di campionamenti in colonna d'acqua utilizzando retini standard da ittioplancton.
- Monitoraggio delle variazioni nel tempo e nello spazio (diversi sottobacini e, all'interno di ogni sottobacino, differenti "posizioni" rispetto alla bocca di porto) della composizione in taxa e della densità del popolamento ittico delle aree di basso fondale, con particolare attenzione per la componente rappresentata dagli stadi postlarvali e giovanili dei "migratori marini". Questa attività ha previsto un ciclo di campionamenti su basso fondale utilizzando una sciabica da spiaggia a maglia fitta.
- Valutazione dell'effetto potenziale di variazioni delle condizioni chimico-fisiche sul ruolo di nursery svolto dagli habitat di basso fondale della laguna di Venezia, mediante l'applicazione di modelli di distribuzione spaziale sviluppati per due specie di "migratori marini" (orata e passera). Questa attività ha previsto un ciclo di campagne di rilevamento di parametri chimico-fisici condotte sull'intero bacino lagunare.

Le attività sono state indirizzate principalmente ad acquisire uno "stato zero"¹ sufficientemente accurato sulla connettività mare-laguna relativamente alle specie ittiche di maggiore interesse ecologico ma anche commerciale che sarà utile per le fasi successive di pre-esercizio ed esercizio dell'opera attualmente in costruzione. Oltre a fornire una quantificazione del livello di connettività tra mare e laguna (valutato in termini di ingresso di uova, larve e stadi postlarvali e giovanili di pesci), questo monitoraggio consentirà, se mantenuto nel tempo, di costituire un data-base strutturato, fondamentale per documentare eventuali variazioni nel medio e lungo termine della connettività stessa, a livello dell'intero bacino lagunare.

Nel presente rapporto vengono riportati i principali risultati dei campionamenti effettuati con bongo net e con sciabica da spiaggia nell'intera laguna di Venezia durante lo Studio B/13. Per ogni componente analizzata (uova, larve e giovanili), vengono riportati i confronti con i risultati ottenuti nei precedenti anni di campionamento (B/11 e B/12).

¹ Va esplicitato che in una laguna, ed in particolare in una laguna antropizzata come quella veneziana, lo "stato zero" non può che venir definito in modo "relativo", cioè ricostruendo lo stato indisturbato a partire da una "fotografia" del sistema che, in più, è soggetto ad una forte variabilità stagionale dovuta a molteplici fattori.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Attività di campo e laboratorio

Come durante gli Studi B.6.72 B/11 e B/12, le attività di monitoraggio sono state condotte in tutti i tre sottobacini in cui può essere suddivisa la laguna di Venezia, influenzati rispettivamente dalle bocche di porto di Lido (laguna settentrionale), di Malamocco (laguna centrale) e di Chioggia (laguna meridionale) (fig. 1, 2, 3). In ogni sottobacino sono state effettuate due distinte attività di campionamento: la raccolta di campioni di ittioplancton (uova e larve) in mare ed in zone lagunari di canale e la raccolta di campioni di fauna ittica allo stadio postlarvale e giovanile sia in aree marine che lagunari di basso fondale. Le modalità di campionamento sono state standardizzate per garantire i confronti nello spazio e nel tempo, sia nel caso dei campionamenti di ittioplancton che in quello dei campionamenti di giovanili. Di seguito viene riportato il dettaglio delle attività svolte.

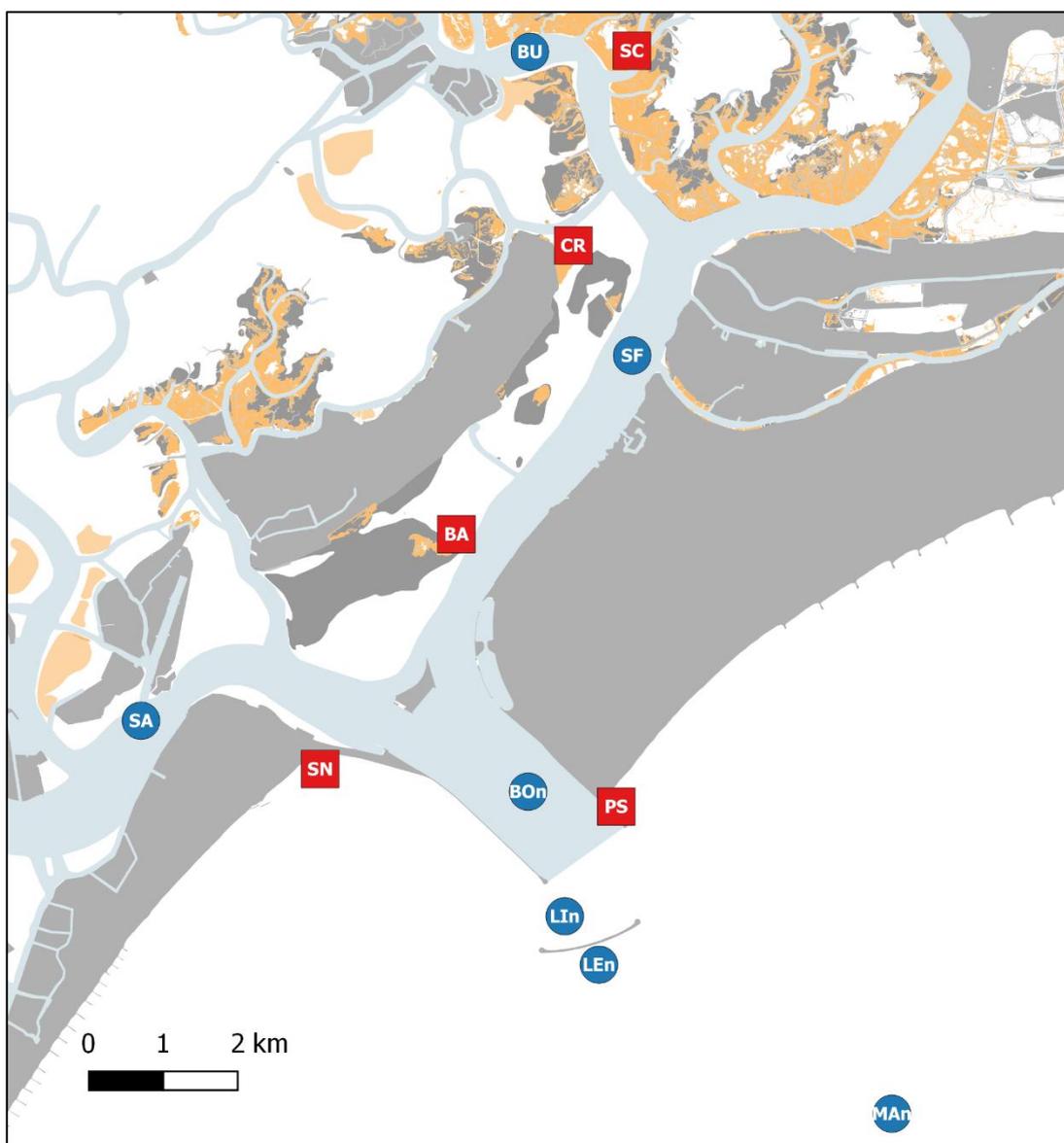


Figura 1. Ubicazione delle stazioni di campionamento con bongo net (in blu) e con sciabica (in rosso) nell'area della bocca di porto di Lido, laguna nord.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

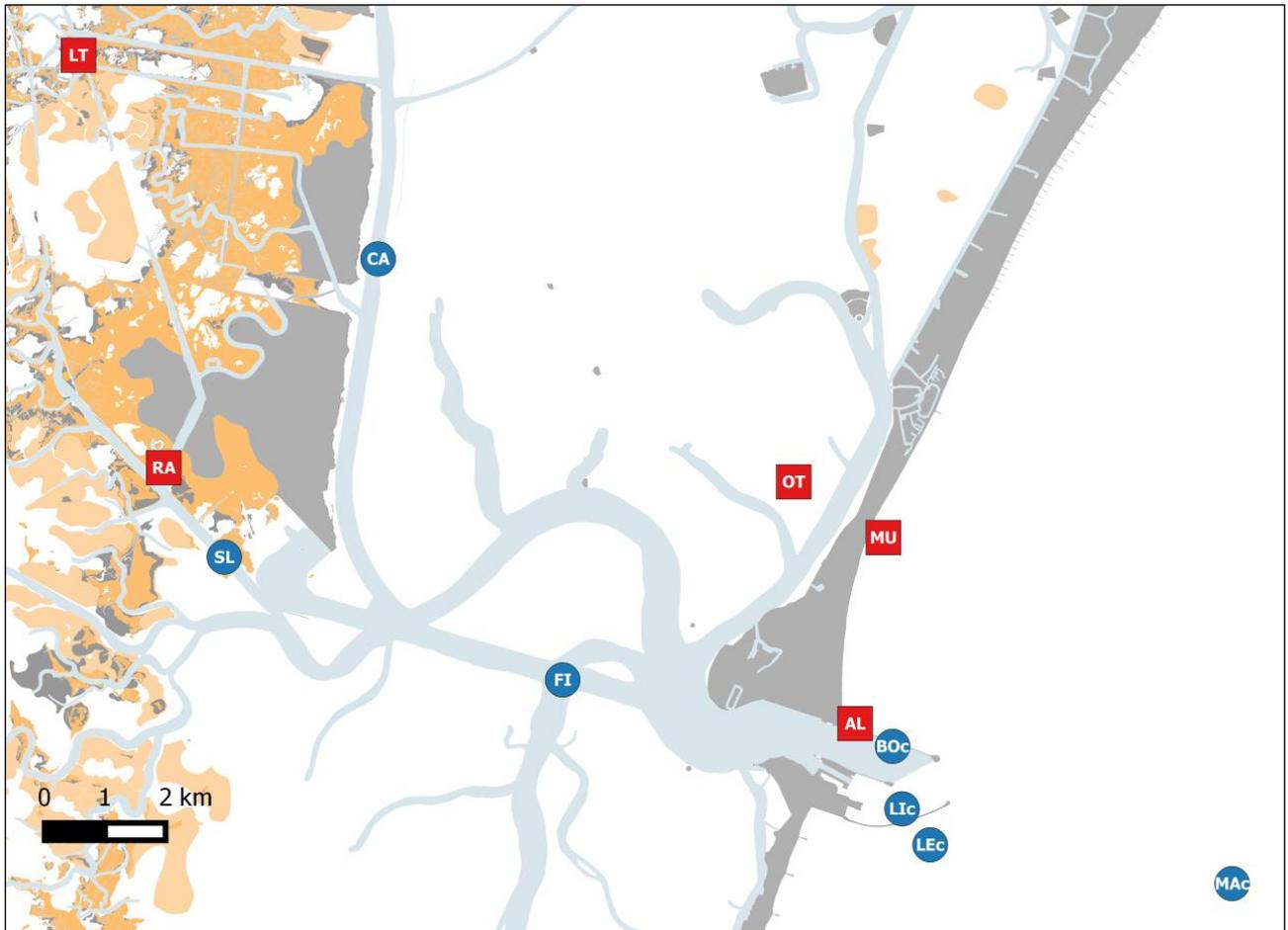


Figura 2. Ubicazione delle stazioni di campionamento con bongo net (in blu) e con sciabica (in rosso) nell'area della bocca di porto di Malamocco, laguna centrale.

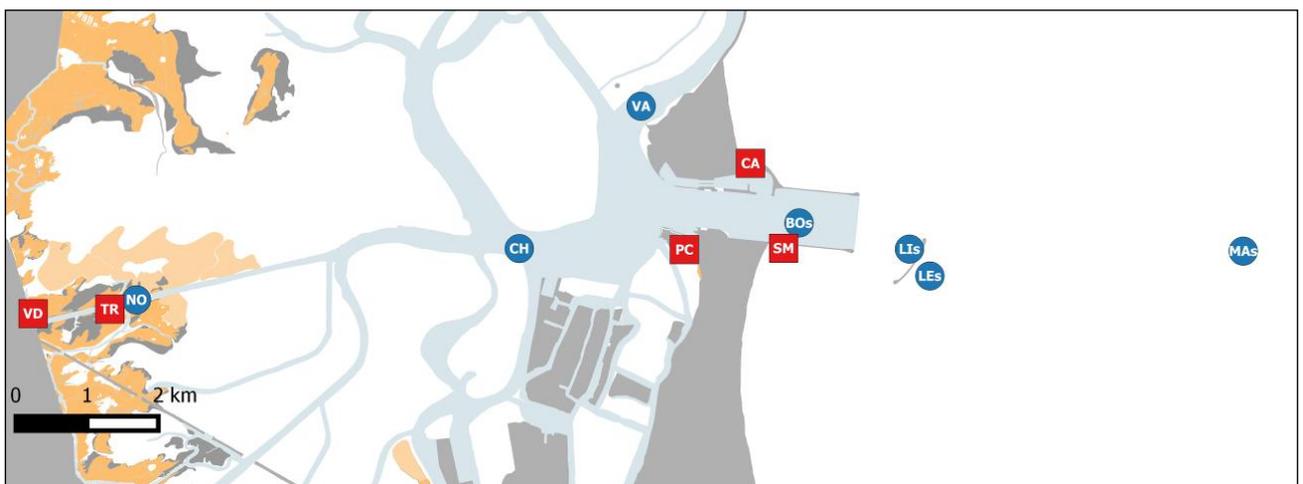


Figura 3. Ubicazione delle stazioni di campionamento con bongo net (in blu) e con sciabica (in rosso) nell'area della bocca di porto di Chioggia, laguna sud.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

2.1.1 *Ittioplancton*

Sono stati individuati dei transetti mare-laguna attraverso le tre bocche di porto e lungo ogni transetto sono state collocate 7 stazioni di campionamento, 3 posizionate in mare, in prossimità della bocca di porto, 1 stazione posizionata all'interno della bocca stessa e 3 stazioni nei canali lagunari direttamente influenzati dall'acqua in entrata dalla bocca a mare (fig. 1, 2, 3, tab. 1). Tali stazioni di campionamento sono le stesse identificate durante gli Studi B/11 e B/12. Nel periodo compreso tra dicembre 2017 ad aprile 2018 sono state condotte 4 campagne giornaliere di campionamento (tab. 2) lungo ogni transetto. Nelle stesse stazioni, nei primi giorni del mese di dicembre 2018 (tab. 2), è stata effettuata una ulteriore campagna di campionamento di uova e larve. In Appendice 3 (tab. A5) sono riassunte tutte le date delle campagne di campionamento con bongo net degli Studi B.6.72 B/11, B/12 e B/13.

Tabella 1. Coordinate delle stazioni di campionamento campionate con bongo net e classificazione delle stazioni sulla base della posizione rispetto alla bocca di porto. deg = gradi (WGS84).

Sottobacino	Stazione	Posizione	X_deg	Y_deg
Nord	MA	Mare	12.4690	45.3981
	LE	Mare	12.4336	45.4108
	LI	Mare	12.4295	45.4150
	BO	Bocca	12.4251	45.4256
	SA	Laguna	12.3783	45.4316
	SF	Laguna	12.4376	45.4628
	BU	Laguna	12.4253	45.4887
Centrale	MA	Mare	12.3871	45.3207
	LE	Mare	12.3422	45.3248
	LI	Mare	12.3380	45.3286
	BO	Bocca	12.3366	45.3352
	FI	Laguna	12.2876	45.3422
	SL	Laguna	12.2373	45.3552
	CA	Laguna	12.2602	45.3867
Sud	MA	Mare	12.3630	45.2286
	LE	Mare	12.3234	45.2264
	LI	Mare	12.3208	45.2288
	BO	Bocca	12.3069	45.2312
	VA	Laguna	12.2870	45.2416
	CH	Laguna	12.2716	45.2289
	NO	Laguna	12.2233	45.2243

Tabella 2. Date di campionamento per le attività di raccolta di uova e larve di pesci con bongo net.

Campagna	Bocca di Lido	Bocca di Malamocco	Bocca di Chioggia
1	07/12/2017	05/12/2017	06/12/2017
2	17/02/2018	15/02/2018	16/02/2018
3	16/03/2018	14/03/2018	15/03/2018
4	16/04/2018	17/04/2018	18/04/2018
5	07/12/2018	05/12/2018	06/12/2018

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Durante ogni campagna sono stati raccolti campioni di ittioplancton utilizzando due retini accoppiati del tipo “bongo net”, uno con maglia di 350 μm e uno con maglia di 500 μm , secondo lo standard FAO (fig. 4); ognuno dei due retini è lungo 2.5 m ed ha una bocca di 60 cm di diametro. Ogni retino è corredato di flussimetro, posto all’imboccatura, per la misura della lunghezza di traino; questa informazione è stata poi utilizzata per la valutazione del volume teorico filtrato. I campionamenti di ittioplancton sono stati condotti sempre in corrispondenza della fase di marea entrante. In ogni stazione è stata effettuata una tirata obliqua, della durata complessiva di cinque minuti, in modo da esplorare l’intera colonna d’acqua (Società Italiana di Biologia Marina-Ministero dell’Ambiente, 1990). Il traino dei retini è stato effettuato in direzione opposta alla corrente, ad una velocità compresa tra 1 e 2 nodi. Ogni campione è stato immediatamente fissato in formaldeide al 5% neutralizzata con tetraborato di sodio.



Figura 4. Fasi di campionamento con bongo net.

In laboratorio i campioni di ittioplancton sono stati filtrati e sciacquati per eliminare ogni residuo di formaldeide. Ogni campione è stato osservato *in toto* allo stereomicroscopio (ingrandimenti 6.3x-80x) per individuare e separare dal resto del campione le uova e le larve di pesci presenti, che sono state poi identificate singolarmente fino al più basso livello tassonomico possibile (fig. 5). Nel caso delle uova, l’identificazione è stata possibile fino al livello di famiglia e, solo in pochi casi, fino al livello di genere o specie. Nel caso delle larve è stato possibile identificare gli individui, con poche eccezioni, fino al livello di genere o specie. Per l’identificazione delle forme ittioplanctoniche rinvenute nei campioni è stata utilizzata una grande quantità di materiale bibliografico (Aboussouan, 1964; Arbault, 1968; Cunningham, 1889; D’Ancona e Lo Bianco, 1931-33; FAO, 1987; Fraser, 1976; Lee, 1966; Marinaro, 1971, 1991a, 1991b; Munk, 2005; Palomera, 1977; Raffaele, 1888; Ré e Meneses, 2009; Richards, 2006; Russell, 1976; Saka, 2001; Spartà, 1942; Tsikliras, 2010; Varagnolo, 1964). Le chiavi tassonomiche maggiormente utilizzate in questo lavoro sono state tuttavia quelle proposte da Marinaro (1971), Raffaele (1888) e Russell (1976). Non è ancora presente in letteratura infatti una chiave tassonomica di identificazione di uova e larve di teleostei mediterranei che riunisca tutte le informazioni presenti in letteratura.

Dopo l’identificazione tassonomica, ad ogni taxon individuato è stata attribuita una guild ecologica sulla base di quanto riportato in letteratura (Franco *et al.*, 2008; Franzoi *et al.*, 2010).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Figura 5. Da sinistra a destra. Alto: uovo e larve di *Platichthys flesus* in differenti stadi di sviluppo. Centro: uova e larve di *Solea solea* in differenti stadi di sviluppo. Basso: uovo e larve di *Sprattus sprattus* in differenti stadi di sviluppo.

2.1.2 Popolamento ittico di basso fondale

In ognuno dei tre sottobacini sono state individuate cinque stazioni di campionamento in aree di basso fondale (profondità dell'acqua < 1.5 m) situate sia all'interno (laguna, tre stazioni) che all'esterno (mare, due stazioni) della bocca di porto (fig. 1, 2, 3, tab. 3). Tali stazioni di campionamento sono le stesse identificate per gli Studi B/11 e B/12. In ogni sottobacino, nelle succitate stazioni, sono state effettuate tre campagne giornaliere di campionamento, nel periodo compreso tra marzo a maggio 2018 (tab. 4). La terza campagna giornaliera di campionamento del popolamento ittico di basso fondale è stata effettuata a maggio (tab. 4) a causa delle avverse condizioni meteo climatiche verificatesi durante la prima metà di aprile. In Appendice 3 (tab. A6) sono riassunte tutte le date delle campagne di campionamento con sciabica da spiaggia degli Studi B.6.72 B/11, B/12 e B/13.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 3. Coordinate delle stazioni di campionamento con sciabica e classificazione delle stazioni sulla base della posizione rispetto alla bocca di porto. deg = gradi (WGS84).

Sottobacino	Stazione	Posizione	X_deg	Y_deg
Nord	PS	Mare	12.4357	45.4243
	SN	Mare	12.4000	45.4275
	BA	Laguna	12.4164	45.4476
	CR	Laguna	12.4305	45.4722
	SC	Laguna	12.4376	45.4888
Centrale	AL	Mare	12.3310	45.3376
	MU	Mare	12.3352	45.3573
	OT	Laguna	12.3219	45.3632
	RA	Laguna	12.2283	45.3646
	LT	Laguna	12.2156	45.4082
Sud	SM	Mare	12.3049	45.2289
	CA	Mare	12.3007	45.2365
	PC	Laguna	12.2924	45.2288
	TR	Laguna	12.2200	45.2234
	VD	Laguna	12.2103	45.2230

Tabella 4. Date dei campionamenti con sciabica.

Campagna	Bocca di Lido	Bocca di Malamocco	Bocca di Chioggia
1	08/03/2018	07/03/2018	09/03/2018
2	25/04/2018	23/04/2018	24/04/2018
3	11/05/2018	08/05/2018	09/05/2018

I campioni di ittiofauna sono stati raccolti utilizzando come strumento campionario una sciabica da spiaggia (fig. 6) a maglia fitta (distanza internodo 2 mm nel sacco centrale e 4 mm nelle ali), lunga 20 m e alta 2.5 m.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Figura 6. Fasi di campionamento con sciabica.

Durante ogni operazione di campionamento è stata calcolata la superficie di fondale esplorata dallo strumento (lunghezza di traino x distanza di apertura della rete), in modo da standardizzare i dati di cattura in termini di unità di superficie campionata. Lo sforzo di campionamento è stato mantenuto per quanto possibile costante, con una superficie di fondo esplorata per stazione e per data di campionamento di circa 600 m². I campioni raccolti sono stati mantenuti refrigerati fino all'arrivo in laboratorio e poi surgelati a -20° C.

I campioni da processare sono stati di volta in volta tolti dal congelatore e lasciati scongelare per 24 ore in frigorifero a circa 6°C. Tutti gli individui sono stati identificati, possibilmente fino al livello di specie. L'identificazione tassonomica è stata sempre confermata mediante confronto con la letteratura e l'iconografia scientifica sull'argomento (Tortonese, 1970, 1975; Whitehead *et al.*, 1984-1986; Fisher *et al.*, 1987; Gandolfi *et al.*, 1991; e, limitatamente alle sole forme giovanili: D'Ancona e Lo Bianco, 1932-33; Arias & Drake, 1990, Ré e Meneses, 2009). Per ogni taxon così identificato, si è proceduto al conteggio degli individui e alla misura del peso totale per campione (± 0.01 g oppure ± 0.001 g). Per ogni taxon sono state poi effettuate misure di lunghezza (Lunghezza Totale, LT, e Lunghezza Standard, LS, ± 1 mm oppure ± 0.1 mm) e peso umido (± 0.01 g oppure ± 0.001 g) individuali. Nel caso di campioni con meno di 50 individui per taxon, le misure sono state effettuate su tutti gli esemplari campionati. Nel caso di campioni più abbondanti, le misure sono state limitate ad un sottoinsieme rappresentativo di almeno 50 individui per taxon.

Nel caso delle postlarve e degli stadi giovanili di mugilidi, l'identificazione effettuata sugli esemplari a fresco è stata confermata dall'osservazione del pattern di disposizione dei cromatofori (Serventi *et al.*, 1996; Franzoi *et al.*, 1989). A questo scopo, l'identificazione degli esemplari di queste specie è stata validata mediante analisi degli individui dopo permanenza per circa tre settimane in una soluzione di formaldeide all'8% neutralizzata con tetraborato di sodio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

I taxa rinvenuti durante i campionamenti con la sciabica sono stati poi classificati in categorie ecologiche (Franco *et al.*, 2009; Franzoi *et al.*, 2010), analogamente a quanto fatto nel caso dell'ittioplancton.

2.1.3 *Parametri ambientali per la caratterizzazione delle stazioni e per l'applicazione dei modelli di distribuzione*

Contestualmente ai campionamenti con bongo net e con sciabica, durante tutte le campagne ed in tutte le stazioni, sono stati rilevati, con una sonda multiparametrica (Hanna Instruments 9829), i seguenti parametri chimico-fisici dell'acqua: temperatura (± 0.01 °C), salinità (± 0.01 psu), ossigeno disciolto (± 0.1 saturazione / ± 0.01 mg/l) e torbidità (± 0.1 fnu). Inoltre, in tutte le stazioni e in ogni campionamento della fauna ittica sono stati anche filtrati 200 mL di acqua usando filtri Whatman GF/F di 47 mm di diametro per la successiva determinazione, attraverso il metodo fluorimetrico della concentrazione di clorofilla totale, secondo la metodica proposta da Lorenzen (1966).

Durante l'ultima campagna di raccolta degli individui giovanili, in tutte le 15 stazioni campionate con sciabica sono stati raccolti manualmente campioni di sedimento (carote con diametro di 3 cm). Sui 10 cm superficiali di sedimento è stata determinata la granulometria (% di sabbia), seguendo il metodo usato da Sfriso *et al.* (2003), ed il contenuto percentuale di sostanza organica (± 0.01 mg), con il metodo proposto da Heiri *et al.* (2001) a 550°C.

Nel periodo marzo-aprile 2018 (tab. 5) sono state inoltre effettuate 5 campagne di rilevamento dei parametri ambientali, seguendo la stessa metodica descritta, per allestire un database con una adeguata copertura spaziale per l'applicazione dei modelli di distribuzione spaziale per orata e passera. Sono state campionate 37 stazioni distribuite nell'intero bacino lagunare (fig. 7) e già identificate negli Studi B/11 e B/12.

Tabella 5. Date dei campionamenti per il rilievo dei parametri ambientali.

Campagna	Data
1	24/03/2018
2	30/03/2018
3	07/04/2018
4	19/04/2018
5	26/04/2018

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

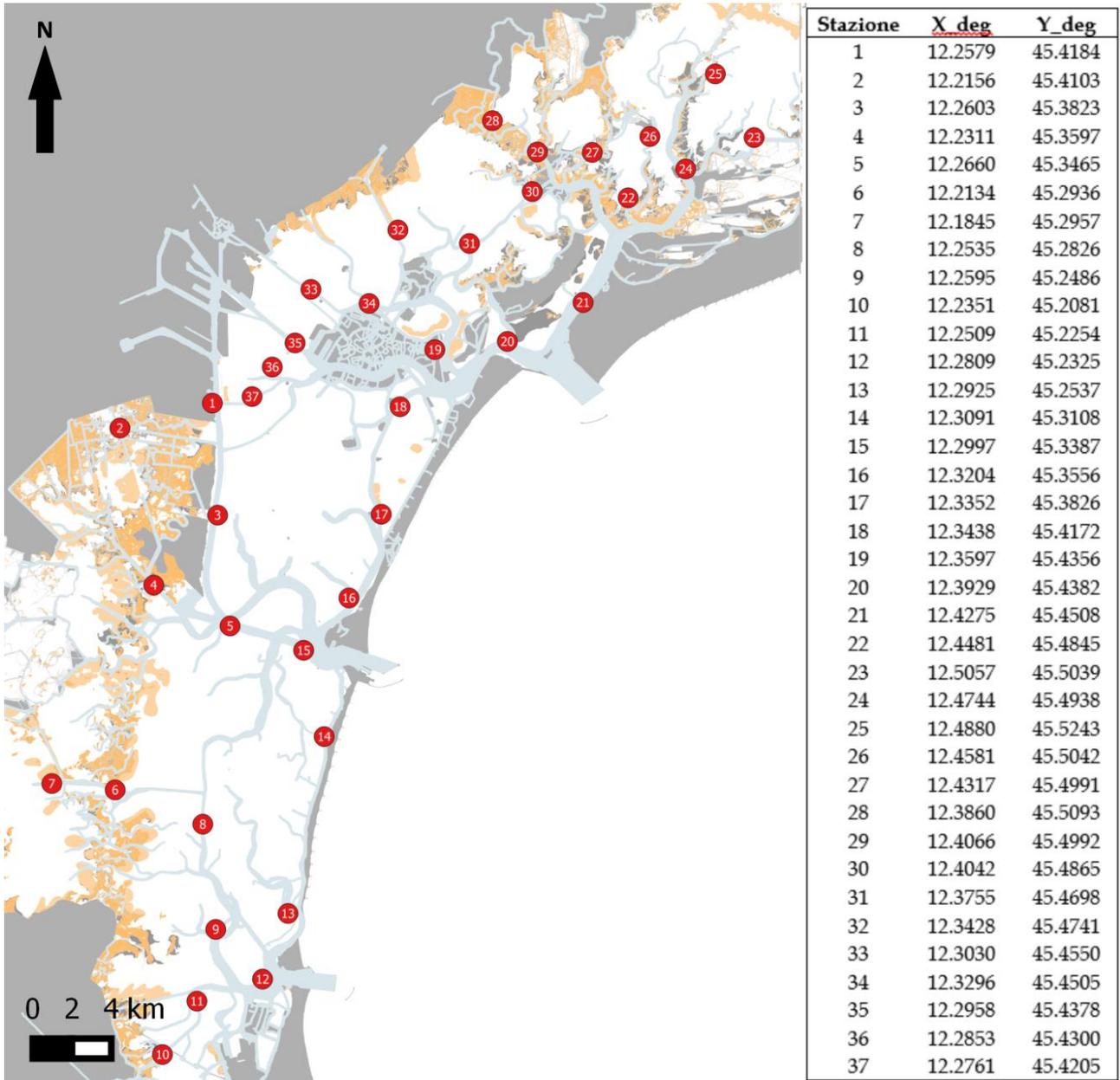


Figura 7. Mappa e coordinate dei siti di campionamento dei parametri ambientali per l'applicazione dei modelli di distribuzione. deg = gradi (WGS84).

2.2 Analisi dei dati

2.2.1 Monitoraggio dell'ittioplancton e del popolamento ittico di basso fondale

I dati relativi ai parametri ambientali raccolti contestualmente ai campionamenti con bongo net e sciabica sono stati analizzati con un approccio multivariato (analisi delle componenti principali, PCA).

Analogamente a quanto effettuato nei precedenti cicli di monitoraggio (B/9, B/10, B/11 e B/12), i dati di densità dell'ittioplancton (espressi come numero di individui per m³) sono stati analizzati per mettere in evidenza eventuali differenze nello spazio e nel tempo, separatamente per le uova e per le larve. Sono stati effettuati test statistici a tre fattori basati su GLM (Generalised Linear Models) con famiglia binomiale negativa, testando l'effetto dell'esclusione dei fattori (test chi-

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

quadro sulla devianza; Venables e Ripley, 2002). I fattori considerati sono stati: campagna di campionamento (quattro livelli), sottobacino (tre livelli: Lido, Malamocco e Chioggia) e posizione, dopo aver classificato le stazioni di campionamento sulla base della loro posizione rispetto alla bocca di porto (tre livelli: mare, bocca e laguna; tab. 1). Successivamente sono state anche testate le differenze con i precedenti cicli di monitoraggio (B/11 e B/12). Lo stesso approccio statistico è stato applicato anche ai dati di densità del popolamento ittico di basso fondale (espressi come numero di individui per 100 m²), raggruppando anche in questo caso le stazioni sulla base della posizione rispetto alla bocca di porto ed effettuando test statistici a tre fattori: campagna di campionamento x sottobacino x posizione (due livelli: mare e laguna; tab. 3).

Per quantificare sinteticamente il grado di connettività mare-laguna è stato utilizzato l'indice di colonizzazione delle acque lagunari I_c (Cavraro et al., 2017),

$$I_c = \frac{DENS_L}{(DENS_L + DENS_M)}$$

dove $DENS_L$ rappresenta la densità di organismi/biomassa all'interno della laguna (calcolato come media delle densità registrate nelle stazioni classificate come "lagunari" sulla base della loro posizione rispetto alla bocca di porto) e $DENS_M$ rappresenta la densità di organismi/biomassa in mare (calcolato come media delle densità registrate nelle stazioni "marine", situate cioè all'esterno delle bocche di porto). L'indice è stato applicato separatamente alle uova, alle larve e al popolamento ittico di basso fondale. Per il calcolo di questo indice, relativamente ai campionamenti effettuati con bongo net, i valori di densità registrati nelle stazioni di bocca di porto sono stati mediati con quelli delle stazioni lagunari dello stesso sottobacino. L'indice di colonizzazione, che è un numero adimensionale, può variare, in linea teorica, tra 0, quando gli individui sono presenti soltanto in mare, e 1, quando invece sono presenti soltanto all'interno della laguna. Valori superiori a 0.5 (valore di soglia) possono essere considerati un'indicazione di un accumulo di organismi all'interno dell'ambiente lagunare.

Per valutare l'ingresso di individui nelle acque lagunari dal mare è stato inoltre calcolato, separatamente per le densità di uova, larve e giovanili di "migratori marini" registrate in ciascuna campagna dei tre cicli di monitoraggio (B/11, B/12 e B/13), anche l'indice chiamato "centro di gravità" (CdG, Engelhard et al., 2014):

$$CdG = \frac{\sum_{i=1}^N DENS_i \cdot dist_i}{\sum_{i=1}^N DENS_i}$$

dove $DENS_i$ è la densità nell'*i*-esima stazione di ciascun transetto, $dist_i$ è la distanza standardizzata (tra 0 e 1) dell'*i*-esima stazione dalla stazione a mare, collocata 2 miglia nautiche al largo delle teste delle dighe foranee. In linea teorica, l'indice può quindi variare tra 0, se gli organismi fossero tutti concentrati nella stazione a mare più esterna, e 1, nel caso in cui tutti gli organismi fossero concentrati nella stazione più interna.

L'andamento e l'influenza dei parametri ambientali sulle comunità ittioplanctonica (campionamenti con bongo net) e nectonica (campionamenti con sciabica da spiaggia) è stata analizzata mediante analisi multivariata (Redundancy Analysis, RDA). La RDA rappresenta una estensione dell'Analisi delle Componenti Principali (PCA) e permette, tramite un approccio multivariato, lo studio della relazione tra due matrici. Diversamente dalla PCA, nella RDA l'ordinamento degli assi è vincolato dalle variabili ambientali. Numericamente, l'RDA permette di esaminare e stimare quanta variabilità di un set di dati è riconducibile statisticamente a valori provenienti da un altro set di dati. Per queste analisi sono stati presi in considerazione i valori di densità di tutti i taxa ritrovati indistintamente e senza considerare la classificazione in guild. In questa analisi, le uova, le larve e i giovanili ed i differenti cicli di campionamento (B/11, B/12 e B/13) sono stati analizzati separatamente. Dato l'elevata presenza di densità uguali a zero nel

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

dataset, prima di effettuare la RDA è stata applicata ai dataset la trasformazione di Hellinger, per ridurre al minimo i possibili errori causati da questi valori.

2.2.2 Modelli di distribuzione dell'habitat

Per valutare l'idoneità potenziale delle aree lagunari di basso fondale a svolgere funzioni di nursery nei confronti delle forme giovanili di due specie target di "migratori marini", l'orata *Sparus aurata* e la passera *Platichthys flesus*, sono stati applicati modelli di distribuzione dell'habitat sviluppati in precedenza (MAG. ACQUE-DSA UniVe, 2011; Zucchetta *et al.*, 2010; Cavraro *et al.*, 2017). Il periodo considerato per l'applicazione dei modelli è marzo-aprile 2018, coerentemente con le campagne di rilievo dei giovanili (Tabella 5). Le predizioni (probabilità di presenza attesa per ciascuna delle due specie, date le condizioni ambientali) sono state ottenute usando le mappe dei parametri ambientali rilevati come input dei modelli di distribuzione. A tale scopo è stato necessario interpolare i dati raccolti nelle stazioni di monitoraggio su una griglia regolare con celle di 100 m di lato, sfruttando una procedura di *ordinary kriging* utilizzando la libreria "gstat" (Pesebma, 2004) e "automap" (Hiemstra *et al.*, 2009) per il pacchetto software R (R Core Team, 2017). I risultati così ottenuti sono stati infine confrontati con una situazione di riferimento, definita come la probabilità media di presenza dei giovanili nei mesi di marzo e aprile del periodo 2016-2018 (tab. 6), in modo da effettuare i confronti con i risultati registrati negli ultimi anni di questo monitoraggio (con rilievi sui tutti e tre i sottobacini lagunari; PROV. OO.PP. - CORILA, 2016; 2017).

Tabella 6. Fonti dei dati utilizzati per l'allestimento del database ambientale.

Fonte - progetto	Frequenza	Periodo	N° stazioni
MAG. ACQUE - CORILA - STUDIO B.6.72 B/11	circa ogni 10 gg, tra febbraio e aprile 2016	2016	37
MAG. ACQUE - CORILA - STUDIO B.6.72 B/12	circa ogni 10 gg, tra febbraio e aprile 2017	2017	37

3. RISULTATI

Nel presente Rapporto Finale sono riportati i risultati di tutte le attività di campo previste: raccolta di campioni di ittioplancton, raccolta del popolamento ittico di basso fondale e rilevamento dei parametri ambientali utilizzati nello sviluppo dei modelli di distribuzione dei giovanili di passera e di orata.

I risultati del monitoraggio dell'ittioplancton vengono riportati nel paragrafo 3.1, suddiviso in due sottoparagrafi relativi ai campionamenti da dicembre 2017 ad aprile 2018 (paragrafo 3.1.1) ed al confronto con i due precedenti cicli di monitoraggio (paragrafo 3.1.2).

I risultati del monitoraggio del popolamento ittico di basso fondale vengono riportati nel paragrafo 3.2, suddiviso in due sottoparagrafi relativi ai campionamenti di primavera 2018 (paragrafo 3.2.1) ed al confronto con i due precedenti cicli di monitoraggio (paragrafo 3.2.2).

Nel paragrafo 3.3 sono riportati i risultati del "centro di gravità", utile a valutare l'ingresso di uova, larve e giovanili in laguna di Venezia attraverso le tre bocche di porto mentre nel paragrafo 3.4 sono riportati i risultati dell'ultima campagna con bongo net svolta a dicembre 2018, confrontati con le tre campagne precedenti svolte nello stesso periodo (mesi di dicembre 2015, 2016 e 2017). Nel paragrafo 3.5 sono infine riportati i risultati dei modelli di distribuzione dei giovanili di passera e di orata.

Ad integrazione dei risultati, in Appendice 4 è riportata l'analisi multivariata (RDA) utile ad analizzare il legame tra le densità di specie ittiche allo stadio di uova, larva o giovanile e l'andamento dei parametri ambientali.

3.1 Monitoraggio dell'ittioplancton (uova e larve)

3.1.1 Ciclo di monitoraggio da dicembre 2017 ad aprile 2018

L'analisi dei parametri ambientali rilevati durante i campionamenti di ittioplancton con bongo net ha evidenziato alcune differenze spazio-temporali tra le stazioni indagate, con pattern generalmente confrontabili in tutti e tre i sottobacini, anche se con alcune eccezioni (fig. 8, Appendice 1 tab. A1).

La temperatura ha seguito il normale andamento stagionale, con i valori minimi osservati nella II campagna. Da un punto di vista spaziale, invece, si è osservata l'inversione del pattern lungo il gradiente mare-laguna nel corso delle quattro campagne: nella I e nella II campagna la temperatura è diminuita passando dal mare alla laguna, mentre durante la III e IV campagna i valori sono risultati più elevati nelle stazioni lagunari più interne, in particolare nei sottobacini centrale e sud.

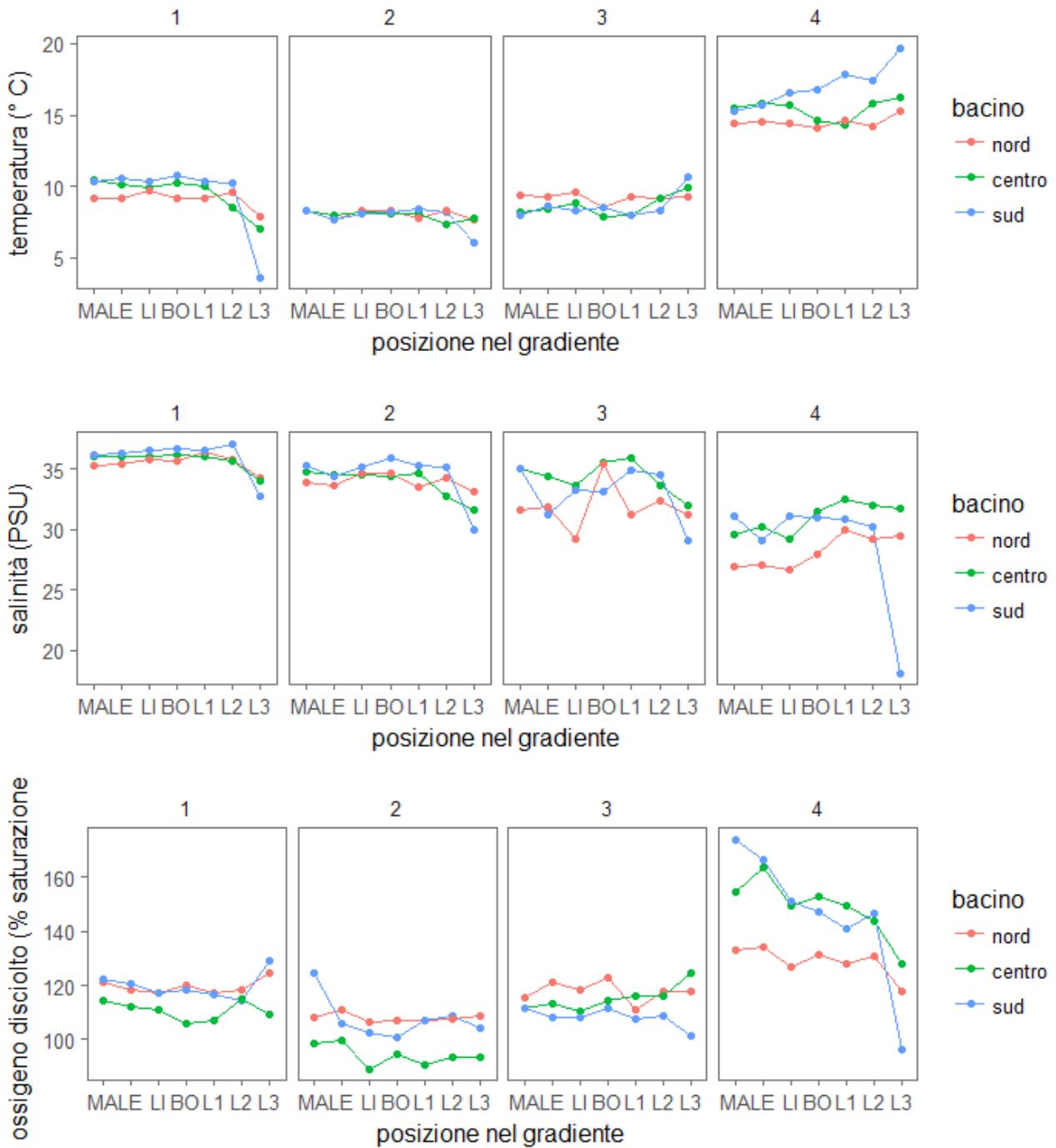
Come per la temperatura, per la concentrazione di ossigeno disciolto e di clorofilla, coerentemente con la ripresa della produzione primaria, si può osservare un incremento stagionale. Leggere differenze tra sottobacini appaiono osservando i valori di ossigeno disciolto.

Osservando i valori di torbidità, questi aumentano quasi sempre lungo i gradienti, con valori generalmente confrontabili e simili tra sottobacini e campagne.

La salinità invece mostra una diminuzione dei valori dalla prima alla quarta campagna, accompagnata da un aumento della variabilità tra sottobacini e tra stazioni all'interno dello stesso sottobacino. Come atteso, valori più bassi di salinità sono stati registrati nelle stazioni lagunari più interne, ma quasi esclusivamente durante le prime due campagne. È da evidenziare che durante la

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

IV campagna, nelle stazioni a mare dei sottobacini nord e centrale sono state registrate salinità inferiori a quelle delle stazioni lagunari.



CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

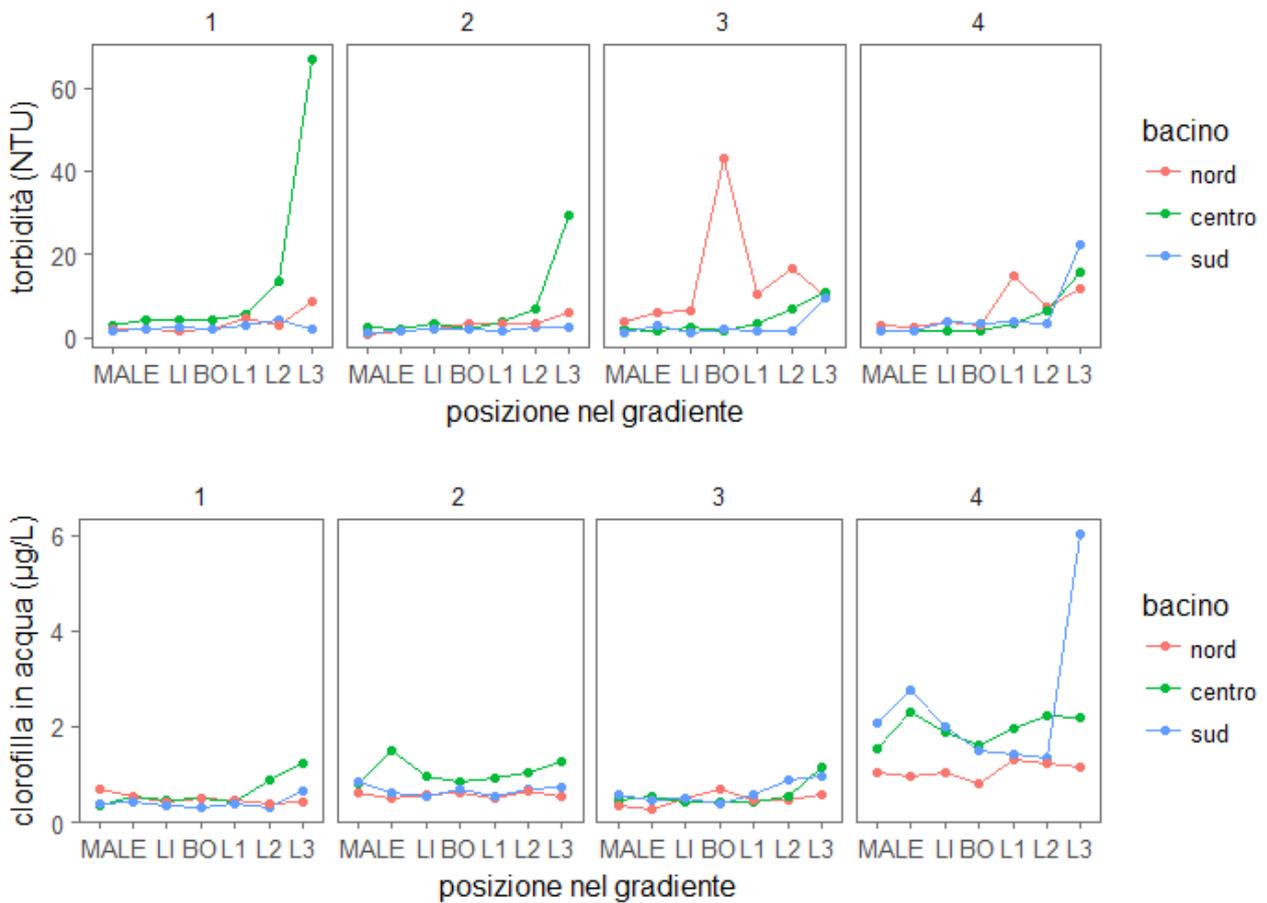


Figura 8. Andamento dei parametri ambientali registrati nelle stazioni campionate con bongo net disposte nell'ordine lungo il gradiente mare-laguna. MA-LI: stazioni marine, BO = bocca di porto, L1-L3 = stazioni lagunari, da quella più vicina alla bocca di porto (L1) a quella più confinata (L3).

L'ordinamento dei campioni mediante analisi delle componenti principali (PCA) (fig. 9) ha permesso di spiegare nel complesso il 76% della varianza dei dati ambientali, senza marcate differenze fra i tre sottobacini, se non nella IV campagna. La variabilità temporale delle osservazioni sembra influenzare l'ordinamento delle osservazioni, principalmente lungo l'asse orizzontale (PC1, che spiega il 52% della varianza), lungo il quale la IV campagna risulta ben distinguibile dalle campagne precedenti i cui punti stazioni sono invece raggruppati assieme. Il secondo asse (PC2, che spiega il 24% della varianza) sembra invece essere maggiormente legato alla variabilità spaziale tra le stazioni, risultando influenzato soprattutto dalla torbidità e, in misura minore, dall'ossigeno disciolto e dalla salinità.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

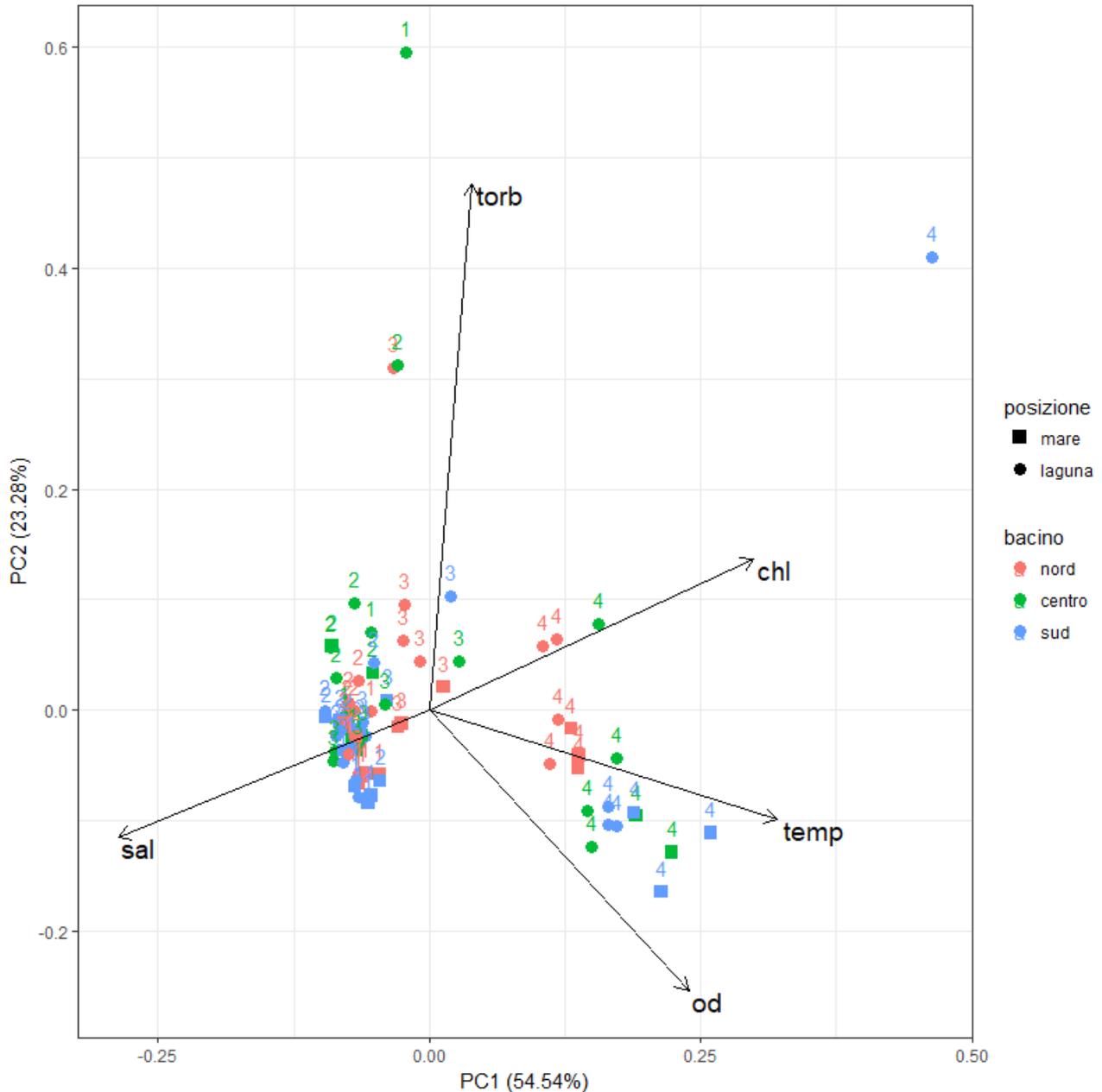


Figura 9. Ordinamento mediante PCA delle stazioni di campionamento di uova e larve basato sui parametri ambientali registrati durante i campionamenti. I numeri accanto ai simboli indicano la campagna di campionamento. torb = torbidità, sal = salinità, chl = clorofilla disciolta in acqua, temp = temperatura, od = ossigeno disciolto.

Nei campioni di ittioplancton analizzati sono state rinvenute nel complesso 16 taxa appartenenti a 12 famiglie di teleostei, 8 appartenenti alla guild dei marini occasionali, 6 a quella dei "migratori marini" e 2 a quella dei residenti (tab. 7). Di questi 16 taxa, 13 sono stati rinvenuti allo stadio di uovo e 11 allo stadio di larva. Tra le 6 specie di "migratori marini", 5 sono state rinvenute sia allo stadio di uovo che di larva (sardina *Sardina pilchardus*, spratto *Sprattus sprattus*, spigola *Dicentrarchus labrax*, passera *Platichthys flesus* e sogliola *Solea solea*), mentre per l'acciuga (*Engraulis encrasicolus*) non sono state rilevate larve ma solo uova.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 7. Lista dei taxa ritrovati allo stadio di uovo e larva durante i campionamenti con bongo net. In grassetto sono evidenziati i "migratori marini". r = residenti, mm = "migratori marini", ms = marini occasionali.

Famiglia	Taxon	Nome comune	Guild	Stadio	
				Uovo	Larva
Bothidae	<i>Arnoglossus</i> n.i.		ms		X
	Bothidae n.i.		ms	X	
Callionymidae	Callionymidae n.i.		ms	X	
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	mm	X	X
	<i>Sprattus sprattus</i>	Spratto	mm	X	X
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Acciuga	mm	X	
Gadidae	Gadidae n.i.		ms	X	X
Gobiidae	Gobiidae n.i.		r	X	X
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Spigola	mm	X	X
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	Passera	mm	X	X
Scophthalmidae	Scophthalmidae n.i.		ms		X
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	Sogliola gialla	ms	X	X
	<i>Microchirus</i> n.i.		ms	X	
	<i>Solea solea</i>	Sogliola	mm	X	X
Syngnathidae	<i>Nerophis ophidion</i>	Pesce ago sottile	r		X
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	Tracina vipera	ms	X	

Per evidenziare eventuali differenze di distribuzione dell'ittioplancton tra il mare e la laguna, sono stati poi confrontati i dati medi di densità considerando tre fattori: Sottobacino (Nord, Centrale e Sud), Campagna (I, II, III e IV) e Posizione (Mare, Bocca e Laguna) (tab. 8).

Tabella 8. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra campagne, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando le densità medie di uova e larve calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei "migratori marini" e per *Sprattus sprattus*. * = risultato del test significativo per $P < 0.05$, n.s. = risultato del test non significativo. Le statistiche associate ai test sono riportate in Appendice 2 (tab. A3).

Fattore	Uova totali	Uova migratori	Larve totali	Larve migratori	Uova <i>S. sprattus</i>	Larve <i>S. sprattus</i>
Sottobacino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Campagna	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.
Posizione	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Sia nel caso dell'intera comunità ittioplanctonica, sia per la sola componente migratrice, nessuna differenza statisticamente significativa è stata rilevata analizzando le differenze nelle densità di uova tra campagne, posizioni e sottobacini (tab. 8), anche se nel caso dei migratori, durante la prima campagna, sono state misurate densità decisamente più elevate nei sottobacini centrale e sud rispetto al nord (fig. 10). Differenze significative tra le campagne sono state invece osservate per le uova di spratto, che mostra un picco di presenze durante la I campagna, soprattutto nei sottobacini centrale e sud (tab. 8, fig. 11). Le uova di sardina, pur con densità inferiori a quelle di

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

spratto, sono state rinvenute in tutti e tre i sottobacini e in più di una campagna di campionamento; le uova di acciuga sono state rinvenute in tutti e tre i sottobacini, ma soltanto nell'ultima campagna di indagine (fig. 12). Anche le uova di sogliola sono state rinvenute in tutti e tre i sottobacini, nella terza campagna; le uova di questa specie sono state rinvenute anche nella seconda campagna (sottobacini sud e centrale) e nella quarta campagna (sottobacino centrale) (fig. 12). Le uova di spigola e passera sono state rinvenute solo occasionalmente e non in tutti e tre i sottobacini (fig. 12).

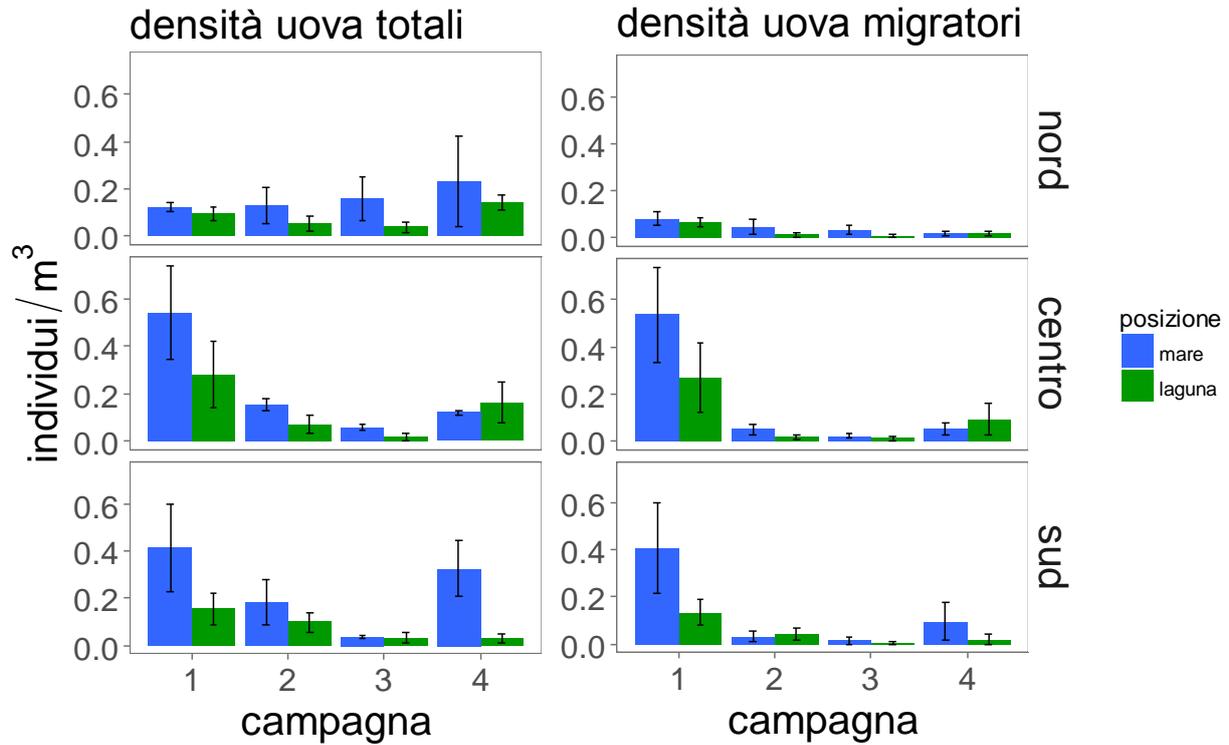


Figura 10. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova totali (sinistra) e delle uova di "migratori marini" (destra) raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

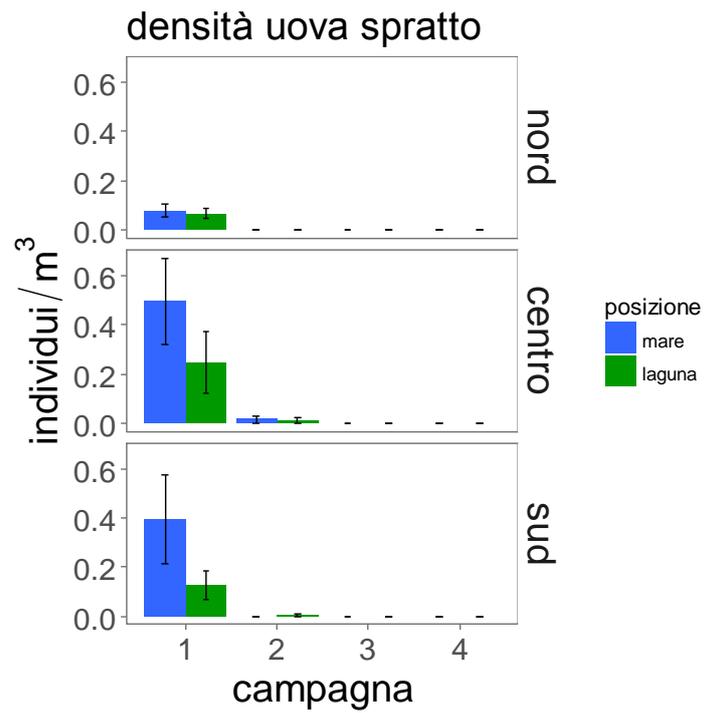


Figura 11. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova di *S. sprattus* raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

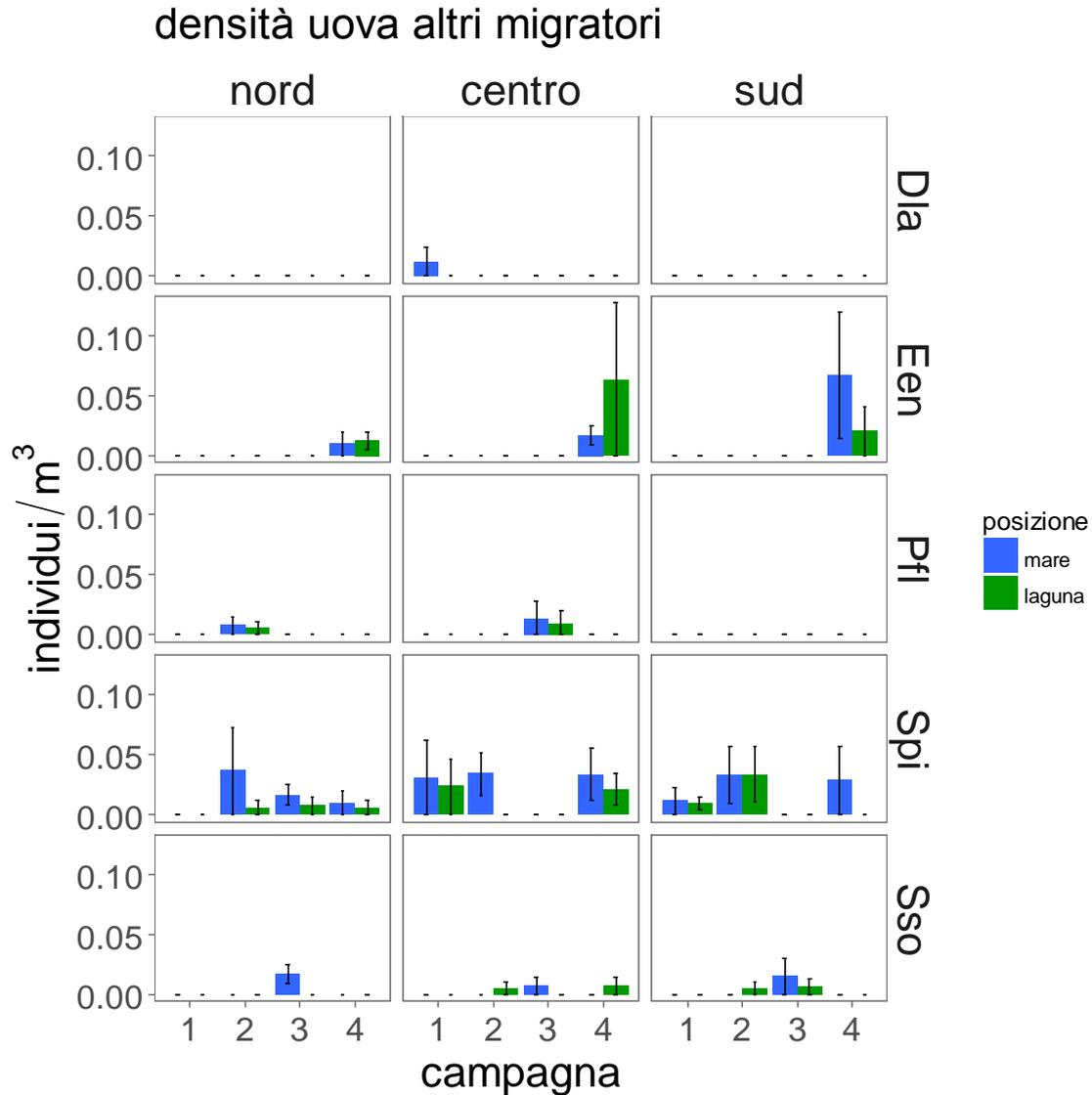


Figura 12. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova dei taxa “migratori marini” campionati solo occasionalmente, raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni. Dla = *D. labrax*, Een = *E. encrasicolus*, Pfl = *P. flesus*, Spi = *S. pilchardus*, Sso = *S. solea*.

Considerando le larve totali, i tre sottobacini mostrano lo stesso andamento temporale, con densità significativamente più elevate nella IV campagna rispetto alla I e alla III (tab. 8, fig. 13). Inoltre, le densità in laguna sono risultate essere sempre significativamente più elevate che in mare (tab. 8, fig. 13). Considerando la sola componente migratrice, invece, non sono state riscontrate differenze significative tra campagne, posizioni o sottobacini (tab. 8), anche se è presente un picco di densità durante la II campagna (fig. 13), attribuibile alle larve di spratto (fig. 14). Le larve delle altre specie migratrici sono state rinvenute con densità di un ordine di grandezza inferiori rispetto allo spratto e, ad esclusione della sardina, mai in tutti e tre i sottobacini: spigola e passera sono state campionate solo nel sottobacino nord, la sogliola anche in quello centrale (fig. 15).

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

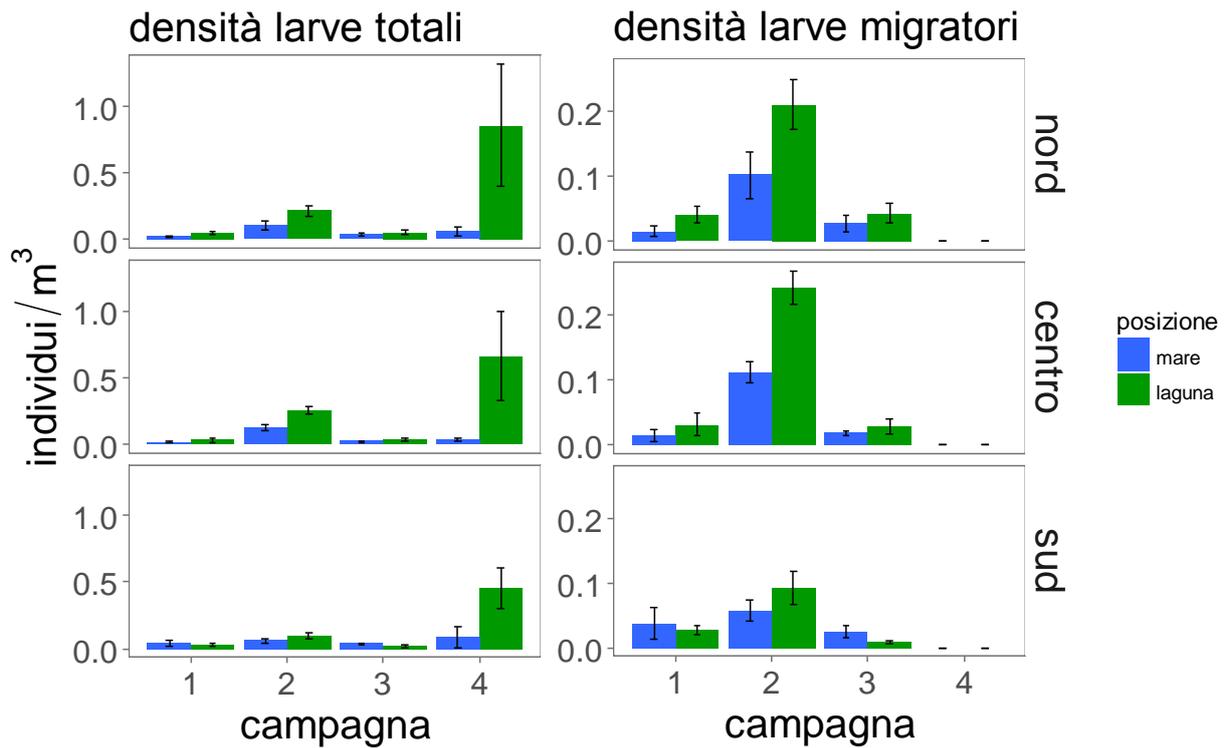


Figura 13. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve totali (sinistra) e delle larve di “migratori marini” (destra) raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

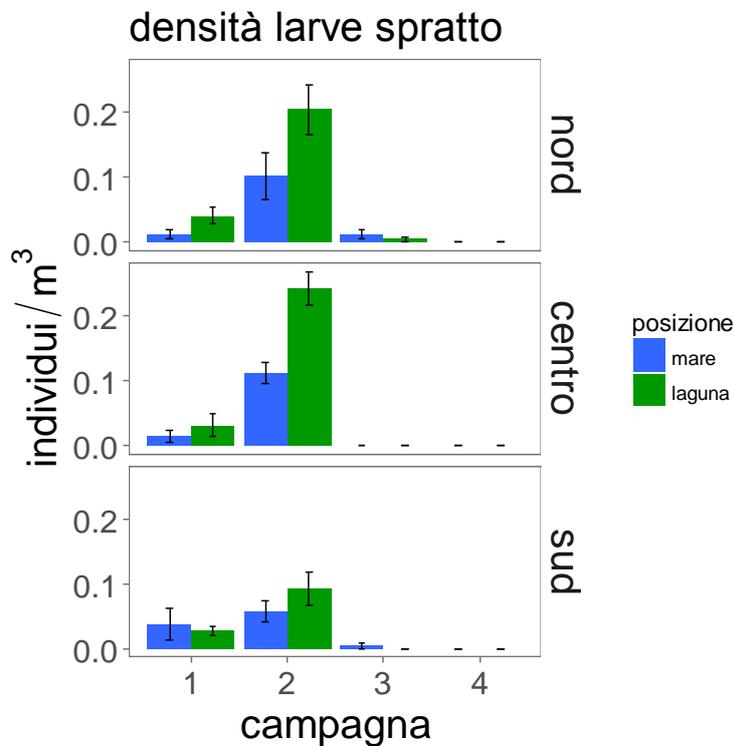


Figura 14. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve di *S. sprattus* raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

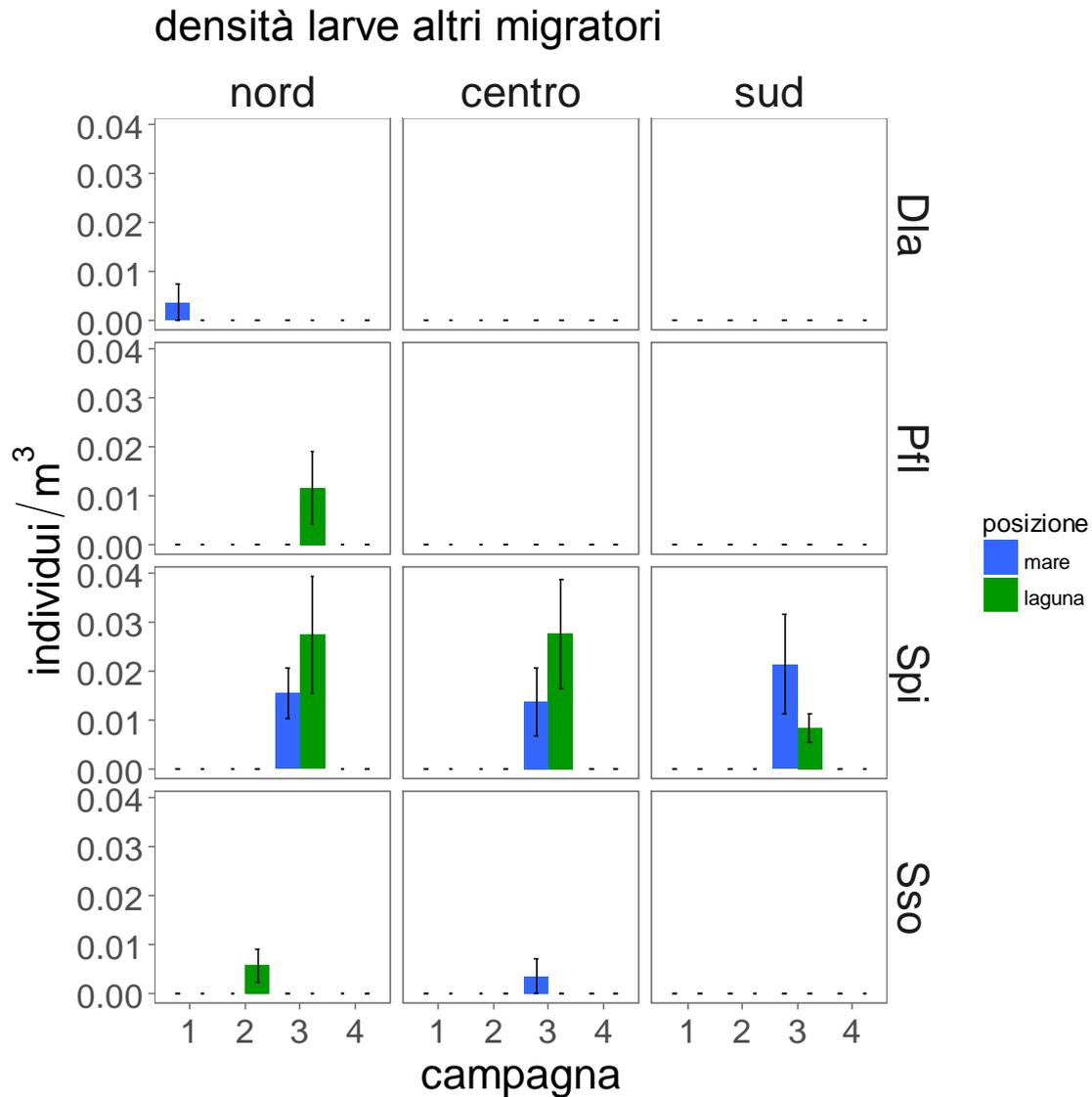


Figura 15. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve dei taxa "migratori marini" campionati solo occasionalmente, raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni. Dla = *D. labrax*, Pfl = *P. flesus*, Spi = *S. pilchardus*, Sso = *S. solea*.

Le densità registrate nelle quattro campagne sono state utilizzate (considerando le stazioni di bocca come interne alla laguna) per calcolare l'indice di colonizzazione (fig. 16-19). Questo indice è stato calcolato, separatamente per uova e larve, sull'intera comunità ittioplanctonica, sulla sola componente migratrice e sullo spratto. L'indice calcolato per le uova totali è sempre risultato inferiore a 0.5 ad indicare un accumulo relativo di uova nelle acque lagunari in tutti e tre i sottobacini e in tutte le campagne di campionamento, con la sola eccezione della III campagna nel sottobacino sud quando il valore dell'indice è risultato di poco superiore a 0.5 (ad indicare una situazione in cui non c'era accumulo di uova né in mare né in laguna) (fig. 16). Nel caso delle uova delle sole specie migratrici (fig. 16), la soglia di 0.5 risulta superata invece nei sottobacini nord e centrale relativamente alla sola IV campagna. Per quanto riguarda le uova di spratto (fig. 17), queste sono risultate presenti soprattutto nei campioni raccolti in mare, con la sola significativa eccezione del sottobacino sud nella II campagna, quando le uova di queste specie sono state rinvenute soprattutto nelle stazioni lagunari.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

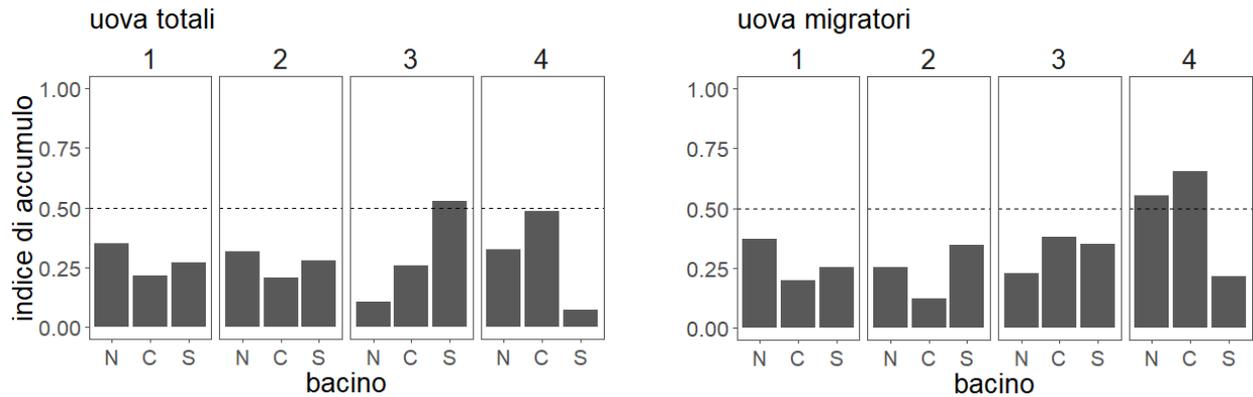


Figura 16. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova totali (sinistra) e per uova di “migratori marini” (destra), suddiviso per campagna e per sottobacino.

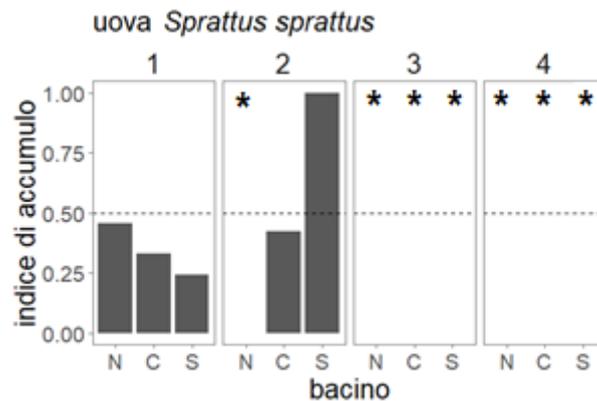


Figura 17. Indice di colonizzazione calcolato per le uova di *Sprattus sprattus*, suddiviso per campagna e sottobacino. * = nessuna uovo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

Le larve, invece, sono risultate caratterizzate da valori dell'indice di colonizzazione in molti casi superiori alla soglia di 0.5 (figg. 18 e 19), ad indicare una maggiore colonizzazione delle acque lagunari rispetto a quanto osservato per le uova. Le larve totali sono risultate quasi sempre relativamente più abbondanti in laguna rispetto alle stazioni marine, ad eccezione del sottobacino sud durante la I campagna e della III campagna in tutti e tre i sottobacini (fig. 18). Lo stesso pattern è osservabile per la componente migratrice, ad eccezione della IV campagna, quando non sono state campionate larve appartenenti a questa guild in laguna (fig. 18). Nel caso dello spratto, è stato possibile osservare un accumulo delle larve di questa specie nei sottobacini nord e centrale nella prima campagna, e in tutti i tre sottobacini nella II campagna (fig. 19). Si osserva invece un accumulo di larve di spratto in laguna solo durante la I e la II campagna in tutti i sottobacini (ad eccezione del sottobacino sud durante la I campagna) (fig. 19).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

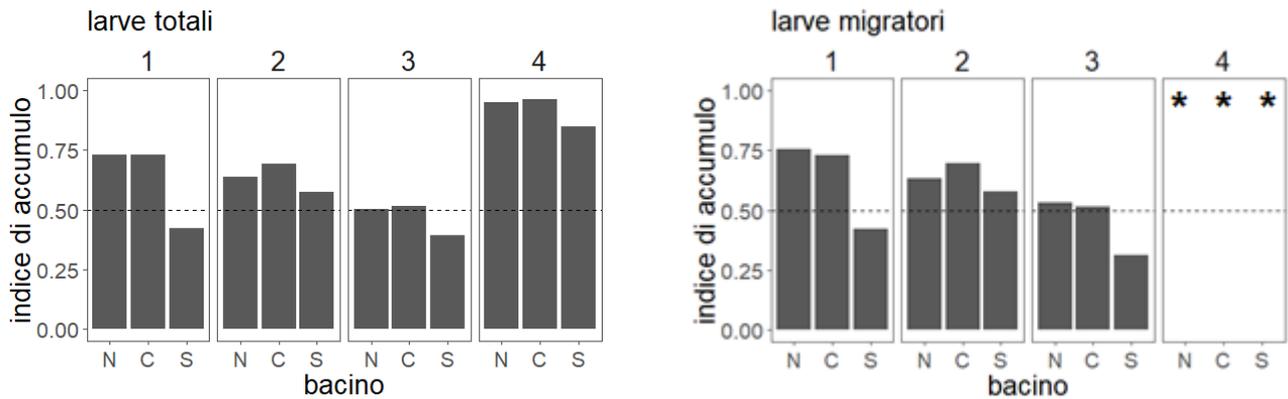


Figura 18. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per larve totali (sinistra) e per larve di “migratori marini” (destra), suddiviso per campagna e per sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile.

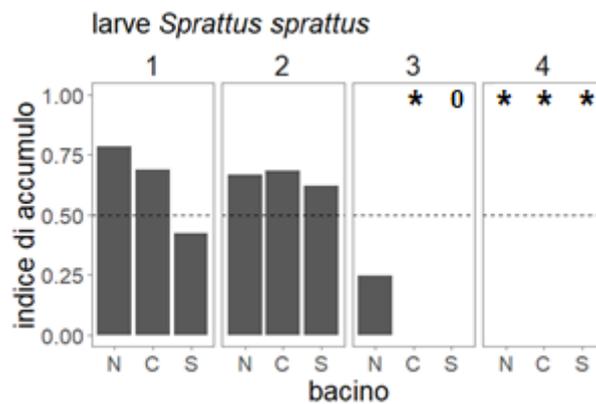
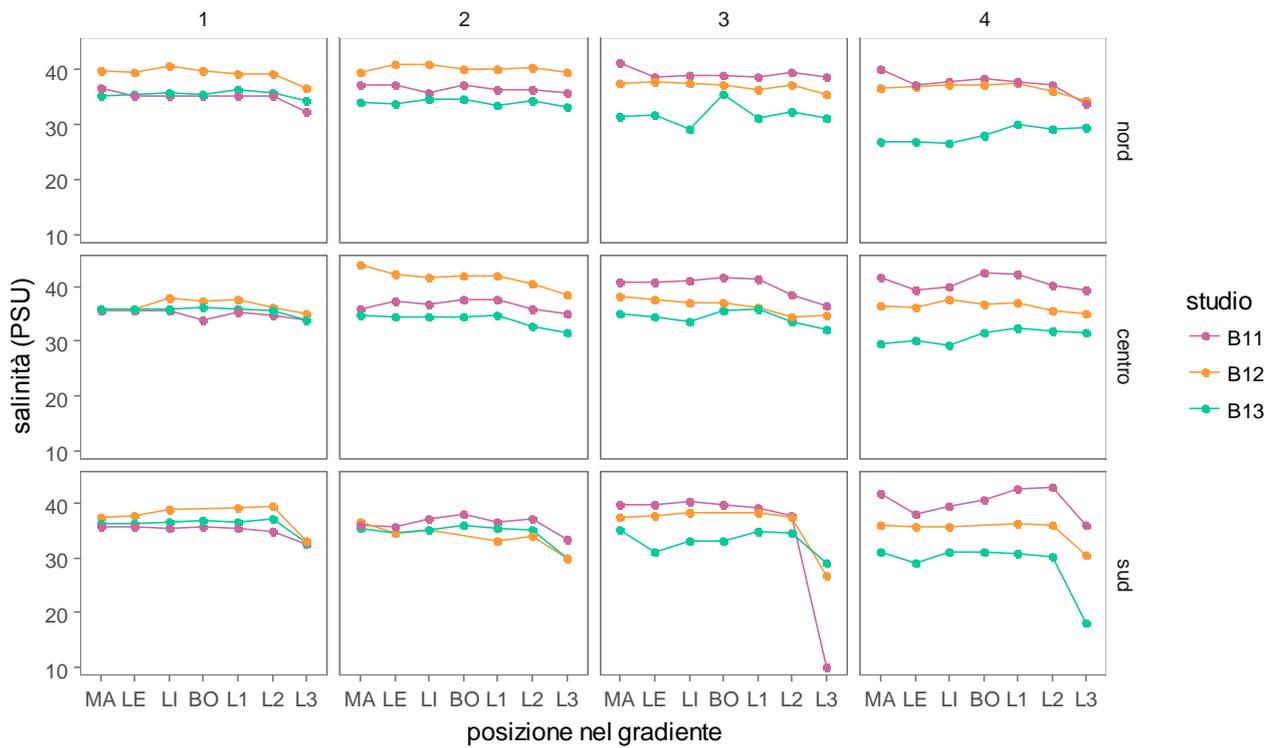
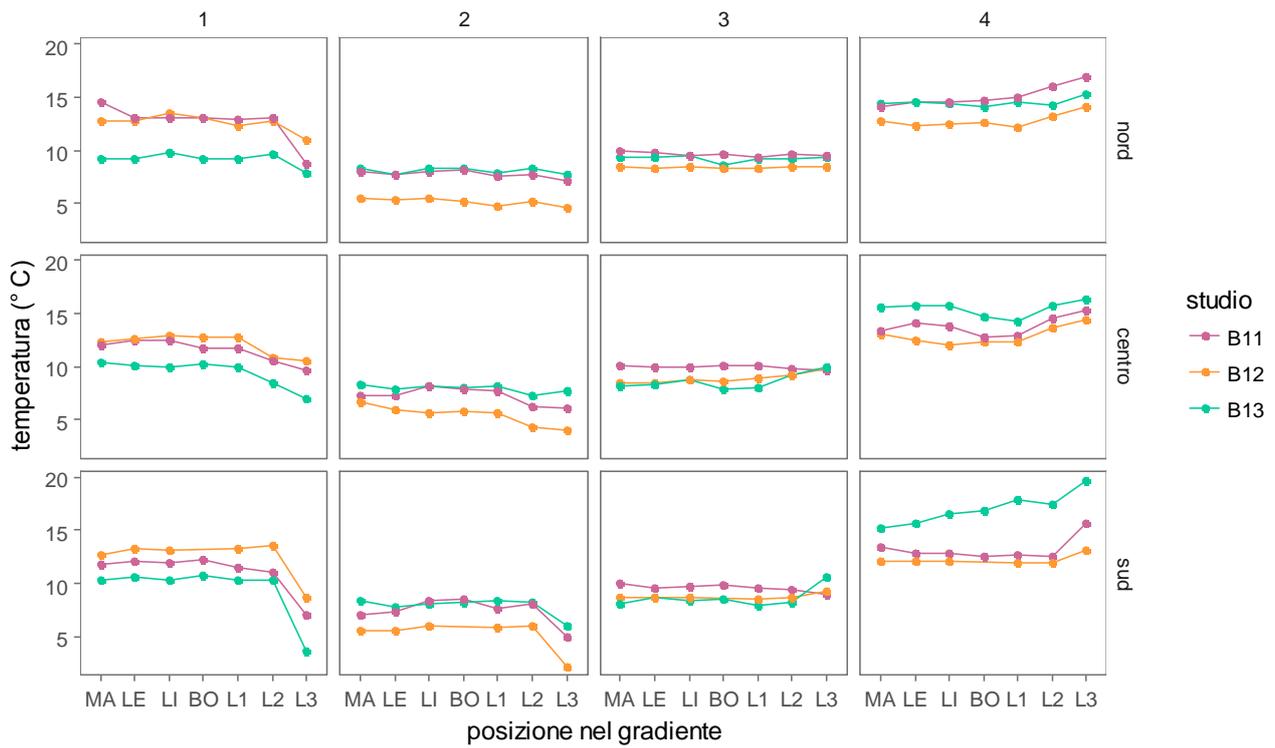


Figura 19. Indice di colonizzazione calcolato per le larve di *Sprattus sprattus*, suddiviso per campagna e sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile. 0 = larve trovate solo in mare.

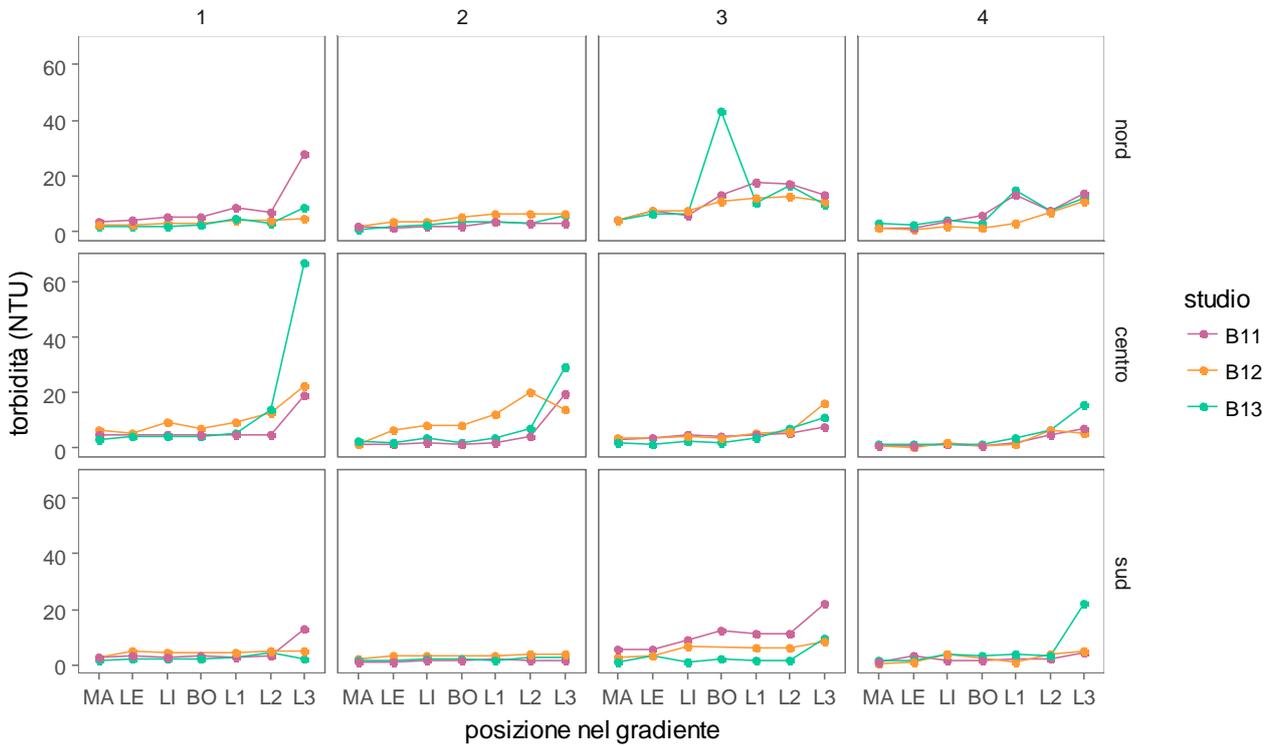
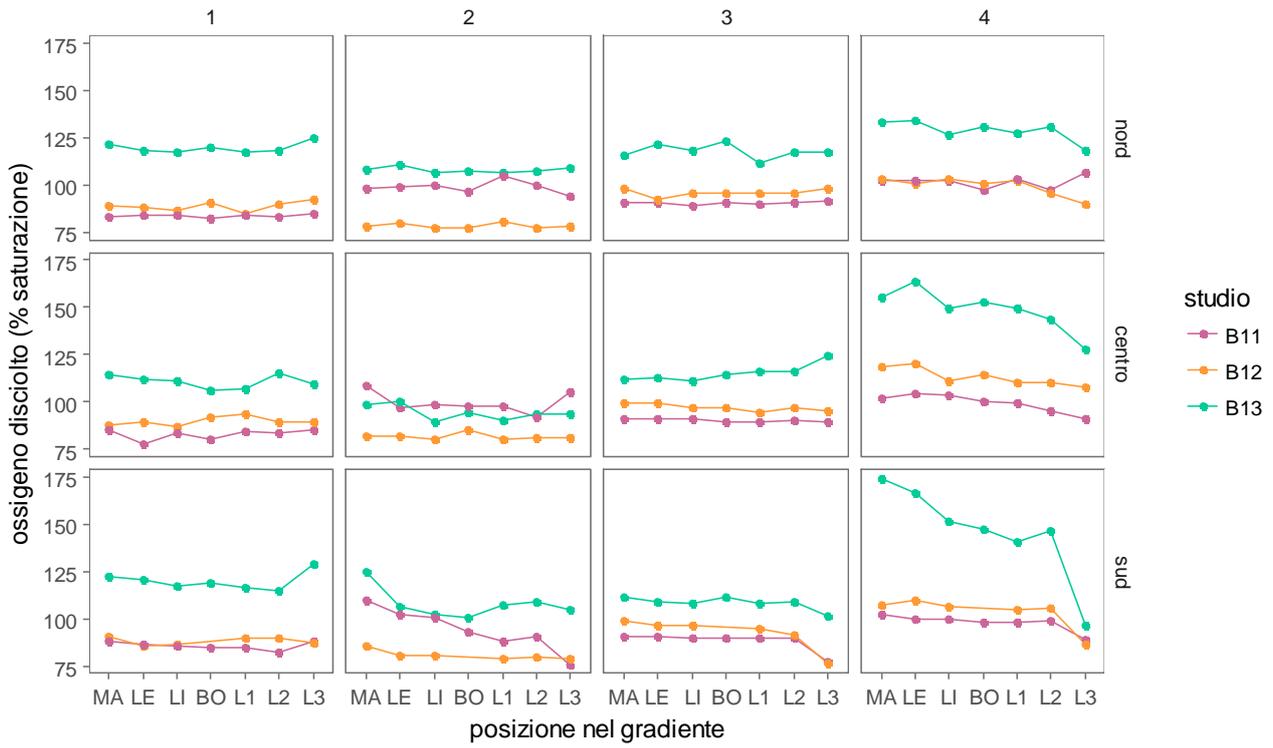
3.1.2 Confronto fra cicli di monitoraggio (B/11: 2015-2016; B/12: 2016-2017; B/13: 2017-2018) - Ittioplancton

I parametri ambientali raccolti nel corso dei tre Studi (fig. 20) mostrano una sostanziale omogeneità sia spaziale (lungo i gradienti mare-laguna dei tre sottobacini) che temporale (nel corso delle 4 campagne di campionamento), anche se alcune differenze sono comunque rilevabili. Rispetto a quanto osservato durante gli Studi B/11 e B/12, ad esempio, le temperature registrate nel periodo 2017-2018 (B/13) sono risultate essere più basse in tutti e i tre sottobacini durante la I campagna e, solo per i sottobacini centrale e meridionale, più alte durante la IV (fig. 20). Durante la II campagna, in tutti e tre i sottobacini, sono invece state misurate temperature più basse nello Studio B/12. Differenze tra studi si possono osservare anche per la salinità, che a partire dalla II campagna (III per il sottobacino sud) risulta generalmente più bassa durante lo Studio B/13, e per la concentrazione di ossigeno disciolto, che durante lo Studio B/13 è quasi sempre sopra la soglia di saturazione, mentre durante lo Studio B/11 e il B/12 mostra valori attorno al 100% o più bassi (fig. 20). La torbidità dell’acqua e la concentrazione di clorofilla mostrano invece pattern confrontabili tra studi durante le 4 campagne, ad eccezione di alcune anomalie (fig. 20).

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

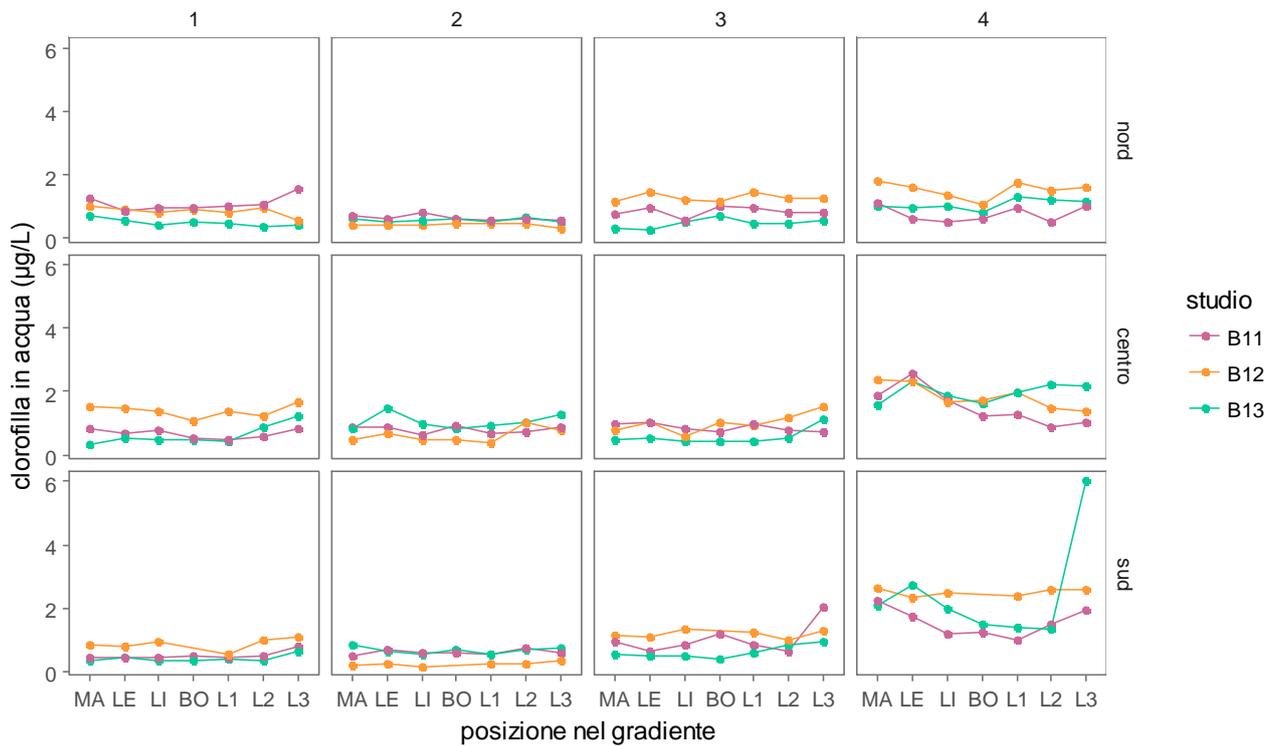
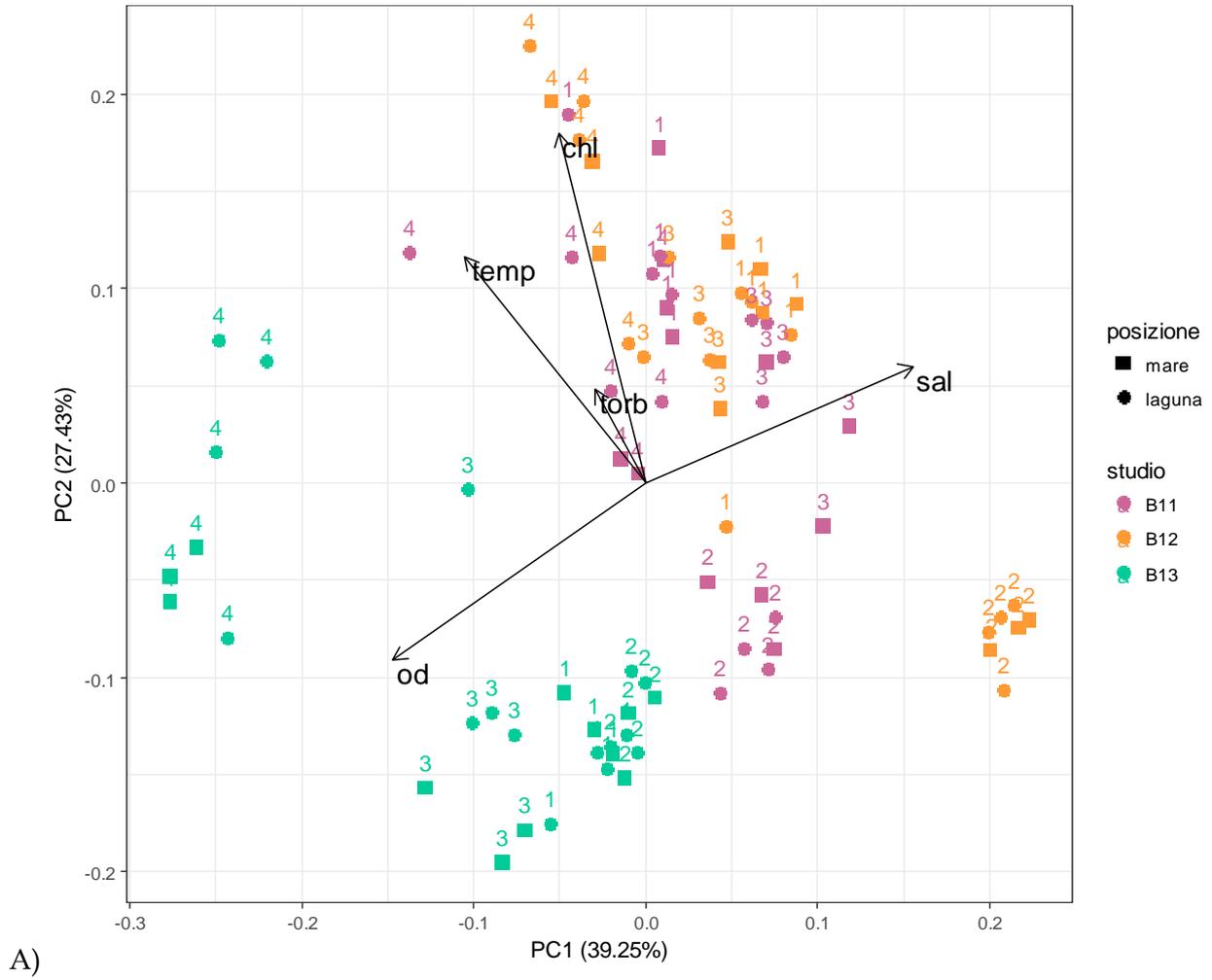


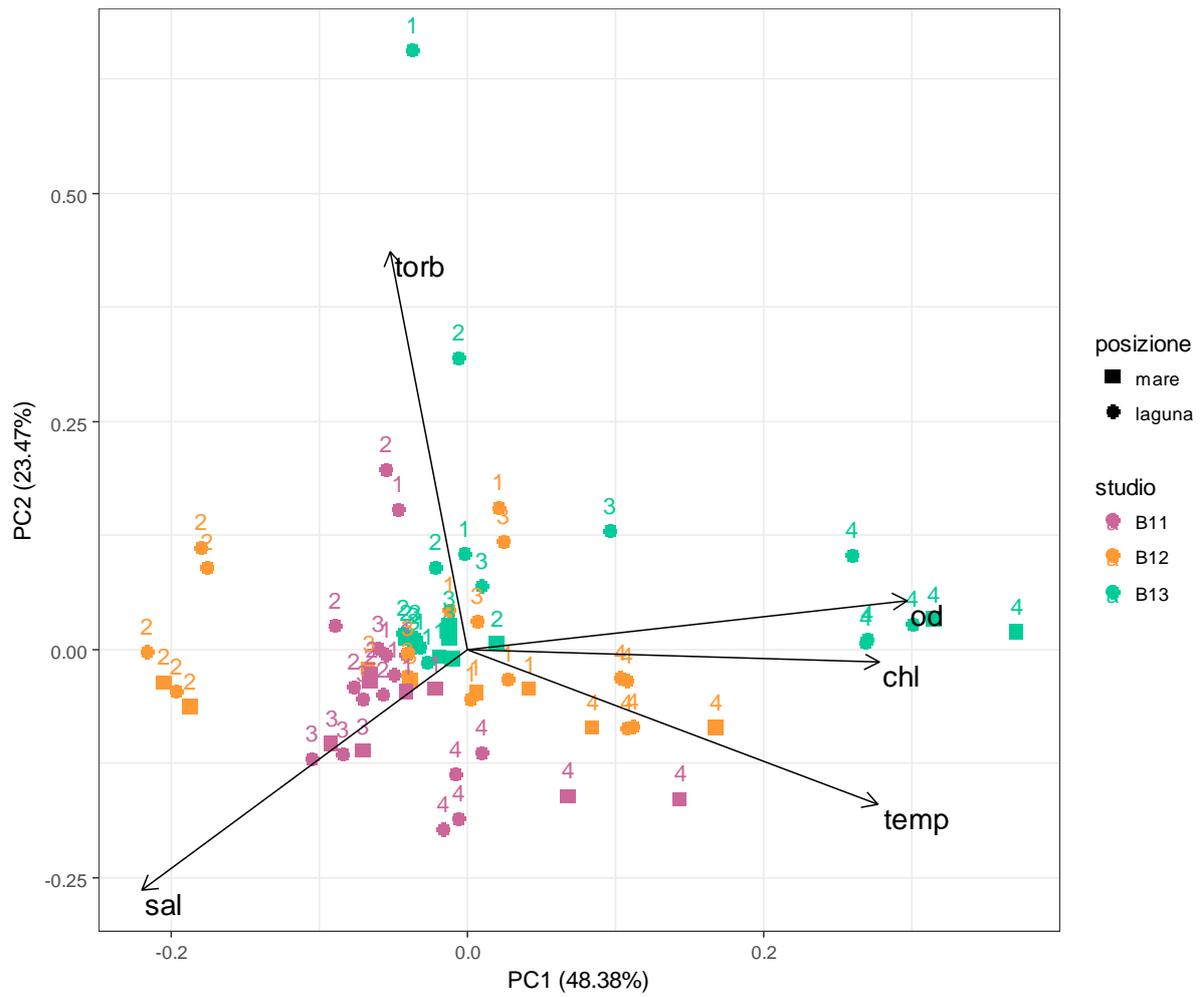
Figura 20. Andamento dei parametri ambientali registrati nelle stazioni campionate con bongo net durante gli studi B/11, B/12, B/13 disposte nell'ordine lungo il gradiente mare-laguna. MA-LI: stazioni marine, BO = bocca di porto, L1-L3 = stazioni lagunari, da quella più vicina alla bocca di porto (L1) a quella più confinata (L3).

L'analisi delle componenti principali, effettuata separatamente per sottobacino (fig. 21), conferma alcune delle differenze sopra citate. Ad esempio, nel sottobacino nord (fig. 21A), dove la PCA spiega il 67% della varianza complessiva, le osservazioni raccolte durante lo Studio B/13 si distinguono chiaramente da quelle degli studi precedenti, principalmente a causa delle concentrazioni di ossigeno disciolto. Nei sottobacini centrale (fig. 21B) e sud (fig. 21C) le differenze tra studi sono meno marcate. Al contrario, le due PCA, che spiegano rispettivamente il 72% e il 73% della varianza complessiva, evidenziano differenze tra campagne (in particolare tra le prime 3 e la IV) che risultano maggiori rispetto a quelle tra anni di campionamento, principalmente per l'aumento della temperatura, dell'ossigeno disciolto e della concentrazione di clorofilla.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

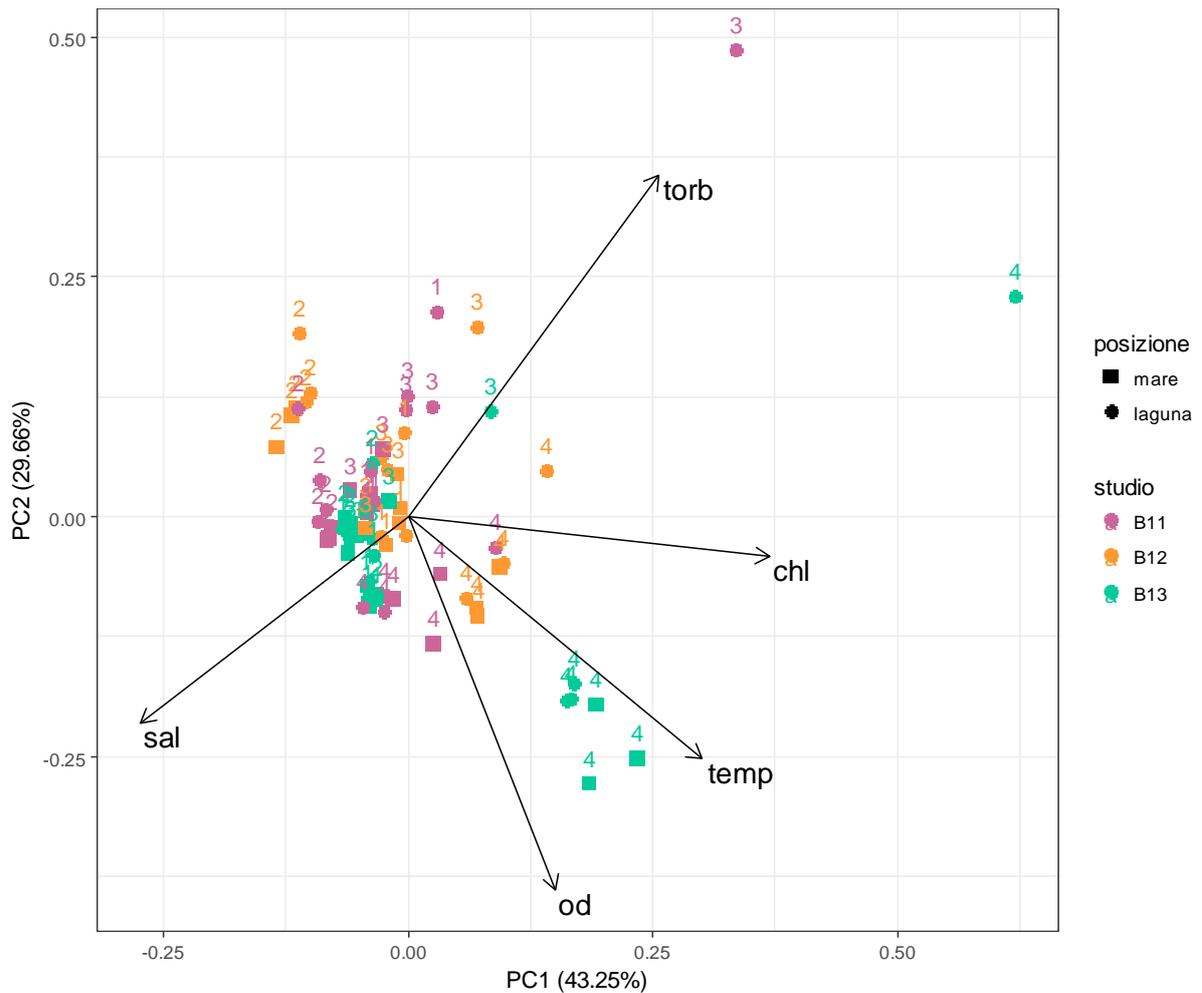


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



B)

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



C)

Figura 21. Ordinamento mediante PCA delle stazioni di campionamento di uova e larve basato sui parametri ambientali registrati durante i campionamenti degli studi B/11, B/12 e B/13 nei diversi sottobacini: nord (A), centro (B) e sud (C). I numeri accanto ai simboli indicano la campagna di campionamento. torb = torbidità, sal = salinità, chl = clorofilla disciolta in acqua, temp = temperatura, od = ossigeno disciolto.

Nel corso dei tre anni di studio, i campionamenti con bongo net hanno permesso di raccogliere uova e larve appartenenti a 25 taxa afferenti a 18 famiglie di teleostei (tab. 9). Da un punto di vista funzionale, 15 di questi taxa appartengono alla guild dei marini occasionali, 8 a quella dei "migratori marini" e 2 a quella dei residenti lagunari. Gli 8 taxa di "migratori marini" sono stati campionati, sia allo stadio di uovo che di larva, in tutti e 3 i cicli di campionamento, ad eccezione della spigola, le cui larve non sono state rinvenute nel corso dello Studio B/11, e delle uova di *Chelon* e delle larve di orata, campionate invece unicamente nello Studio B/11.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 9. Lista dei taxa ritrovati allo stadio di uovo e larva durante i campionamenti con bongo net effettuati durante lo Studio B/11, B/12 e B/13. In grassetto sono evidenziati i "migratori marini". r = residenti, mm = "migratori marini", ms = marini occasionali.

Famiglia	Taxon	Nome comune	Guild	Uova			Larve		
				B/11	B/12	B/13	B/11	B/12	B/13
Bothidae	<i>Arnoglossus</i> n.i.		ms				X	X	X
	Bothidae n.i.		ms	X	X	X	X		
Callionymidae	Callionymidae n.i.		ms	X	X	X			
	<i>Trachurus trachurus</i>	Sugarello	ms	X					
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	mm	X	X	X	X	X	X
	<i>Sprattus sprattus</i>	Spratto	mm	X	X	X	X	X	X
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Acciuga	mm	X	X	X	X	X	X
Gadidae	Gadidae n.i.		ms	X	X	X		X	X
Gobiidae	Gobiidae n.i.		r			X	X	X	X
Lotidae	<i>Gaidropsarus</i> n.i.		ms	X	X			X	
Merluccidae	<i>Merluccius merluccius</i>	Nasello	ms					X	
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Spigola	mm	X	X	X		X	X
Mugilidae	<i>Chelon</i> n.i.	Cefalo	mm	X					
Sparidae	Sparidae n.i.		ms	X			X		
	<i>Sparus aurata</i>	Orata	mm				X		
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	Passera	mm	X	X	X	X	X	X
	Scophthalmidae n.i.	Rombo	ms				X	X	X
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>		ms	X	X	X	X	X	X
	<i>Microchirus</i> n.i.		ms	X		X			
	<i>Pegusa</i> n.i.		ms	X			X		
	<i>Solea solea</i>	Sogliola	mm	X	X	X	X	X	X
	Soleidae n.i.		ms	X					
Syngnathidae	<i>Nerophis ophidion</i>	Pesce ago sottile	r						X
	<i>Echiichthys vipera</i>	Tracina vipera	ms	X	X	X			
Triglidae	Triglidae n.i.		ms				X		

Le densità di uova totali mostrano valori confrontabili tra B/12 e B/13, mentre le differenze significative evidenziate dai test riguardano essenzialmente il monitoraggio B/11 (tab. 10). Durante la IV campagna, infatti, la densità di uova raccolte durante lo Studio B/11 è significativamente superiore alle densità registrate nello Studio B/12 e nel B/13 (tab. 10, fig. 22). Proprio il contributo dei valori relativi allo Studio B/11 determina, nel complesso, densità

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

significativamente più elevate nelle stazioni marine rispetto a quelle lagunari, con pattern confrontabili tra i tre sottobacini (fig. 22). Per quanto riguarda le densità di uova delle specie migratrici, non sono state riscontrate differenze significative tra studi, posizioni o sottobacini (tab.10, fig. 22). I test mostrano invece differenze significative tra campagne (tab. 10); nelle prime due campagne si osservano infatti densità generalmente più elevate rispetto alle ultime due (fig. 22). Quanto osservato per la comunità migratrice nel suo complesso sembra influenzato principalmente dalla densità di uova di spratto (tab. 10, fig. 23). Queste sono state rinvenute esclusivamente nelle prime due campagne, con dei picchi massimi di densità durante la II campagna dello Studio B/11 e del B/12, e durante la I campagna dello Studio B/13, senza mostrare però differenze significative tra stazioni marine e lagunari.

Tabella 10. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra cicli di monitoraggio, campagne, posizioni e sottobacini, effettuato confrontando le densità medie di uova e larve calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei migratori e per *Sprattus sprattus*. * = risultato del test significativo per $P < 0.05$, n.s. = risultato del test non significativo. Le statistiche associate ai test sono riportate in Appendice 2.

Fattore	Uova totali	Uova migratori	Larve totali	Larve migratori	Uova <i>S. sprattus</i>	Larve <i>S. sprattus</i>
Sottobacino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Campagna	*	*	*	*	*	*
Posizione	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Studio	*	n.s.	*	*	n.s.	*
Sottobacino x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Campagna x Studio	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

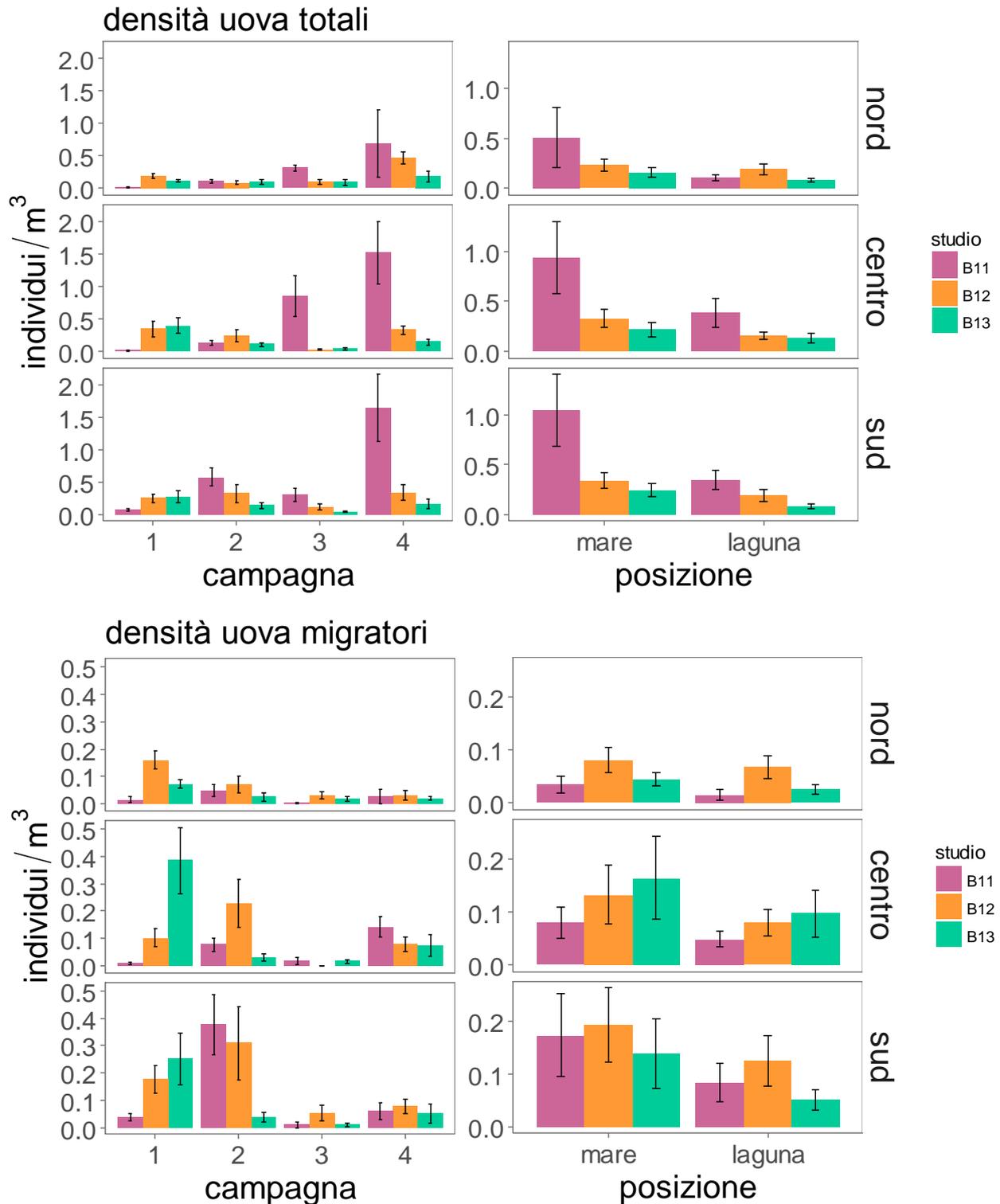


Figura 22. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova totali (alto) e delle uova di “migratori marini” (basso) raggruppate per sottobacino e per campagna (sinistra) e per sottobacino e per posizione (destra); i colori indicano i differenti Studi.

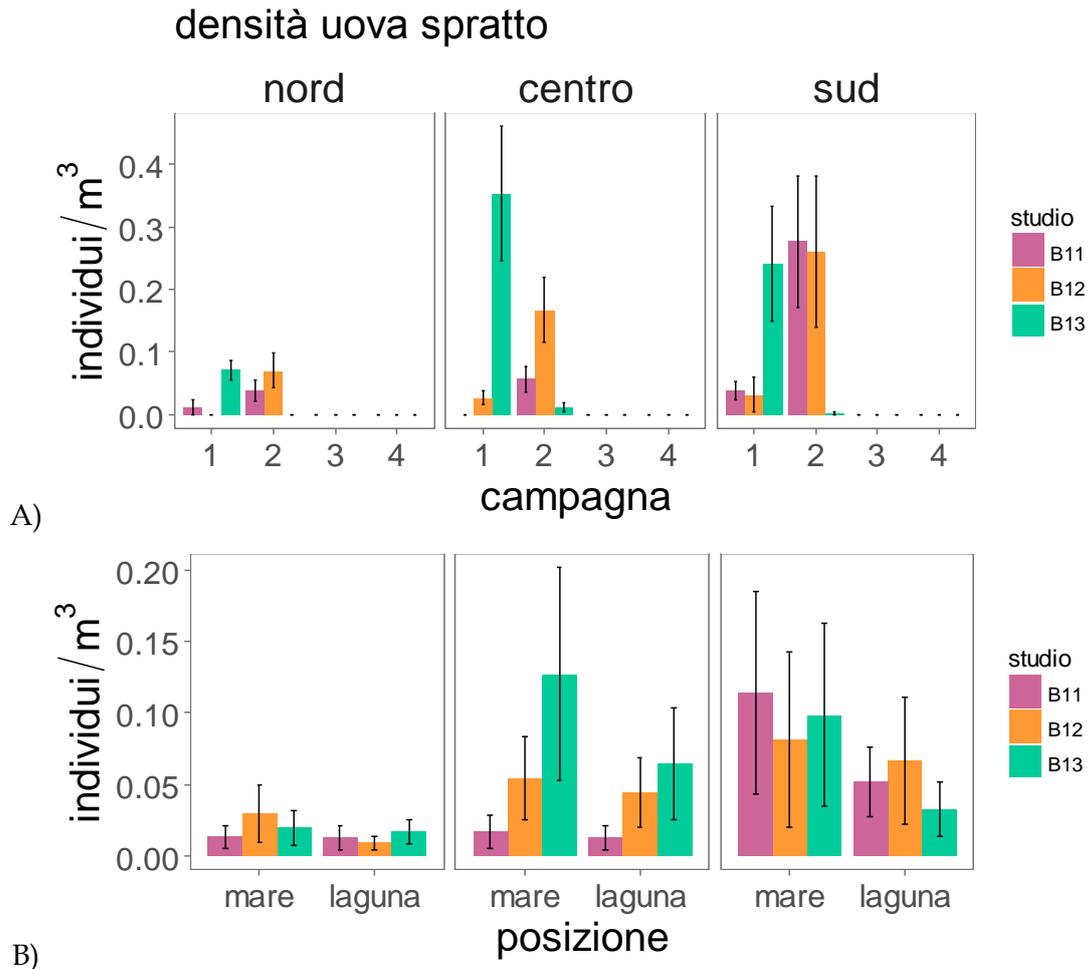


Figura 23. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova di *Sprattus sprattus* raggruppate per sottobacino e per campagna (A) e per sottobacino e per posizione (B); i colori indicano i differenti Studi.

Per quanto riguarda le larve campionate nel corso dei tre anni di studio, sia per l'intera comunità ittioplanctonica che per la sola componente migratrice si possono osservare pattern confrontabili tra i tre sottobacini, senza differenze significative tra stazioni marine e lagunari (tab. 10, fig. 24). I test hanno invece rilevato differenze significative nelle densità di larve tra studi e campagne, imputabili, come nel caso delle uova, alle larve di spratto, che hanno mostrato un picco di densità durante la II campagna del B/12 (tab. 10, fig. 25).

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

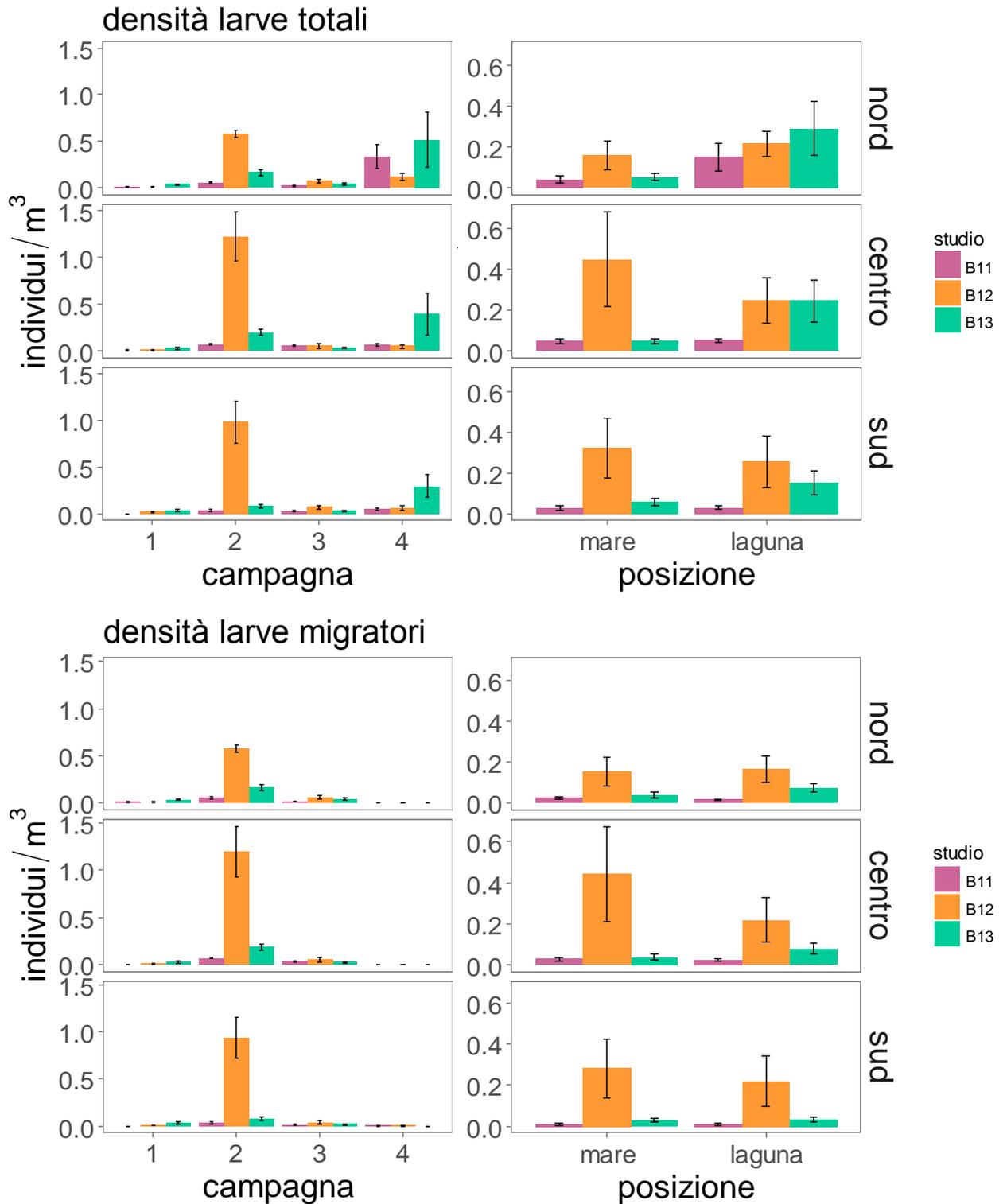


Figura 24. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve totali (alto) e delle larve di “migratori marini” (basso) raggruppate per sottobacino e per campagna (sinistra) e per sottobacino e per posizione (destra); i colori indicano i differenti Studi.

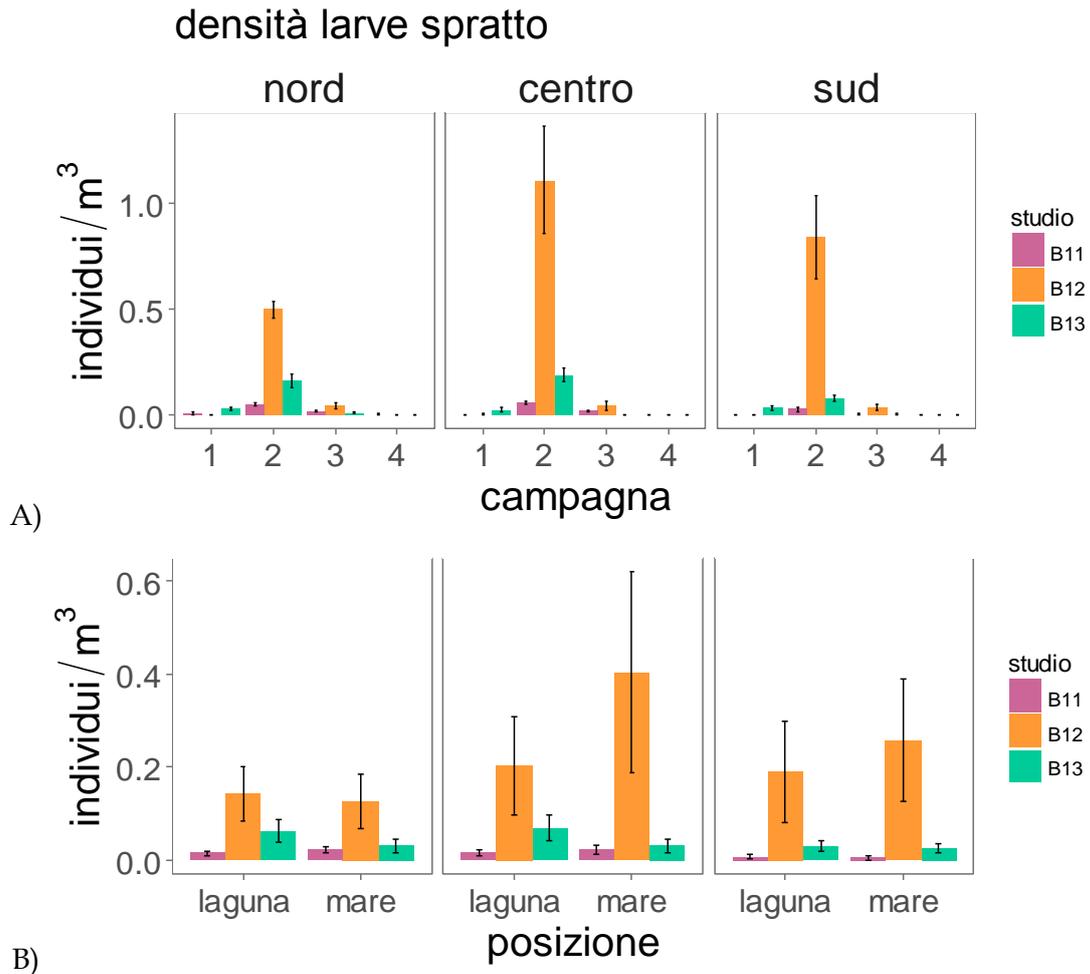


Figura 25. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve di *Sprattus sprattus* raggruppate per sottobacino e per campagna (A) e per sottobacino e per posizione (B); i colori indicano i differenti Studi.

Per quanto riguarda l'indice di colonizzazione (I_c) calcolato per le uova, soltanto occasionalmente son stati osservati valori superiori a 0.5 (ad indicare un accumulo di organismi all'interno dell'ambiente lagunare), sia considerando l'intera comunità ittioplanctonica (fig. 26A) che la sola componente migratrice (fig. 26B). Nella maggioranza di casi e relativamente al triennio di indagine, i valori dell'indice per le uova sono risultati ben al di sotto del valore soglia di 0.5. Nel caso dei MM (fig. 26B), un accumulo di uova nelle stazioni lagunari è stato osservato solo nel sottobacino centrale nella I campagna del B/11, e nel sottobacino nord nella III campagna del B/12. Nel caso dello spratto (fig. 27), valori dell' I_c superiori a 0.5 sono stati osservati solo occasionalmente nel triennio (nel sottobacino sud, durante la II campagna del B/12, e nel sottobacino nord, durante la I campagna del B/11).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

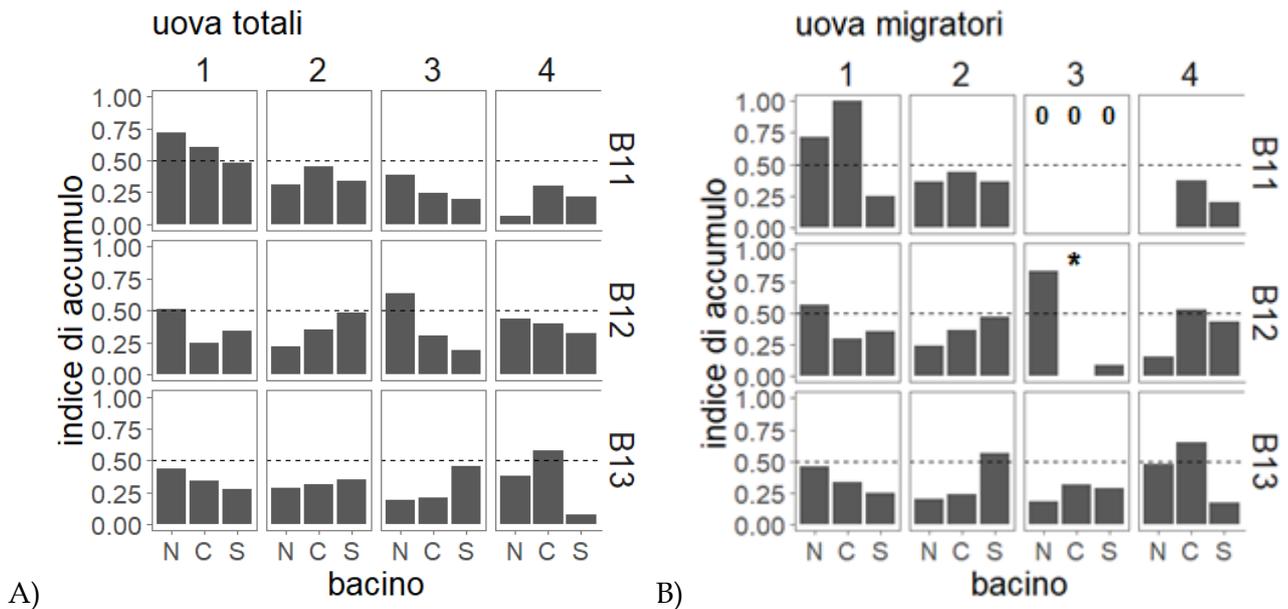


Figura 26. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova totali (A) e per uova di "migratori marini" (B), suddiviso per campagna, per sottobacino e per Studio. * = nessun uovo campionato nel transetto, indice non calcolabile. 0 = uova trovate solo in mare.

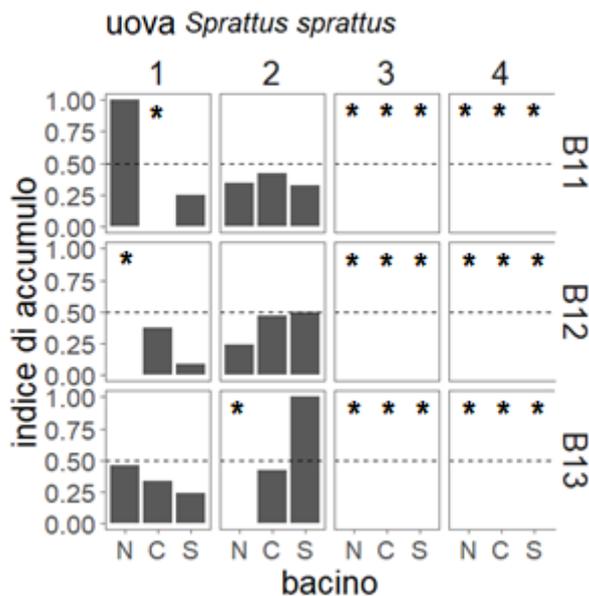


Figura 27. Indice di colonizzazione calcolato per le uova di *Sprattus sprattus*, suddiviso per campagna, per sottobacino e per Studio. * = nessun uovo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

Nel caso delle larve totali, valori di I_c superiori a 0.5 sono stati osservati soprattutto nell'ultimo ciclo di monitoraggio, se confrontato con i due cicli precedenti. Valori superiori a 0.5 sono stati comunque osservati nell'ultima campagna di campionamento di tutti i tre cicli considerati, e sono riconducibili alla presenza nell'ittioplancton di larve di gobiidi (residenti lagunari), con l'unica eccezione del sottobacino sud nel secondo ciclo di indagine (fig. 28). Per quanto riguarda le larve dei soli migratori marini (fig. 28B), nelle prime tre campagne di campionamento dei tre cicli di monitoraggio il pattern evidenziato è simile a quello delle larve totali (fig. 28A); nel corso della IV campagna non sono state rinvenute o non sono state rinvenute in laguna larve di migratori marini,

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

in tutti e tre i cicli di monitoraggio, con l'unica eccezione del sottobacino sud nello studio B/12. Da evidenziare l'accumulo relativo di larve di migratori marini osservato nelle stazioni lagunari nel sottobacino nord nella prima campagna di indagine di tutti i tre cicli analizzati (fig. 28B); nei cicli B/11 e B/12 valori superiori a 0.5 dell'I_c sono stati inoltre osservati nella III campagna del B/12, nel sottobacino centrale, e nella IV campagna dello stesso ciclo di monitoraggio, nel sottobacino sud. I valori di I_c osservati nelle prime due campagne di campionamento dello studio B/13 sono essenzialmente riconducibili alla distribuzione nei campioni delle larve di spratto (fig. 29).

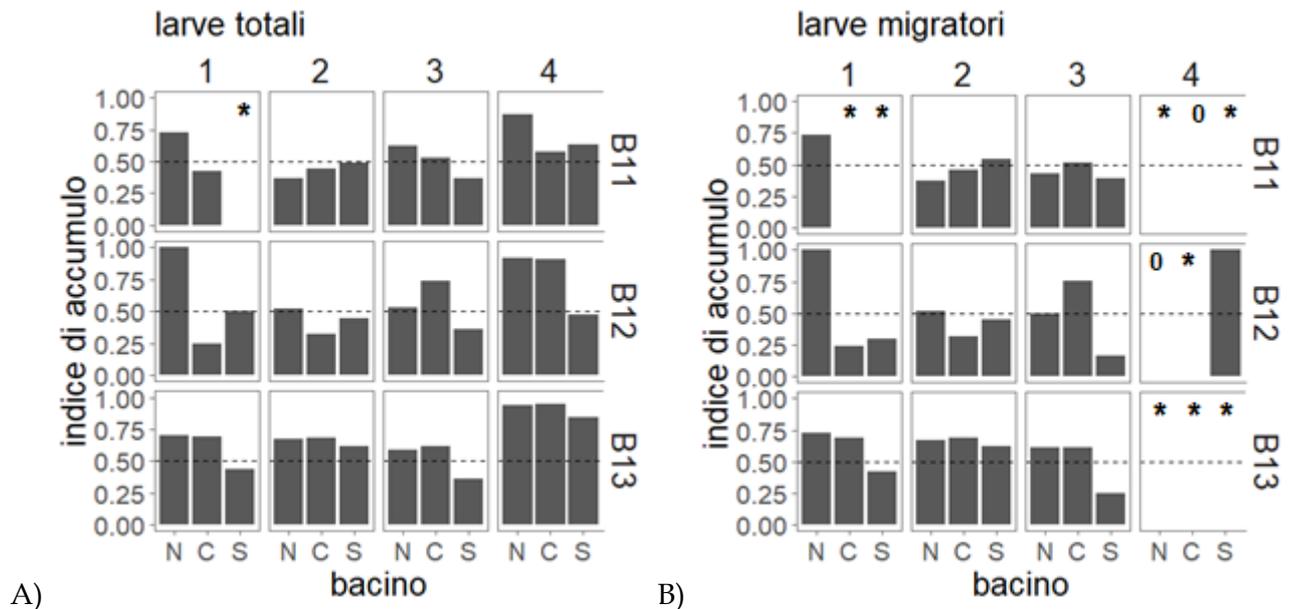


Figura 28. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per larve totali (A) e per larve di "migratori marini" (B), suddiviso per campagna, per sottobacino e per Studio. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile. 0 = larve trovate solo in mare.

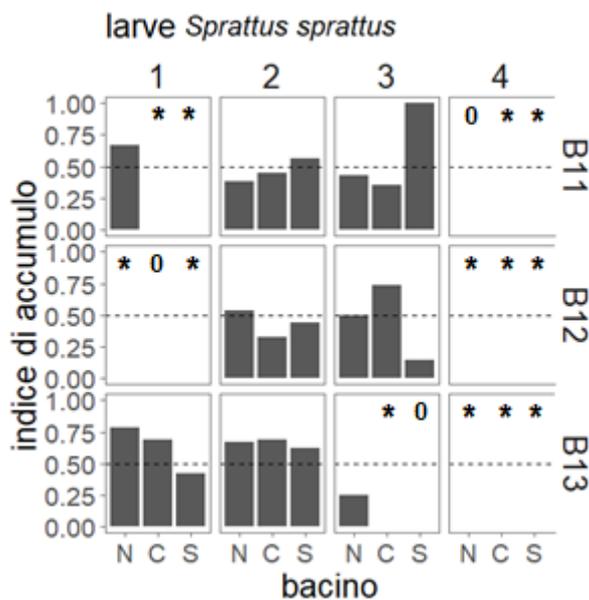
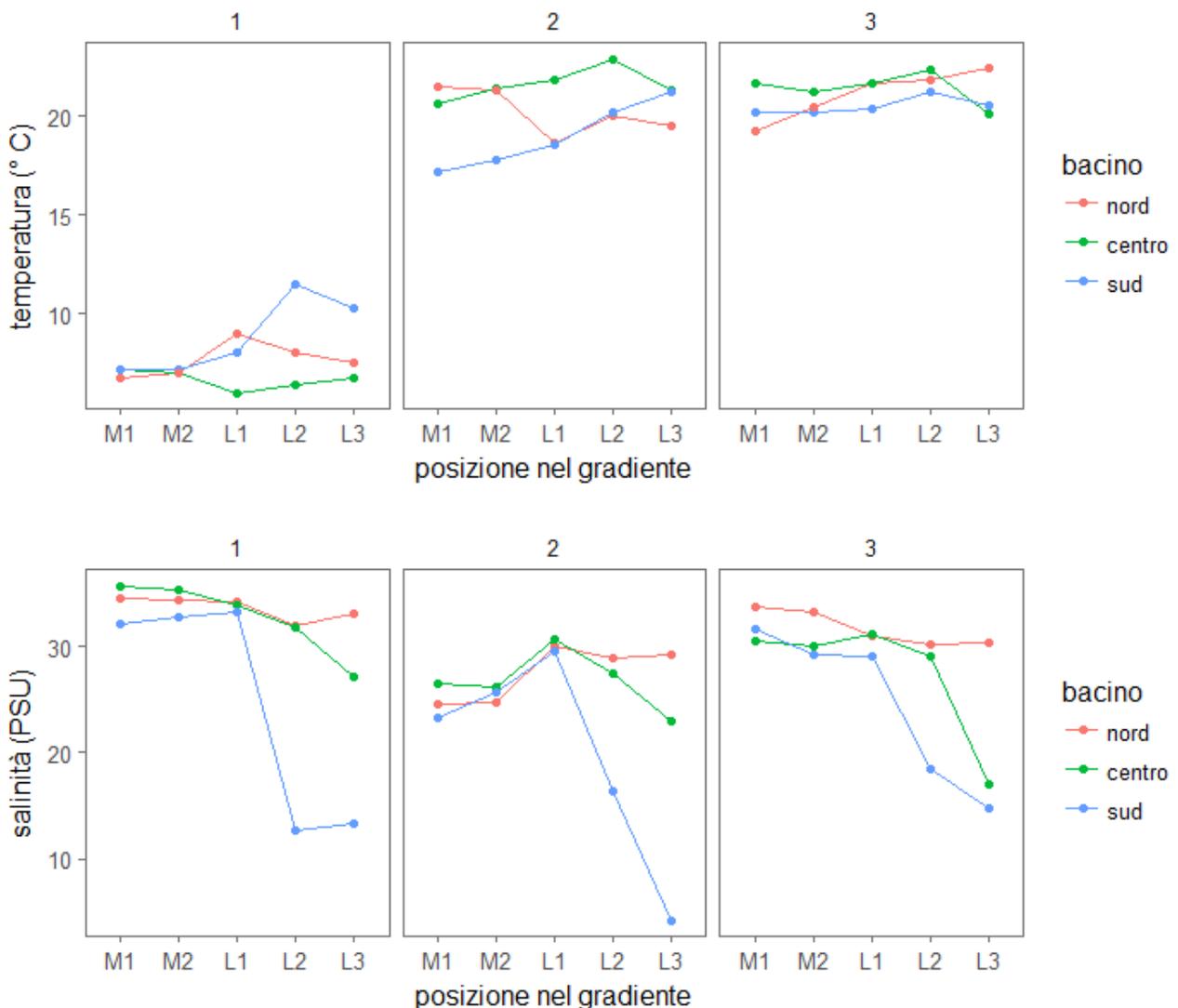


Figura 29. Indice di colonizzazione calcolato per le larve di *Sprattus sprattus*, suddiviso per campagna, per sottobacino e per Studio. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile. 0 = larve trovate solo in mare.

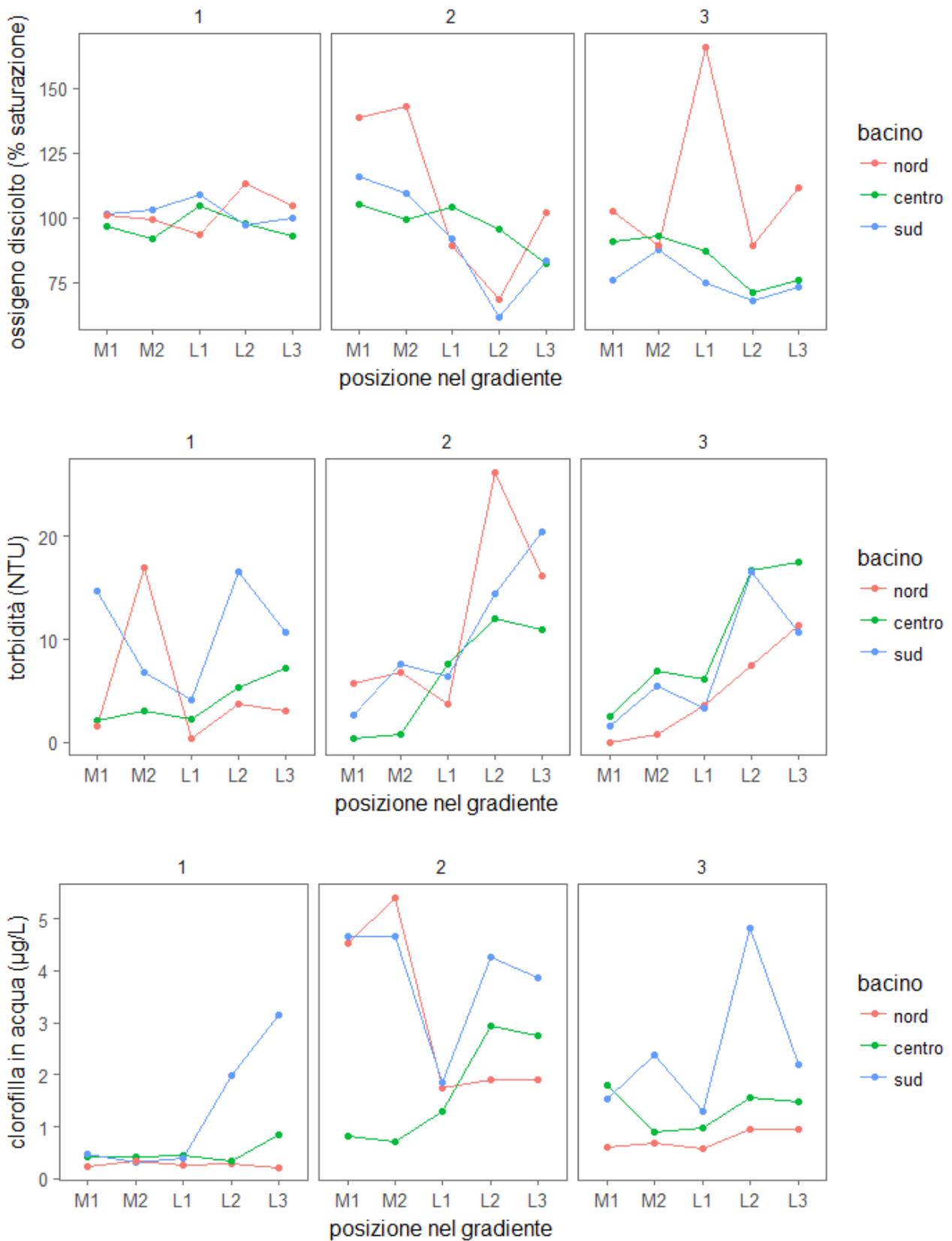
3.2 Monitoraggio di postlarve e giovanili del popolamento ittico di basso fondale

3.2.1 Ciclo di monitoraggio da marzo a maggio 2018

L'analisi dei parametri ambientali rilevati durante i campionamenti con sciabica (fig. 30, Appendice 1 tab. A2) mostra un deciso aumento stagionale delle temperature tra la I e la II campagna, con un incremento di circa 10° C in tutti i tre sottobacini. La salinità mostra una minore variabilità temporale e si osservano valori marcatamente più bassi nelle stazioni lagunari più interne rispetto a quelle di mare o prossime alle bocche di porto. Fa eccezione il sottobacino nord dove le differenze di salinità mare-laguna sono meno evidenti e anomala risulta anche la II campagna quando, in tutti i tre sottobacini, le stazioni marine presentano valori di salinità inferiori rispetto a quelle lagunari di bocca, probabilmente a causa degli ingenti apporti fluviali da nord (fiumi Sile e Piave) in seguito ad abbondanti precipitazioni. Per quanto riguarda gli altri tre parametri misurati, si osserva una forte variabilità tra sottobacini e tra stazioni lungo lo stesso transetto. Nonostante ciò, è comunque osservabile una diminuzione della concentrazione di ossigeno, accoppiata all'incremento della torbidità e della concentrazione di clorofilla, lungo il gradiente mare-laguna, in particolare durante la II e III campagna. Per quanto riguarda le caratteristiche del sedimento, lungo il gradiente mare-laguna si osserva, come atteso, una diminuzione della percentuale di sabbia e un aumento della percentuale di sostanza organica.



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

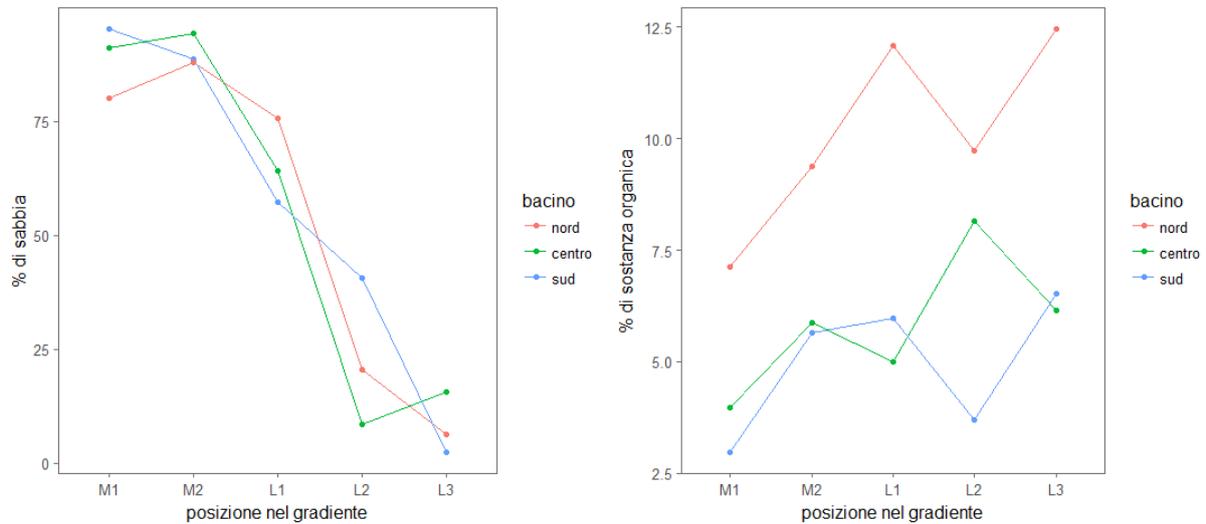


Figura 30. Andamento dei parametri ambientali registrati nelle stazioni campionate con sciabica disposte nell'ordine lungo il gradiente mare-laguna. M1-M2 = stazioni marine. L1-L3 = stazioni lagunari, dalla quella più vicino alla bocca di porto (L1) a quella più confinata (L3).

L'ordinamento dei campioni mediante analisi delle componenti principali (PCA) (fig. 31) ha permesso di spiegare nel complesso il 60% della varianza dei dati ambientali, evidenziando alcune differenze fra campagne, posizioni e anche sottobacini. Anche in questo caso la variabilità temporale delle osservazioni influenza l'ordinamento delle osservazioni, principalmente lungo l'asse orizzontale (PC1, che spiega il 38% della varianza), lungo il quale la I campagna si separa, con poche eccezioni, dalla II e dalla III campagna. Il secondo asse (PC2, che spiega il 21% della varianza) sembra invece essere maggiormente legato alla variabilità spaziale tra le stazioni, risultando influenzato soprattutto dalle caratteristiche del sedimento (% di sabbia e % di sostanza organica). Se si considerano i due assi assieme, si può osservare come le stazioni marine si separino da quelle lagunari; inoltre, è evidenziabile una variabilità molto maggiore tra le stazioni lagunari rispetto a quelle marine. Infine, le stazioni lagunari del sottobacino nord risultano essere sostanzialmente separate nello spazio della PCA da quelle dei sottobacini centrale e sud, con poche eccezioni.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

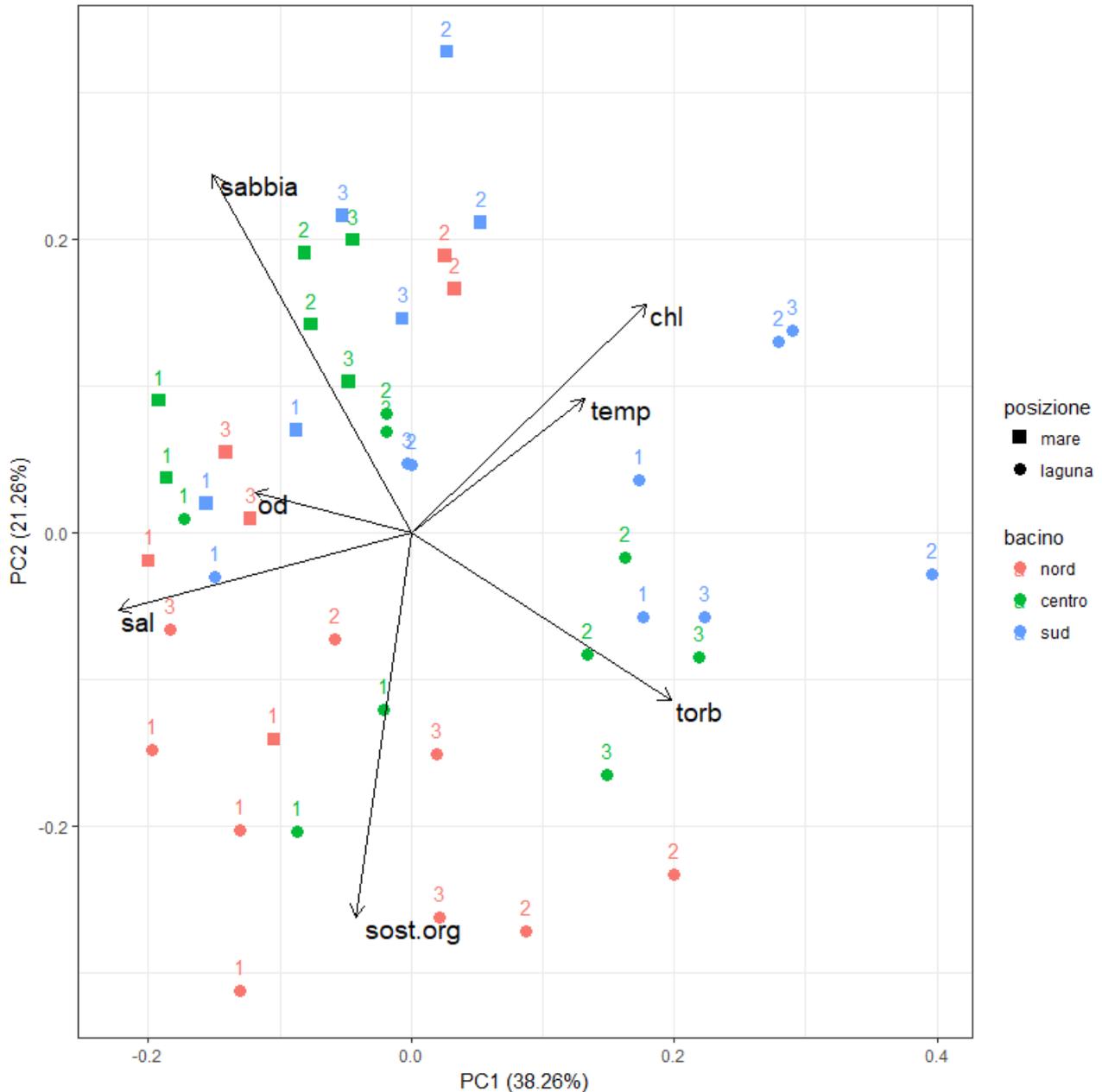


Figura 31. Ordinamento mediante PCA delle stazioni di campionamento con sciabica, basato sui parametri ambientali registrati durante i campionamenti. I numeri accanto ai simboli indicano la campagna di campionamento. torb = torbidità, sal = salinità, chl = clorofilla disciolta in acqua, temp = temperatura, od = ossigeno disciolto, sabbia = percentuale di sabbia, sost. org = contenuto di sostanza organica.

L'analisi dei campioni raccolti con la sciabica ha consentito l'identificazione di 34 taxa di teleostei, appartenenti a 19 famiglie (tab. 11). I taxa campionati sono stati raggruppati in 3 guild funzionali: 13 appartengono alla guild dei residenti estuarini, 7 a quella delle specie marine occasionali e 14 a quella dei migratori marini.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 11. Lista dei taxa ritrovati durante i campionamenti con sciabica. In grassetto sono evidenziati i "migratori marini". r = residenti, mm = "migratori marini", ms = marini occasionali, ad = specie di acqua dolce.

Famiglia	Taxon	Nome comune	Guild	Sigla
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	Latterino	r	ABO
Belonidae	<i>Belone belone</i>	Aguglia	mm	BBE
Blenniidae	<i>Salaria pavo</i>	Bavosa	r	SPA
Bothidae	<i>Arnoglossus kessleri</i>	Suacia	ms	AKE
Centranchantidae	<i>Spicara smaris</i>	Zerro	ms	SSM
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	mm	SPI
	<i>Sprattus sprattus</i>	Spratto	mm	SSP
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>	Nono	r	APFA
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Acciuga	mm	EEN
Gobiidae	<i>Gobius niger</i>	Ghiozzo nero	r	GNI
	<i>Knipowitschia panizzae</i>	Ghiozzetto lagunare	r	KPA
	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	Ghiozzetto cenerino	r	PCA
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	Ghiozzetto marmorato	r	PMA
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Ghiozzetto minuto	mm	PMI
	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	Ghiozzo go'	r	ZOP
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Spigola	mm	DLA
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	Cefalo bosega	mm	CLA
	<i>Chelon auratus</i>	Cefalo dorato	mm	CAU
	<i>Chelon ramada</i>	Cefalo calamita	mm	CRA
	<i>Chelon saliens</i>	Cefalo verzelata	mm	CSA
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	Passera	mm	PFL
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i>	Ombrina	ms	UCI
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Rombo	ms	SRH
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	ms	SPO
Soleidae	<i>Solea solea</i>	Sogliola	mm	SSO
Sparidae	<i>Boops boops</i>	Boga	ms	BBO
	<i>Diplodus puntazzo</i>	Sarago pizzuto	ms	DPU
	<i>Sparus aurata</i>	Orata	mm	SAU
Syngnathidae	<i>Hippocampus guttulatus</i>	Cavalluccio marino	r	HGU
	<i>Nerophis ophidion</i>	Pesce ago sottile	r	NOP
	<i>Syngnathus abaster</i>	Pesce ago di rio	r	SAB
	<i>Syngnathus taenionotus</i>	Pesce ago adriatico	r	STA
	<i>Syngnathus typhle</i>	Pesce ago cavallino	r	STY
Triglidae	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Cappone gallinella	mm	CLU

In generale, sia per l'intera comunità che per la sola componente migratrice, si osserva un aumento delle densità di individui nelle stazioni lagunari durante la II e la III campagna (fig. 32, tab. 12, 13). I test (tab. 12, 13) hanno evidenziato densità significativamente più elevate durante la III campagna rispetto alla I, principalmente a causa di un eccezionale cattura di post larve di spratto nella stazione SN (1381 ind/100m²) (fig. 32, tab. 12, 13). Inoltre, per l'intera comunità, sono state osservate densità più elevate nel sottobacino sud rispetto ai sottobacini nord e centrale (fig. 32). I "migratori marini" mostrano anche differenze tra campagne e nell'interazione tra il sottobacino e la posizione, con una significativa differenza mare-laguna nel sottobacino nord (tab. 12). Come per l'intera comunità, anche per i migratori le densità nel sottobacino sud sono più elevate rispetto a quelle registrate nel sottobacino nord (fig. 32, tab. 12).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 12. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra campagne, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando le densità medie di individui campionati con sciabica calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei migratori e per *C. labrosus*, *C. auratus*, *C. ramada*, *C. saliens* e *S. aurata*. * = risultato del test significativo per $P < 0.05$, n.s. = risultato del test non significativo. Le statistiche associate ai test sono riportate in Appendice 2 (tab. A4).

Fattore	Giovanili totali	Giovanili migratori	C. <i>labrosus</i>	C. <i>auratus</i>	C. <i>ramada</i>	C. <i>saliens</i>	S. <i>aurata</i>
Sottobacino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
Campagna	*	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.
Posizione	n.s.	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
Sottobacino x Posizione	*	*	*	n.s.	*	*	n.s.
Campagna x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabella 13. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra campagne, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando la biomassa media degli individui campionati con sciabica calcolata per l'intero popolamento, per la sola componente dei migratori e per *C. labrosus*, *C. auratus*, *C. ramada*, *C. saliens* e *S. aurata*. * = risultato del test significativo per $P < 0.05$, n.s. = risultato del test non significativo. Le statistiche associate ai test sono riportate in Appendice 2 (tab. A4).

Fattore	Giovanili totali	Giovanili migratori	C. <i>labrosus</i>	C. <i>auratus</i>	C. <i>ramada</i>	C. <i>saliens</i>	S. <i>aurata</i>
Sottobacino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
Campagna	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Posizione	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Campagna x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

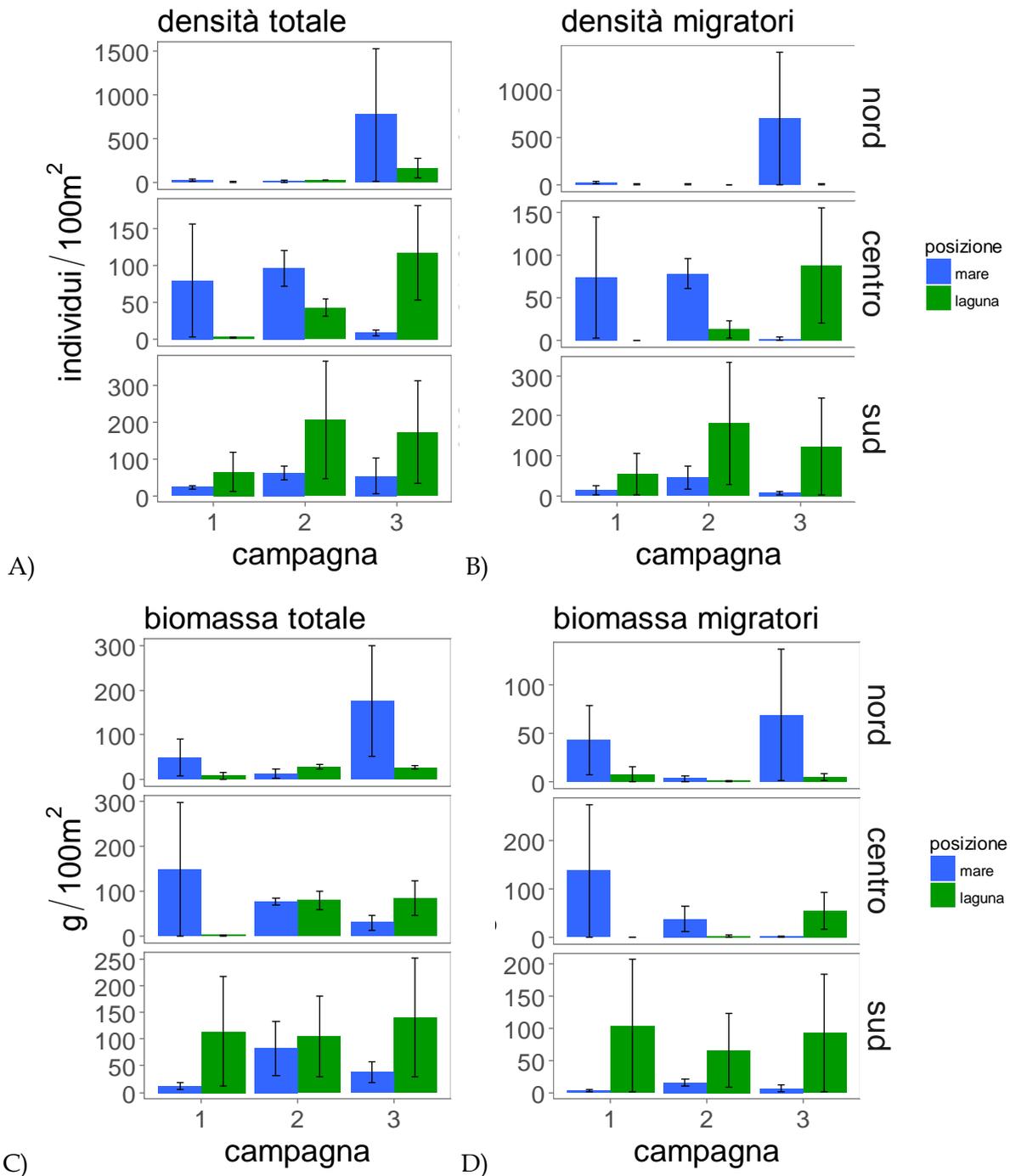


Figura 32. Densità medie (\pm E.S.) di individui (individui/100m²) (A, B) e di biomassa (g/100m²) (C, D) campionate con sciabica. A, C = intero popolamento ittico; B, D = componente migratrice marina.

Considerando le cinque specie di migratori più frequenti e abbondanti, nessuna differenza significativa nelle densità di individui e di biomassa è stata registrata per *C. auratus* e per l'orata e, nel caso della sola biomassa, anche per *C. labrosus* (fig. 33, S5, tab. 12, 13). I test hanno invece evidenziato delle differenze nelle densità di *C. labrosus* e *C. saliens* sia temporali, in particolare tra la I e la III campagna, che spaziali, con valori più elevati nelle stazioni marine del sottobacino sud nel caso di *C. labrosus* e nelle stazioni lagunari dello stesso sottobacino in quello di *C. saliens* (fig. 33, 34, tab. 12, 13). Nel caso della specie più abbondante di MM, *C. ramada*, i valori più elevati di densità sono stati osservati nelle stazioni lagunari del sottobacino sud, rispetto ad entrambi gli altri due sottobacini (fig. 33, 34).

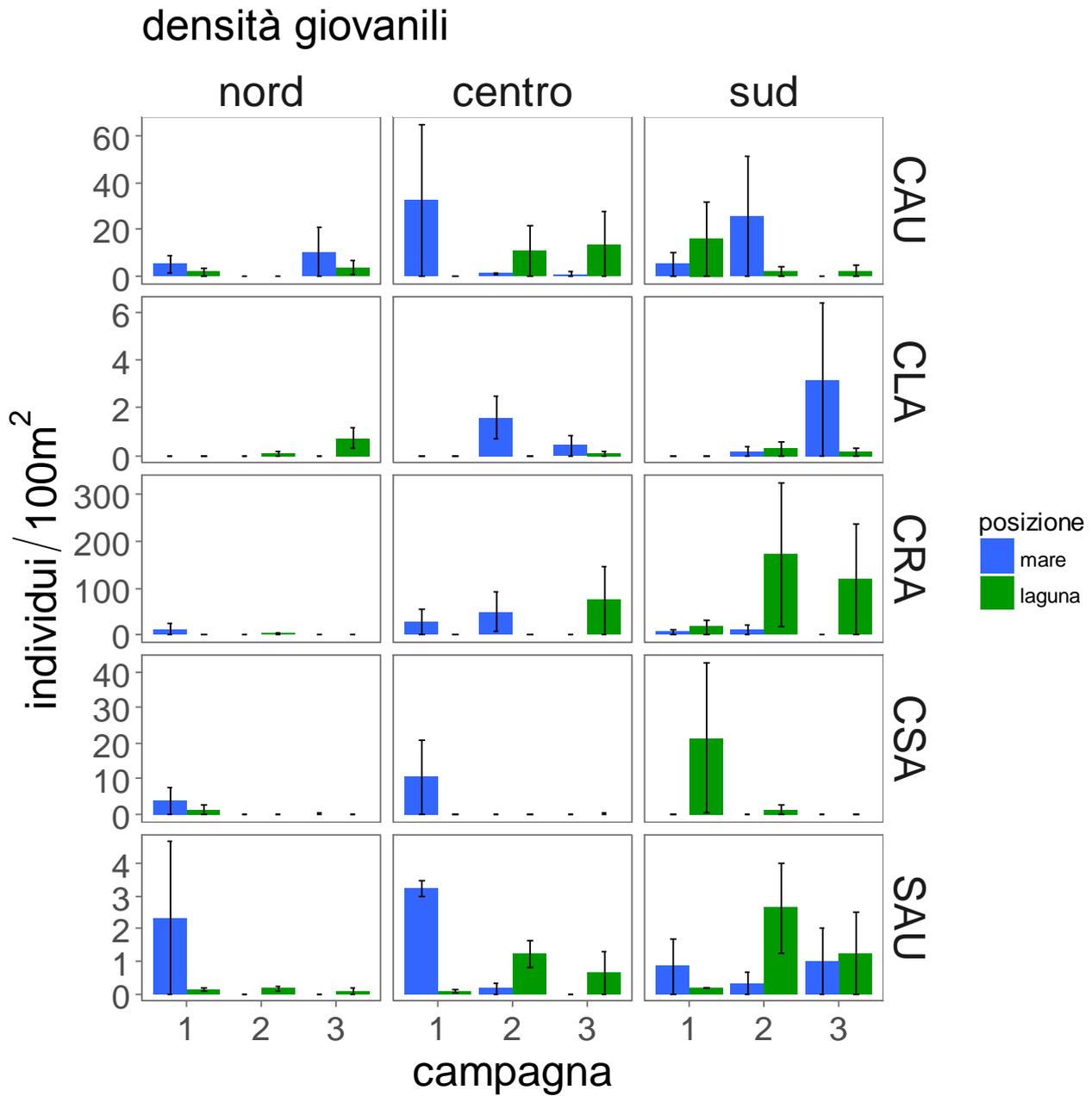


Figura 33. Densità medie (individui/100m² ± E.S.) di individui campionati appartenenti alle 5 specie più abbondanti. CAU = *Chelone auratus*, CLA = *Chelone labrosus*, CRA = *Chelone ramada*, CSA = *Chelone saliens*, SAU = *Sparus aurata*.

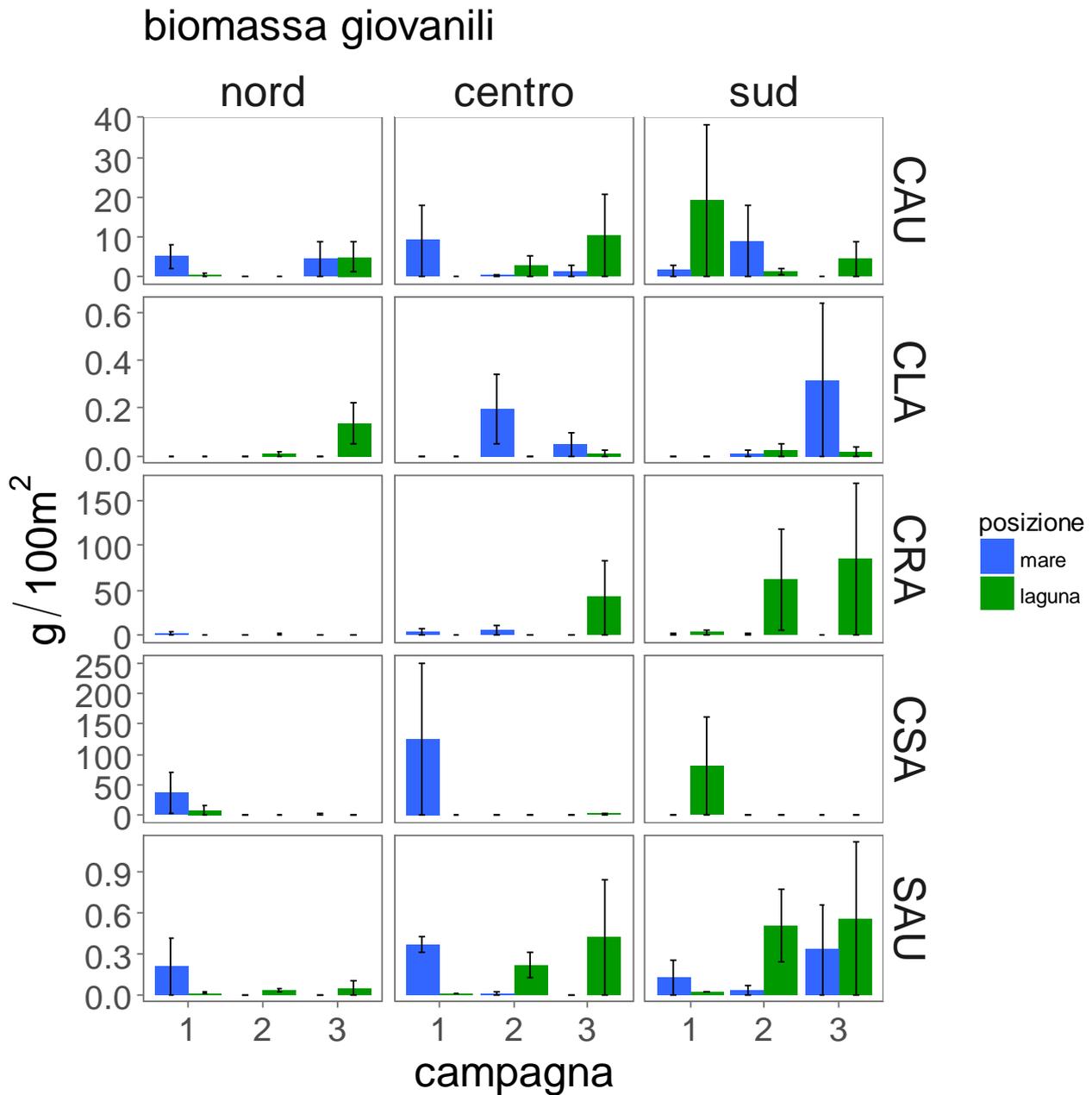


Figura 34. Biomassa media (g/100m² ± E.S.) di individui campionati appartenenti alle 5 specie più abbondanti. CAU = *Chelon auratus*, CLA = *Chelon labrosus*, CRA = *Chelon ramada*, CSA = *Chelon saliens*, SAU = *Sparus aurata*.

Nel complesso, le catture delle altre specie di “migratori marini” sono risultate essere meno frequenti e abbondanti, concentrate principalmente nelle stazioni marine (fig. 35, 37). Fanno eccezione la passera e *P. minutus*, che mostrano valori di densità di individui e di biomassa più elevati nelle stazioni lagunari, e anche la sogliola, per la sola densità di individui (fig. 35, 37).

densità altri migratori giovanili

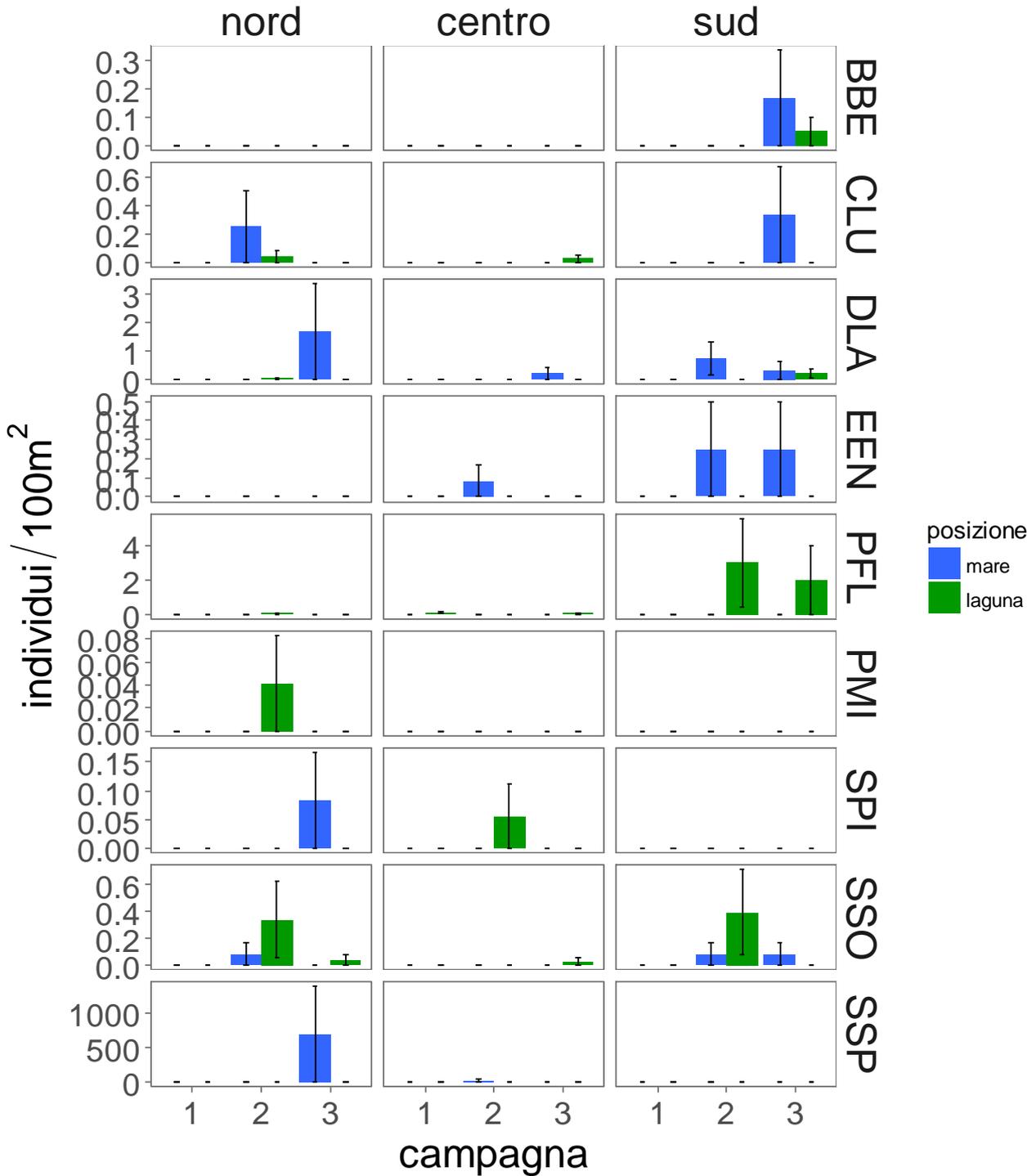


Figura 35. Densità medie (individui/100m² ± E.S.) di individui campionati appartenenti alle altre specie di "migratori marini". BBE = *B. belone*, CLU = *C. lucerna*, DLA = *D. labrax*, EEN, *E. encrasicolus*, PFL = *P. flesus*, PMI = *P. minutus*, SPI = *S. pilchardus*, SSO = *S. solea*, SSP = *S. sprattus*.

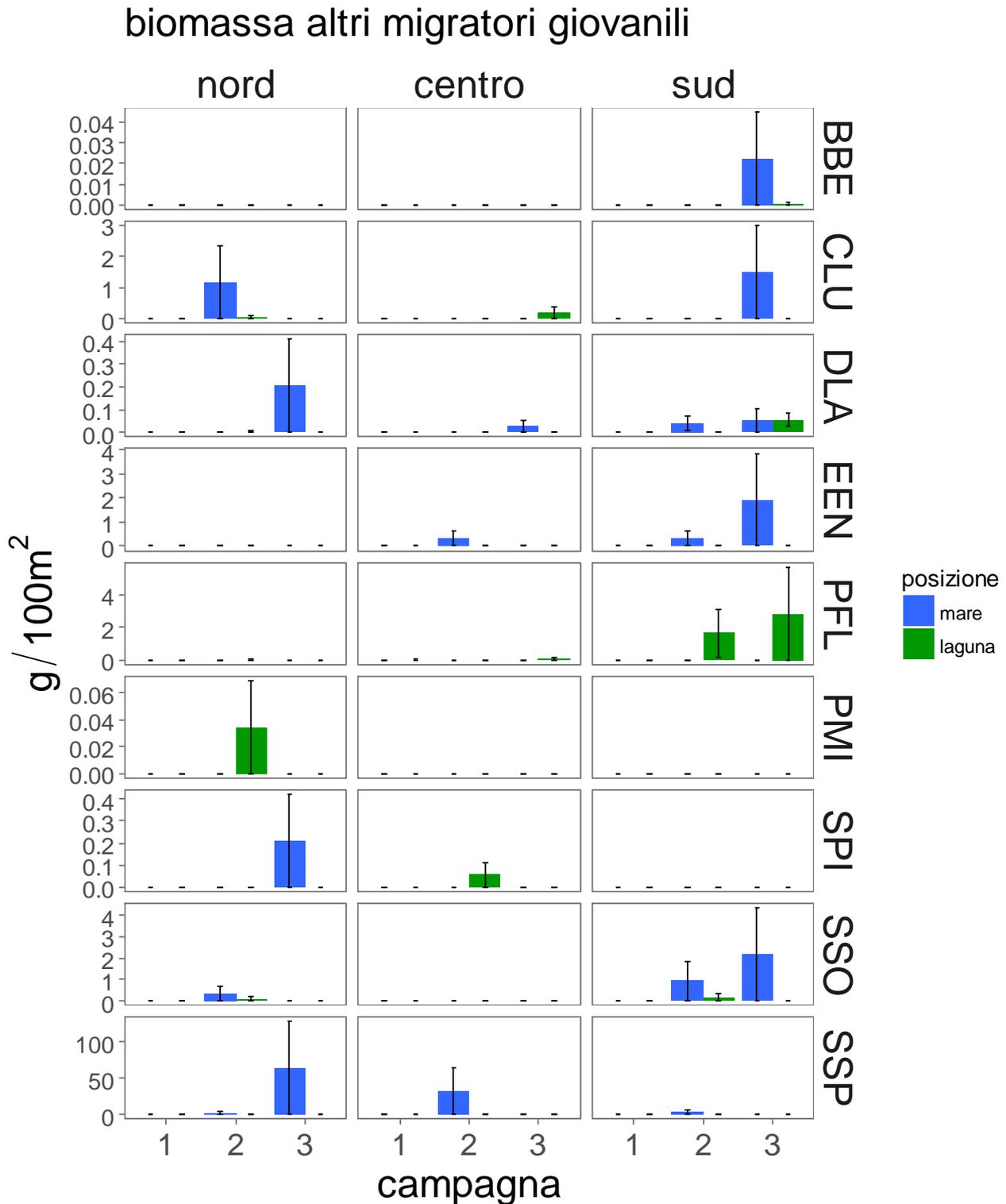


Figura 36. Biomassa media (g/100m² ± E.S.) degli individui campionati appartenenti alle altre specie di "migratori marini". BBE = *B. belone*, CLU = *C. lucerna*, DLA = *D. labrax*, EEN, *E. encrasicolus*, PFL = *P. flesus*, PMI = *P. minutus*, SPI = *S. pilchardus*, SSO = *S. solea*, SSP = *S. sprattus*.

In fig. 37 sono mostrati i valori dell'indice di colonizzazione per campagna e per sottobacino, calcolati sulle densità, sia in termini di abbondanza che di biomassa. L'indice è risultato ben sopra il valore soglia di 0.5 nel sottobacino sud in tutte e tre le campagne di campionamento, ad indicare un accumulo di individui, ed in particolare di giovanili di migratori marini, sui bassi fondali

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

lagunari. Nel sottobacino centrale, si osserva un sostanziale accumulo di individui, rappresentato in particolare da migratori marini, soltanto nell'ultima campagna di indagine. Infine, nel sottobacino nord e per i soli migratori marini, non sono stati riscontrati valori di I_C superiori a 0.5 in tutte e tre le campagne di monitoraggio.

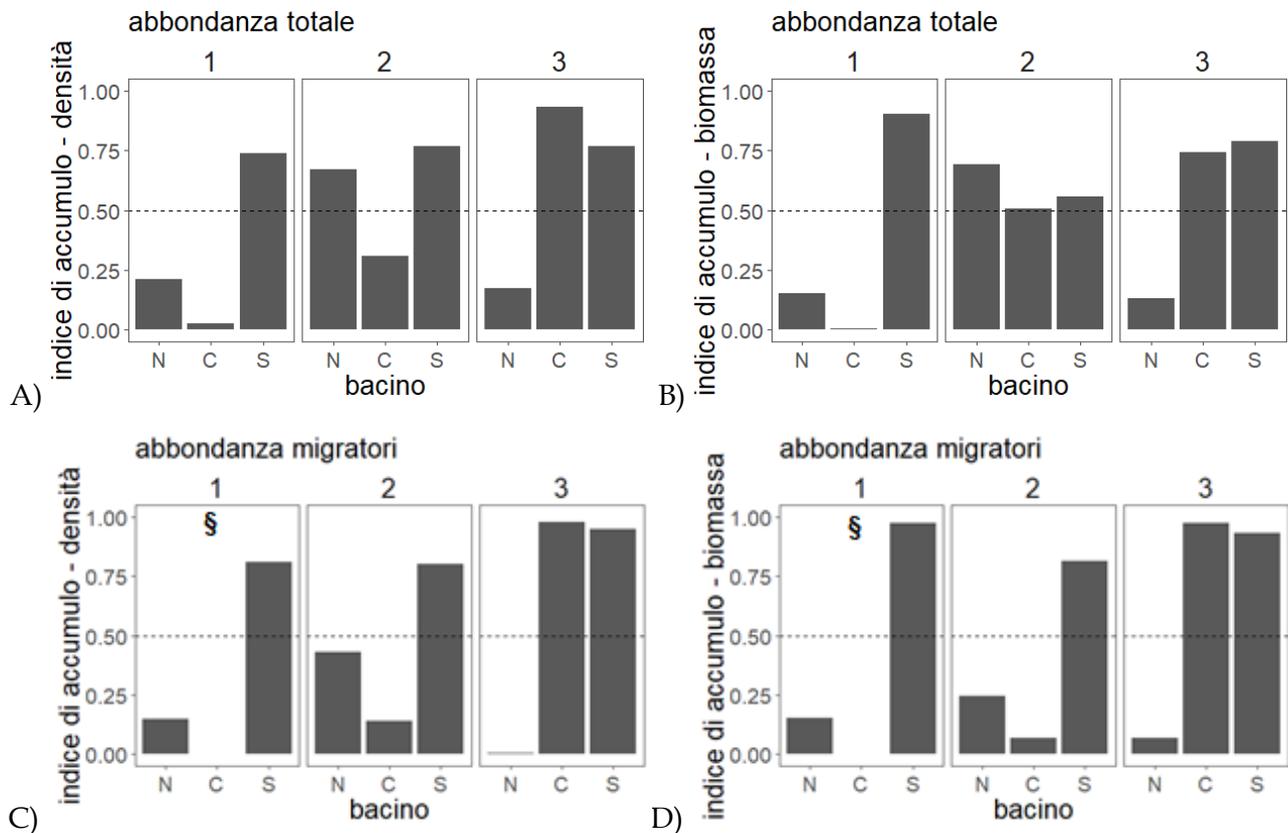
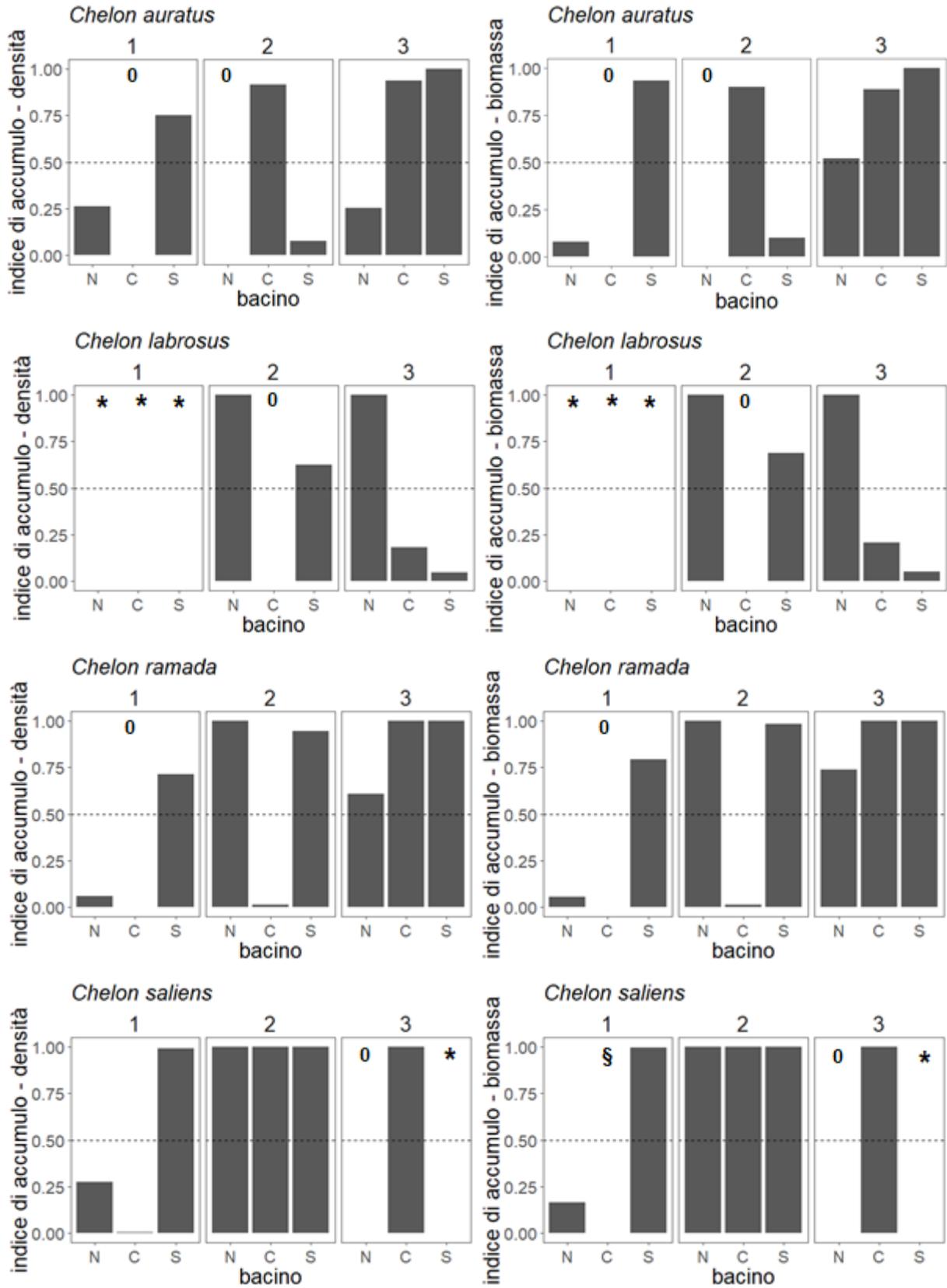


Figura 37. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per l'intero popolamento ittico campionato con sciabica (A, B) e per la sola componente migratrice marina (C, D), suddiviso per campagna e per sottobacino. A, C = indice calcolato utilizzando i valori di densità. B, D = indice calcolato utilizzando i valori di biomassa. § individui campionati quasi esclusivamente in mare.

L'indice è stato poi calcolato per le 5 specie di migratori marini più abbondanti. Nel caso di *S. aurata*, i valori dell' I_C sono risultati superiori alla soglia, ad indicare un sostanziale accumulo di giovanili di questa specie all'interno del bacino lagunare, in tutti e tre i sottobacini lagunari relativamente alla seconda e alla terza campagna di indagine (fig.38). I giovanili di *C. auratus* sono risultati concentrati soprattutto sui bassi fondali lagunari durante la seconda e la terza campagna nel sottobacino centrale, e durante la prima e la terza campagna nel sottobacino sud. Nel caso di *C. ramada*, è stato riscontrato un accumulo di giovanili sui bassi fondali lagunari in tutte e tre le date di campionamento nel sottobacino sud, nella seconda e terza campagna nel sottobacino nord e soltanto nella terza campagna nel sottobacino centrale.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

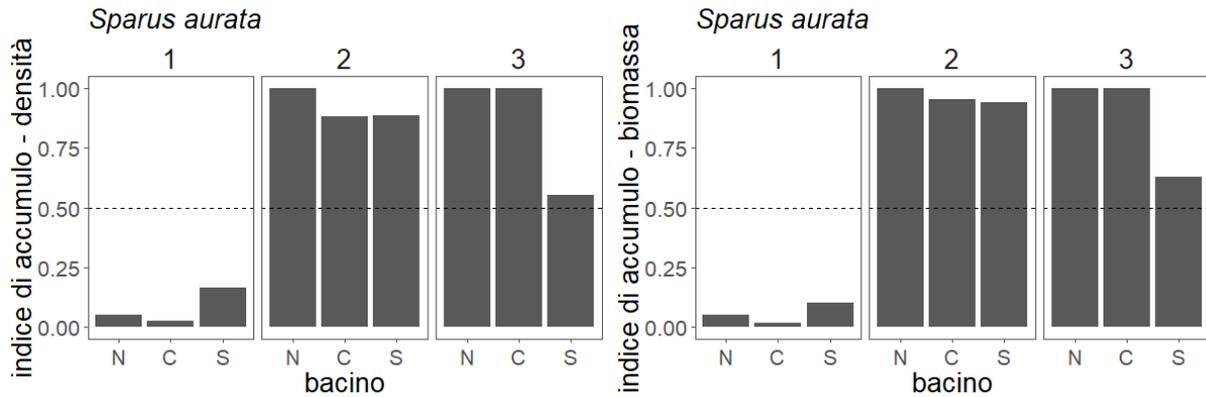
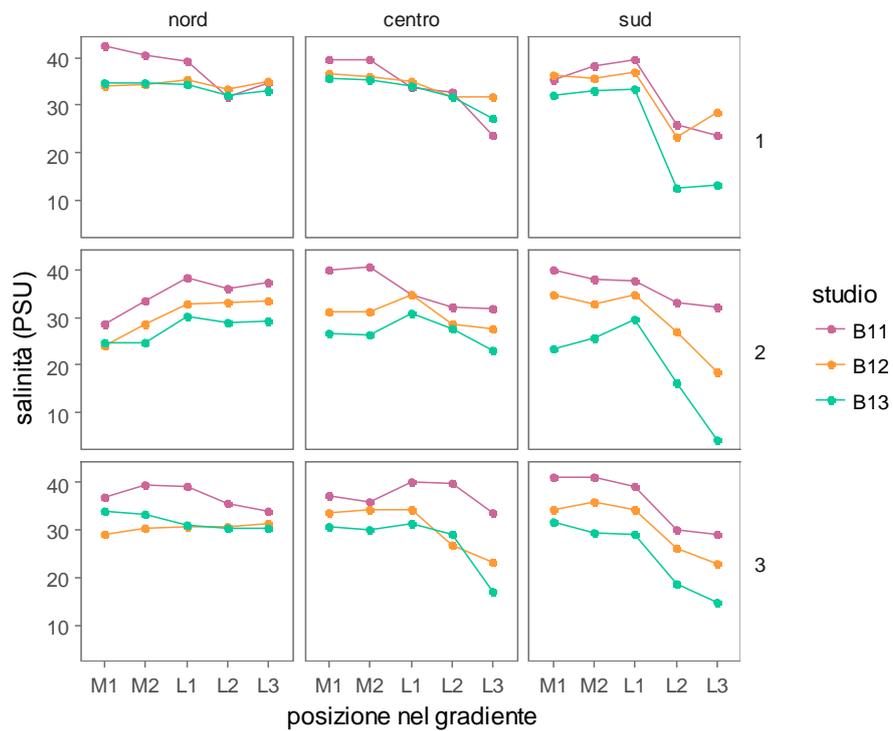
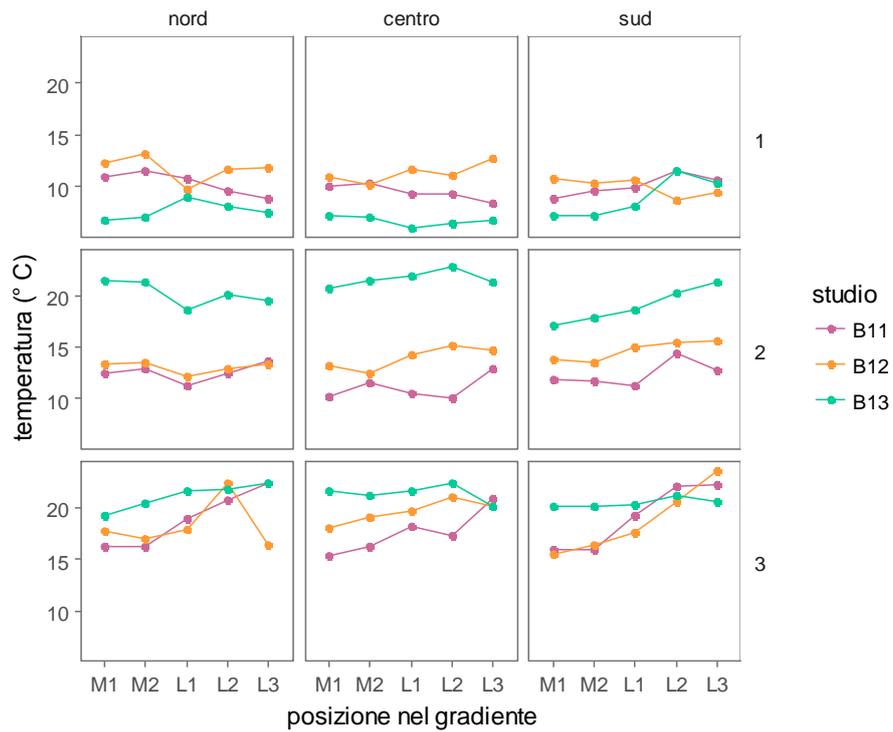


Figura 38. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le 5 specie più abbondanti, suddiviso per campagna e per sottobacino. Sinistra = indice calcolato utilizzando i valori di densità. Destra = indice calcolato utilizzando i valori di biomassa. * = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile. 0 = individui trovati solo in mare. § individui campionati quasi esclusivamente in mare.

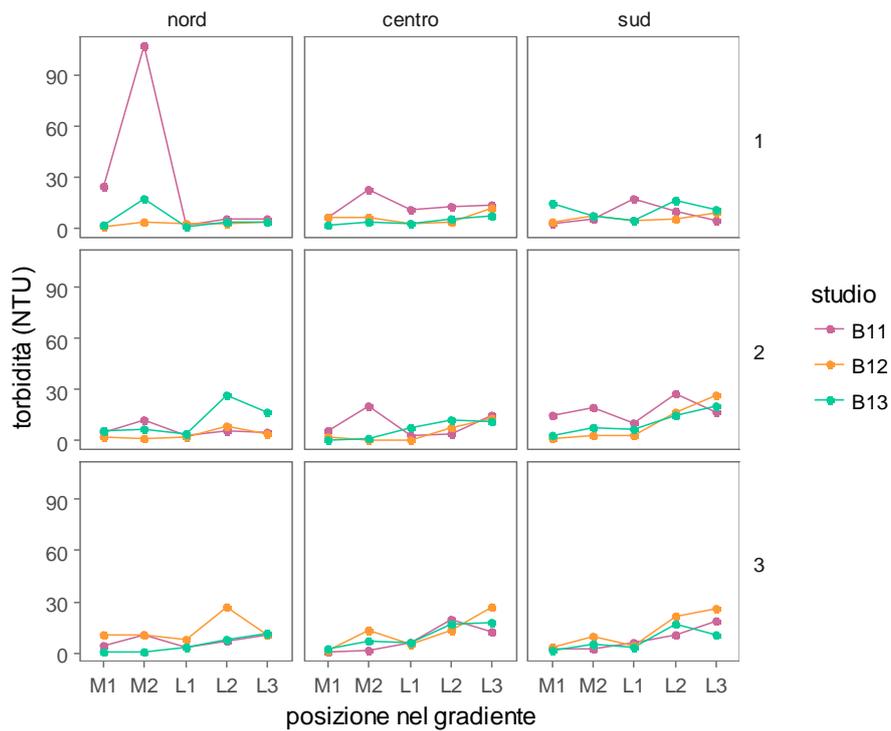
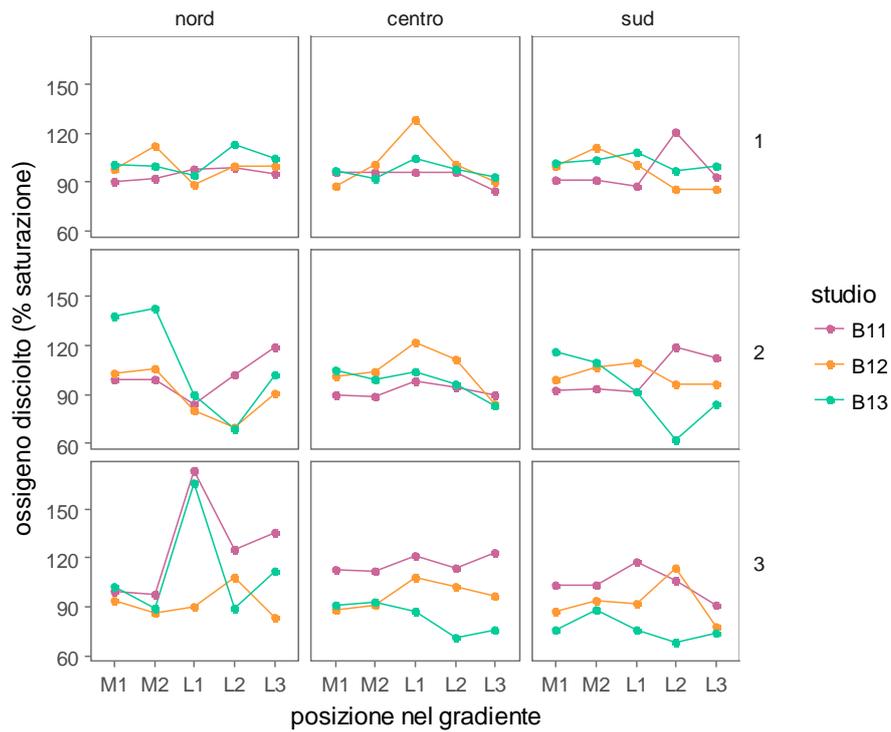
3.2.2 Confronto fra cicli di monitoraggio (B/11: 2015-2016; B/12: 2016-2017; B/13: 2017-2018) - Postlarve e stadi giovanili

I parametri ambientali misurati durante i campionamenti con sciabica risultano generalmente consistenti durante i tre cicli di campionamento (fig. 39). La temperatura dell'acqua mostra il normale andamento stagionale e le maggiori differenze tra anni di campionamento sono evidenti durante la II campagna, quando le temperature misurate nello Studio B/13 sono risultate essere nettamente superiori rispetto a quelle misurate nei due anni precedenti (fig. 39). Un pattern spazio-temporale regolare si osserva anche per la salinità, durante lo Studio B/11 i valori sono risultati generalmente più elevati e durante lo Studio B/13 più bassi. Mentre nei sottobacini centrale e sud è quasi sempre, ben visibile, il gradiente decrescente mare-laguna, nel sottobacino nord la diminuzione di salinità non è presente o, addirittura, come evidenziato durante la II campagna, il gradiente risulta invertito (fig. 39). L'assenza del gradiente può essere imputata alla mancanza di una stazione di gronda, mentre i bassi valori di salinità registrati in mare potrebbero dipendere dagli apporti fluviali a seguito di intense precipitazioni primaverili. I valori di ossigeno disciolto, torbidità e clorofilla risultano sostanzialmente confrontabili fra i tre anni di campionamento, ad eccezione di alcuni picchi (fig. 39). Come atteso, anche le percentuali di sabbia nel sedimento risultano sostanzialmente costanti nei tre anni, mentre la percentuale di sostanza organica mostra maggiori differenze tra anni, soprattutto per quanto riguarda le stazioni del sottobacino centrale e quelle più interne a nord e sud.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

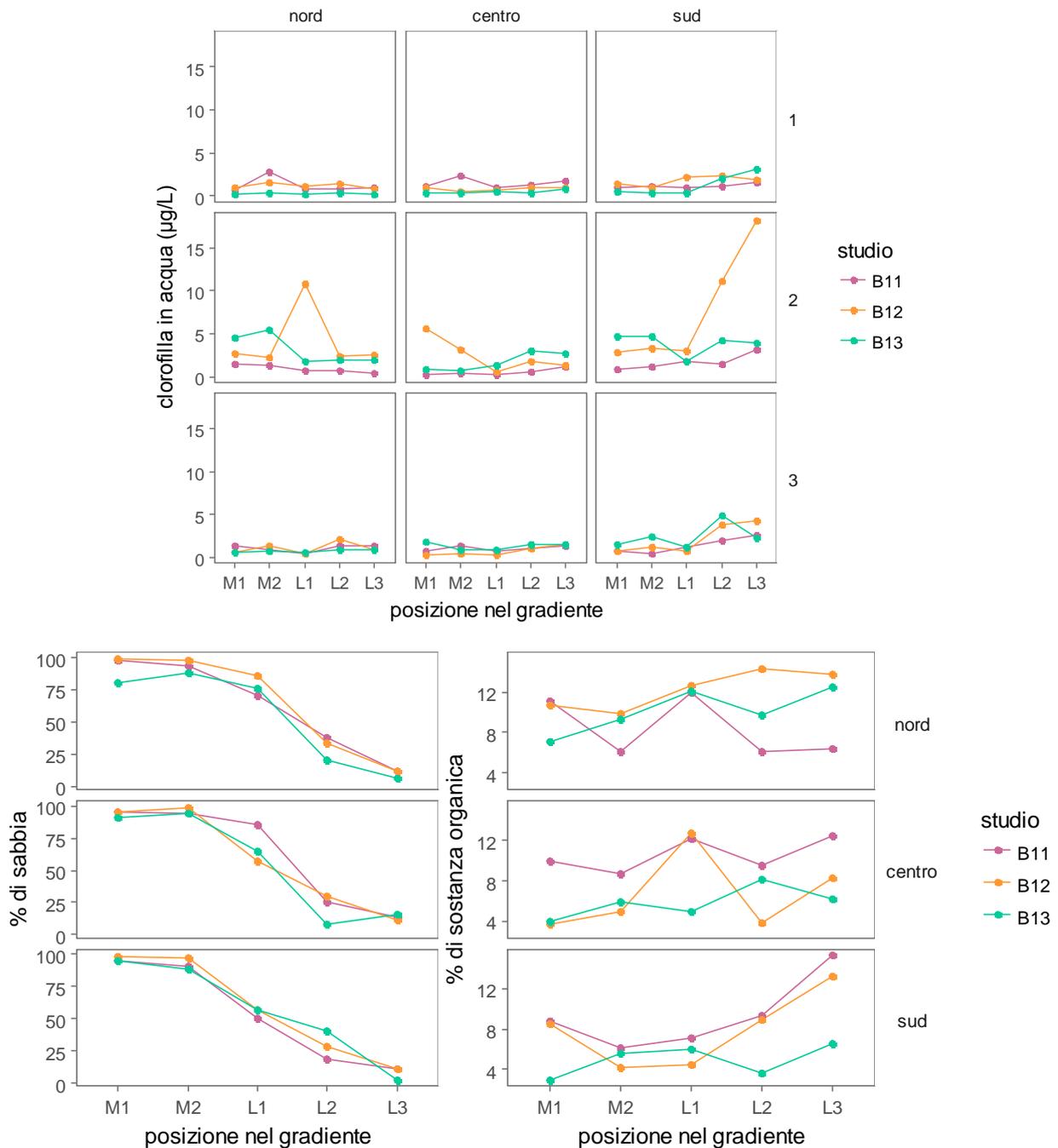
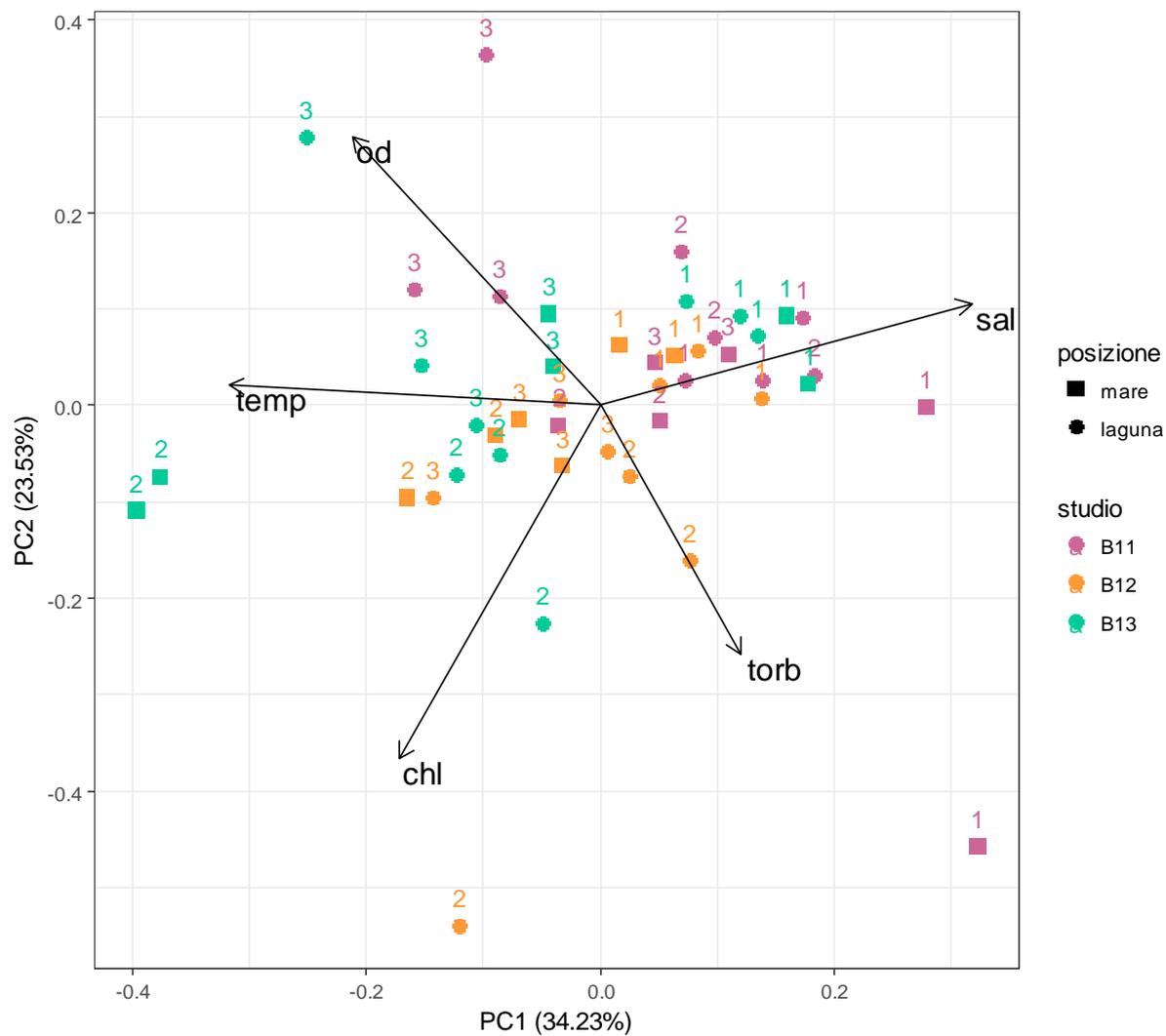


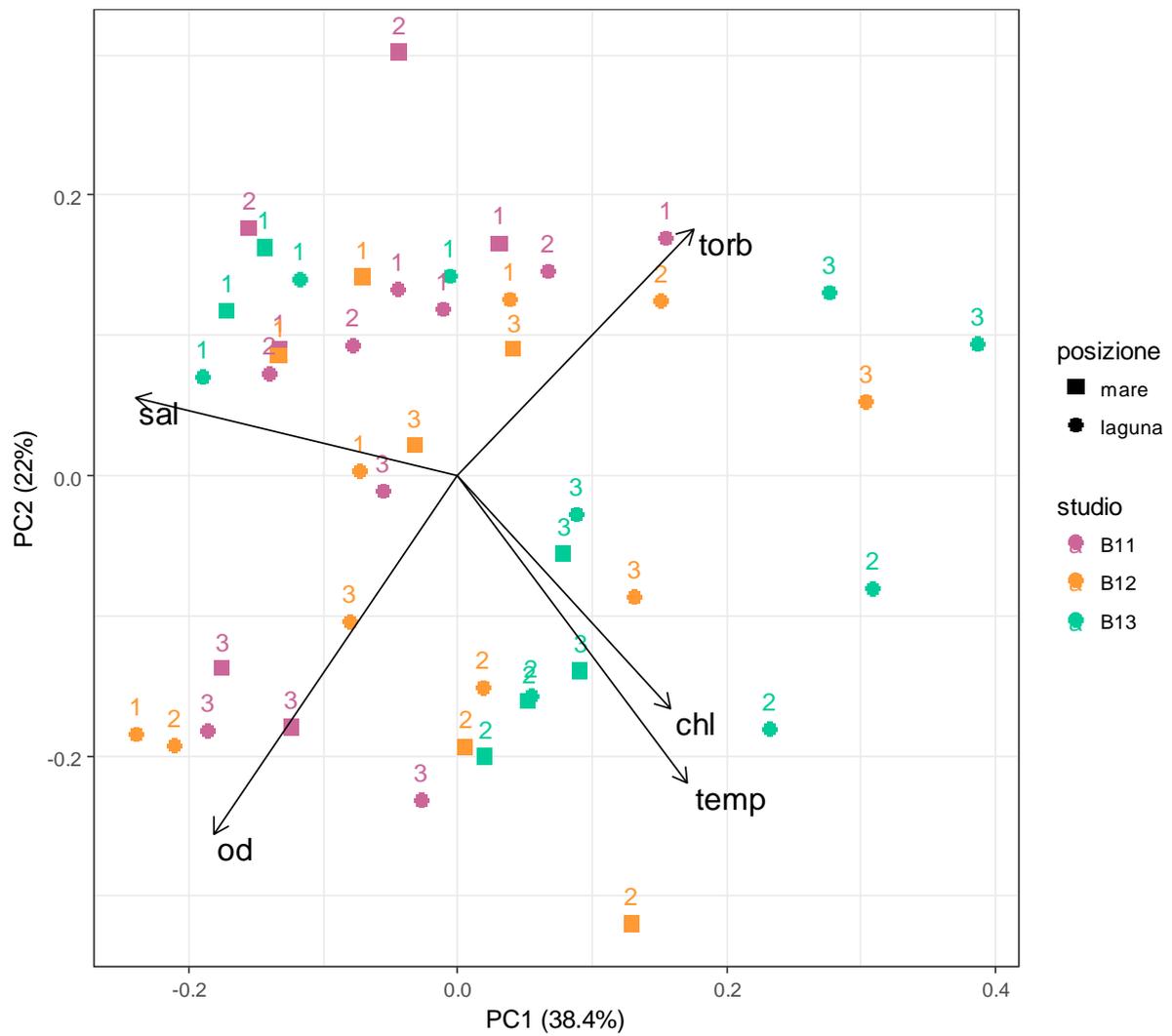
Figura 39. Andamento dei parametri ambientali registrati nelle stazioni campionate con sciabica durante gli Studi B/11, B/12, B/13 disposte nell'ordine lungo il gradiente mare-laguna. M1-M2 = stazioni marine. L1-L3 = stazioni lagunari, da quella più vicina alla bocca di porto (L1) a quella più confinata (L3).

L'analisi delle componenti principali (PCA) effettuata sul dataset dei parametri ambientali registrati durante i tre anni di campionamento non ha evidenziato particolari differenze tra cicli di campionamento, ad eccezione del sottobacino sud, dove viene spiegato il 65% della varianza complessiva e le tre campagne del B/13 si differenziano dai due precedenti anni di monitoraggio (fig. 40). Negli altri due sottobacini, invece, l'ordinamento delle osservazioni (che spiega il 58% della varianza per il sottobacino nord e il 60% della varianza in quello centrale) evidenzia maggiori differenze tra campagne, imputabili principalmente alla temperatura e alla salinità e, solo nel sottobacino centrale, anche alla concentrazione di clorofilla.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

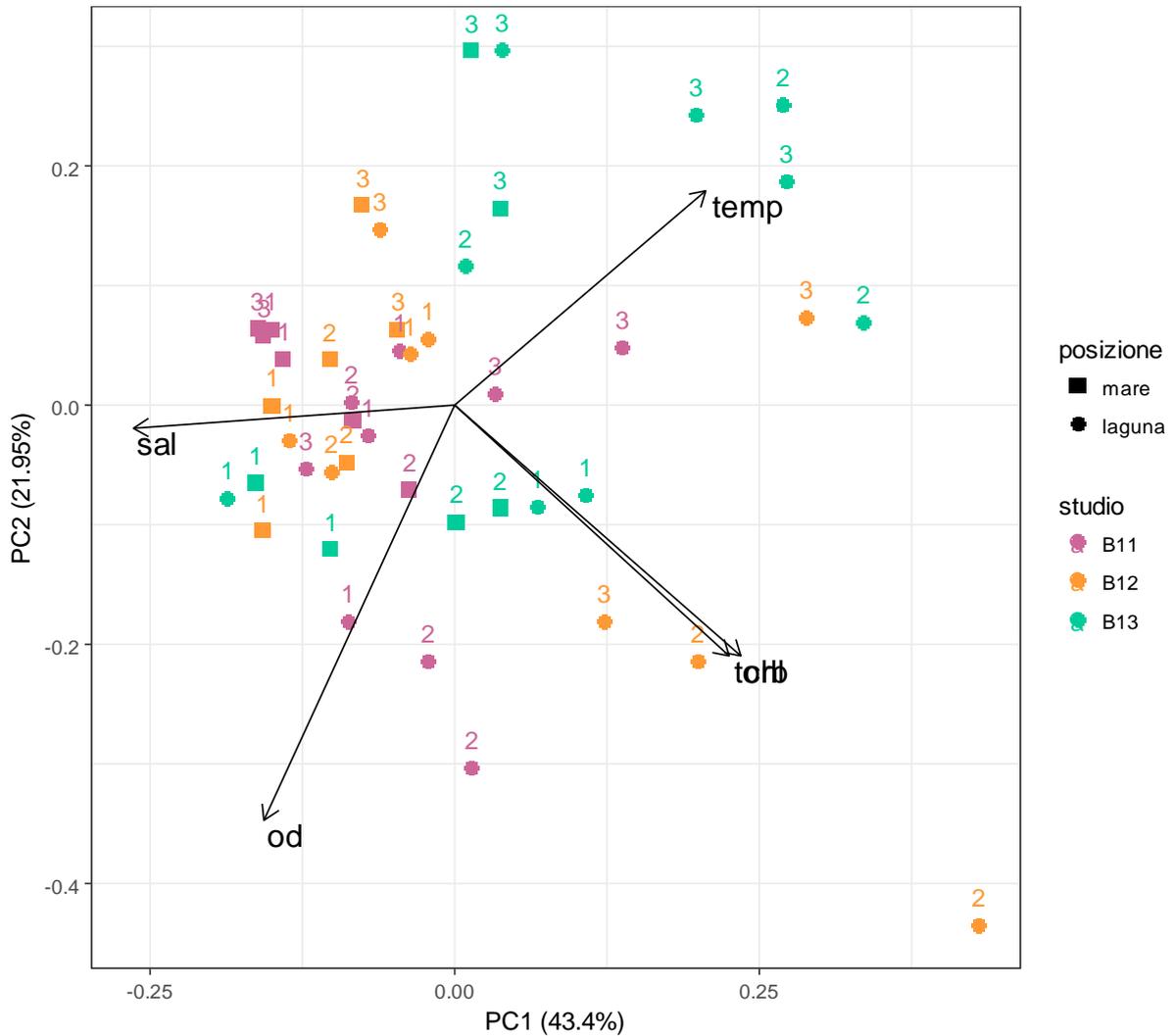


CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



B)

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



C)

Figura 40. Ordinamento mediante PCA delle stazioni di campionamento con sciabica, basato sui parametri ambientali registrati durante i campionamenti degli Studi B/11, B/12 e B/13 nei diversi sottobacini nord (A), centro (B), sud (C). I numeri accanto ai simboli indicano la campagna di campionamento. torb = torbidità, sal = salinità, chl = clorofilla disciolta in acqua, temp = temperatura, od = ossigeno disciolto.

Nel corso dei tre cicli di monitoraggio sono state campionate nel complesso 42 specie di teleostei, appartenenti a 21 famiglie (tab. 14). Di queste, 14 appartenevano alla guild dei "migratori marini", 14 a quella dei marini occasionali e 14 a quella dei residenti lagunari. Ad eccezione di due specie (*Belone belone* e *Engraulis encrasicolus*), le altre 12 specie di "migratori marini" sono state campionate in tutti e tre gli anni di monitoraggio (tab. 14).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 14. Lista dei taxa ritrovati durante i campionamenti con sciabica effettuati durante gli studi B/11, B/12 e B/13. In grassetto sono evidenziati i "migratori marini". r = residenti, mm = "migratori marini", ms = marini occasionali, ad = specie di acqua dolce.

Famiglia	Taxon	Nome comune	Guild	Sigla	B/11	B/12	B/13
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	Latterino	r	ABO	X	X	X
Belonidae	<i>Belone belone</i>	Aguglia	mm	BBE		X	X
Blenniidae	<i>Salaria pavo</i>	Bavosa pavone	r	SPA	X	X	X
	<i>Aidablennius sphynx</i>	Bavosa sfinge	ms	ASP		X	
Bothidae	<i>Arnoglossus kessleri</i>	Suacia	ms	AKE		X	X
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	mm	SPI	X	X	X
	<i>Sprattus sprattus</i>	Spratto	mm	SSP	X	X	X
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>	Nono	r	APFA	X	X	X
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Acciuga	mm	EEN	X		X
Gobiidae	<i>Gobius niger</i>	Ghiozzo nero	r	GNI		X	X
	<i>Knipowitschia panizzae</i>	Ghiozzetto lagunare	r	KPA	X	X	X
	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	Ghiozzetto cenerino	r	PCA	X	X	X
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	Ghiozzetto marmorato	r	PMA	X	X	X
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Ghiozzetto minuto	mm	PMI	X	X	X
	<i>Zebrus zebrus</i>	Ghiozzetto zebra	r	ZZE		X	
	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	Ghiozzo go'	r	ZOP	X	X	X
Labridae	<i>Symphodus roissalii</i>	Tordo verde	ms	SRO		X	
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Spigola	mm	DLA	X	X	X
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	Cefalo bosega	mm	CLA	X	X	X
	<i>Chelon auratus</i>	Cefalo dorato	mm	LAU	X	X	X
	<i>Chelon ramada</i>	Cefalo calamita	mm	LRA	X	X	X
	<i>Chelon saliens</i>	Cefalo verzelata	mm	LSA	X	X	X
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	Passera	mm	PFL	X	X	X
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i>	Ombrina	ms	UCI		X	X
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Rombo liscio	ms	SRH	X	X	X
	<i>Scophthalmus maximus</i>	Rombo chiodato	ms	SMA		X	
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i>	Scorfano nero	ms	SPO		X	X
Soleidae	<i>Solea solea</i>	Sogliola comune	mm	SSO	X	X	X
Sparidae	<i>Microchirus sp.</i>		ms	Micr.sp.		X	
	<i>Pegusa sp.</i>		ms	Pegu.sp.		X	
	<i>Boops boops</i>	Boga	ms	BBO	X		X
	<i>Diplodus puntazzo</i>	Sarago pizzuto	ms	DPU	X		X
	<i>Sarpa salpa</i>	Salpa	ms	SSA	X		
Syngnathidae	<i>Sparus aurata</i>	Orata	mm	SAU	X	X	X
	<i>Spicara smaris</i>	Zerro	ms	SSM			X
	<i>Hippocampus guttulatus</i>	Cavalluccio marino	r	HGU		X	X

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Famiglia	Taxon	Nome comune	Guild	Sigla	B/11	B/12	B/13
	<i>Nerophis ophidion</i>	Pesce ago sottile	r	NOP	X	X	X
	<i>Syngnathus abaster</i>	Pesce ago di rio	r	SAB	X	X	X
	<i>Syngnathus taenionotus</i>	Pesce ago adriatico	r	STA	X	X	X
	<i>Syngnathus typhle</i>	Pesce ago cavallino	r	STY	X	X	X
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	Tracina vipera	ms	EVI		X	
Triglidae	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Cappone gallinella	mm	CLU	X	X	X

L'analisi delle densità di individui campionati nel corso dei tre cicli di monitoraggio ha evidenziato significative differenze spazio-temporali nell'interazione tra i fattori considerati (campagna x anno e posizione x sottobacino) (tab. 15). Sia considerando tutta la comunità nectonica (fig. 41A) che la sola componente migratrice (fig. 41B), durante la III campagna del B/13 le densità registrate in mare nel sottobacino nord sono risultate infatti significativamente più elevate (tab. 15) rispetto alle altre campagne e ai precedenti anni di monitoraggio, per effetto della cattura eccezionale di postlarve di spratto (vedi par. 3.2.1). In tutti e tre i cicli di monitoraggio, inoltre, le densità nelle stazioni in mare del sottobacino centrale sono sempre più elevate rispetto a quelle misurate nelle stazioni lagunari (fig. 41). Sono invece emerse differenze significative tra sottobacini considerando solo le stazioni lagunari: in tutti e tre gli anni, le densità misurate nel sottobacino sud sono infatti risultate essere significativamente più elevate rispetto a quelle dei sottobacini nord e centrale (tab. 15, fig. 41).

Tabella 15. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra cicli di monitoraggio, campagne, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando le densità medie di individui campionate con sciabica calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei migratori e per *C. labrosus*, *C. auratus*, *C. ramada*, *C. saliens* e *S. aurata*. * = risultato del test significativo per $P < 0.05$, n.s. = risultato del test non significativo. Le statistiche associate ai test sono riportate in Appendice 2.

Fattore	Giovanili totali	Giovanili migratori	<i>C. labrosus</i>	<i>C. auratus</i>	<i>C. ramada</i>	<i>C. saliens</i>	<i>S. aurata</i>
Sottobacino	*	*	*	n.s.	*	*	*
Campagna	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*
Posizione	*	*	*	n.s.	*	n.s.	*
Studio	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*
Sottobacino x Posizione	*	*	*	n.s.	*	*	n.s.
Campagna x Studio	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	*

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

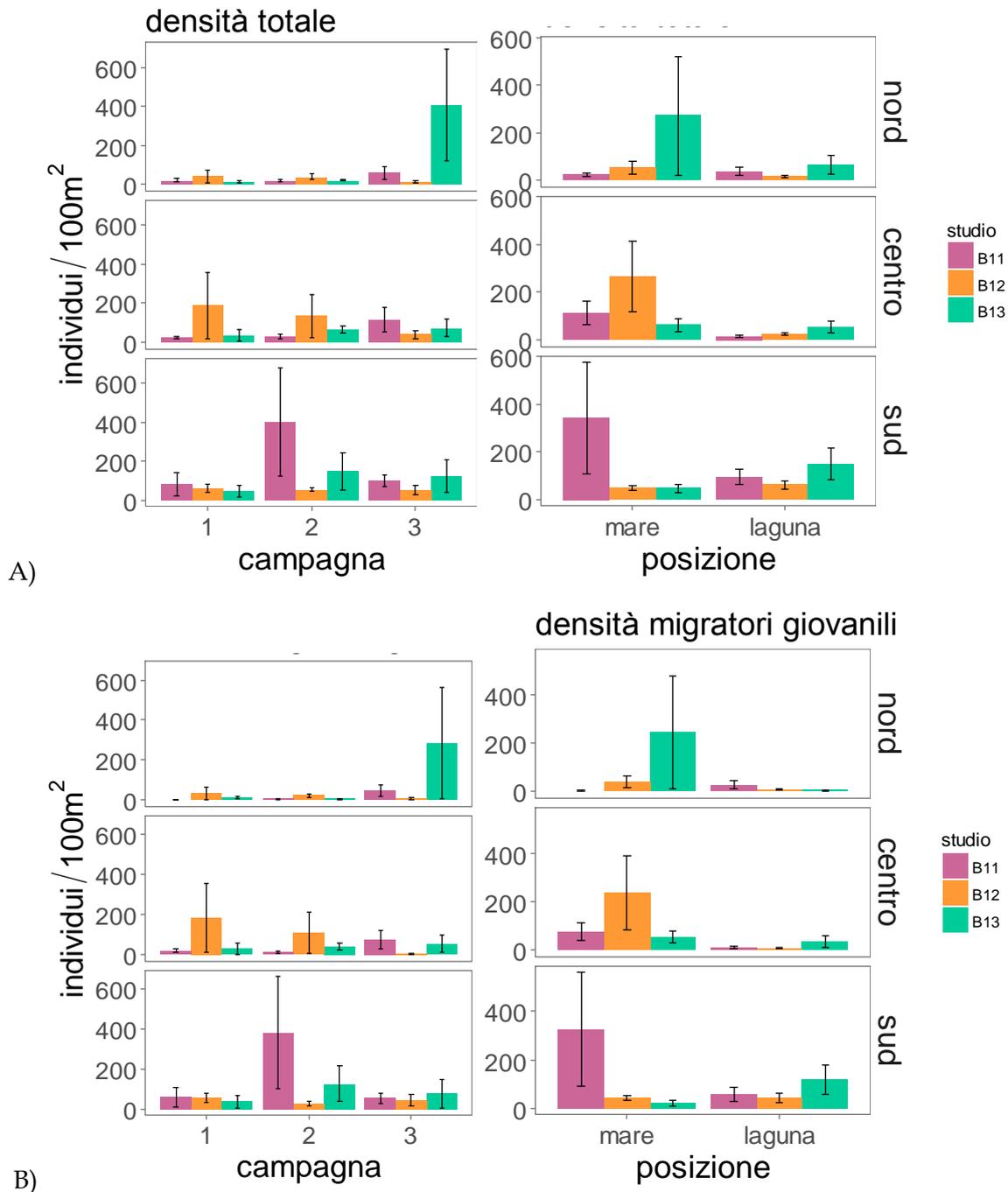
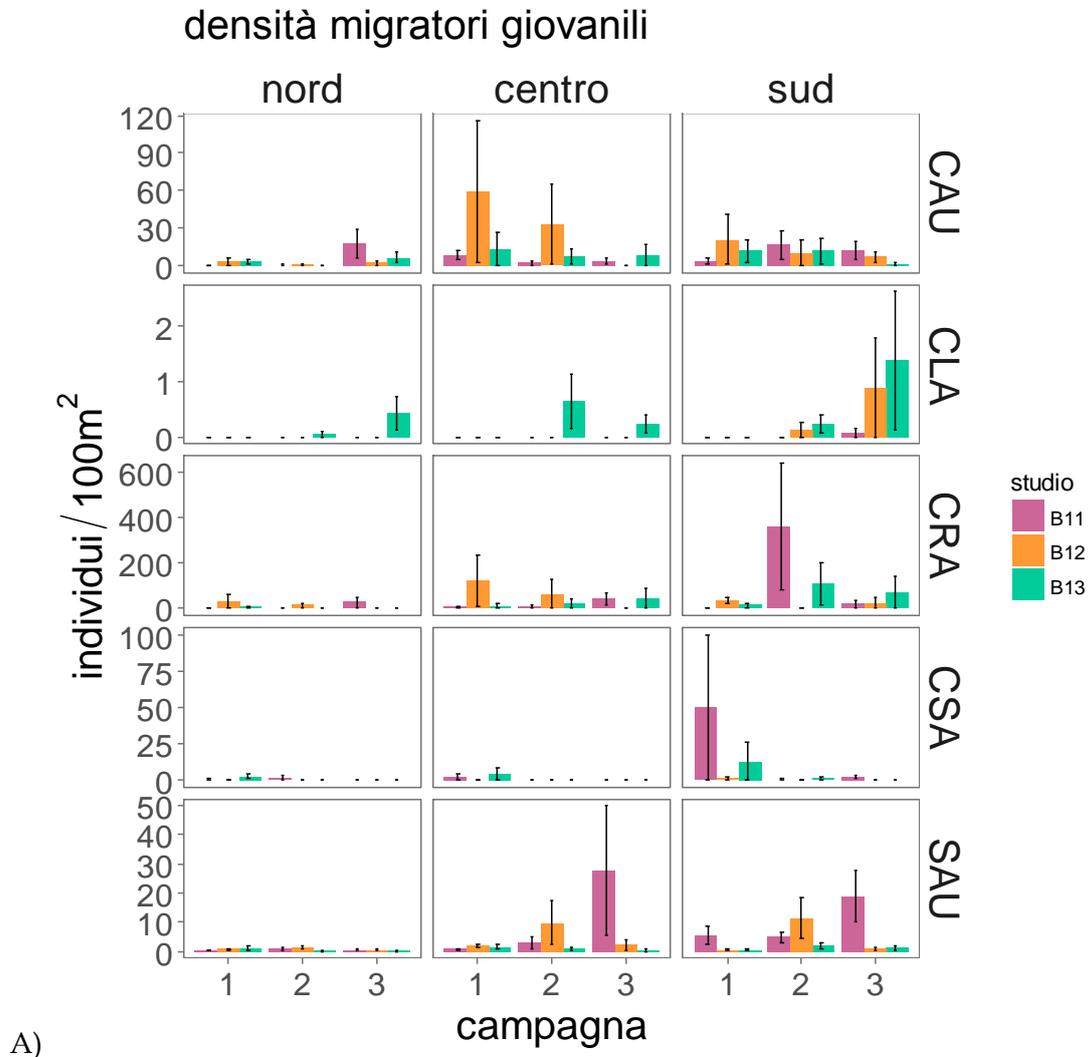


Figura 41. Densità medie (\pm E.S.) di individui (individui/100m²) campionati con sciabica. A = intero popolamento ittico; B = componente migratrice marina.

Le densità di *C. auratus* mostrano dei picchi di densità significativamente più elevati nel sottobacino nord (stazioni lagunari durante la III campagna del B/11) e centrale (stazioni marine durante la I e II campagna del B/12), mentre nel sottobacino sud i valori si mantengono relativamente costanti sia lungo il gradiente che nel tempo (fig. 42). Significative differenze temporali (fig. 42A) sono state registrate anche per *C. labrosus*, con densità più elevate durante la III campagna rispetto alla prima, coerentemente con il calendario di montata della specie. Nel complesso, inoltre, le densità di questa specie sono risultate essere più elevate nel B/13 rispetto al B/11 (fig. 42). Al contrario, *C. ramada* non mostra significative differenze temporali nella densità (fig. 42A), mentre per quanto riguarda le sole stazioni lagunari (fig. 42B), valori significativamente

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

più elevati sono stati registrati per il sottobacino sud rispetto a quelli nord e centrale. Lo stesso pattern spaziale risulta valido anche per *C. saliens*, principalmente per il contributo degli esemplari catturati durante la I campagna del B/11. In tutti e tre i cicli di campionamento, le densità dell'orata sono risultate essere più elevate in mare che in laguna, in particolare durante il B/11 e il B/12, con i valori più bassi osservati nel sottobacino nord (fig. 42B).



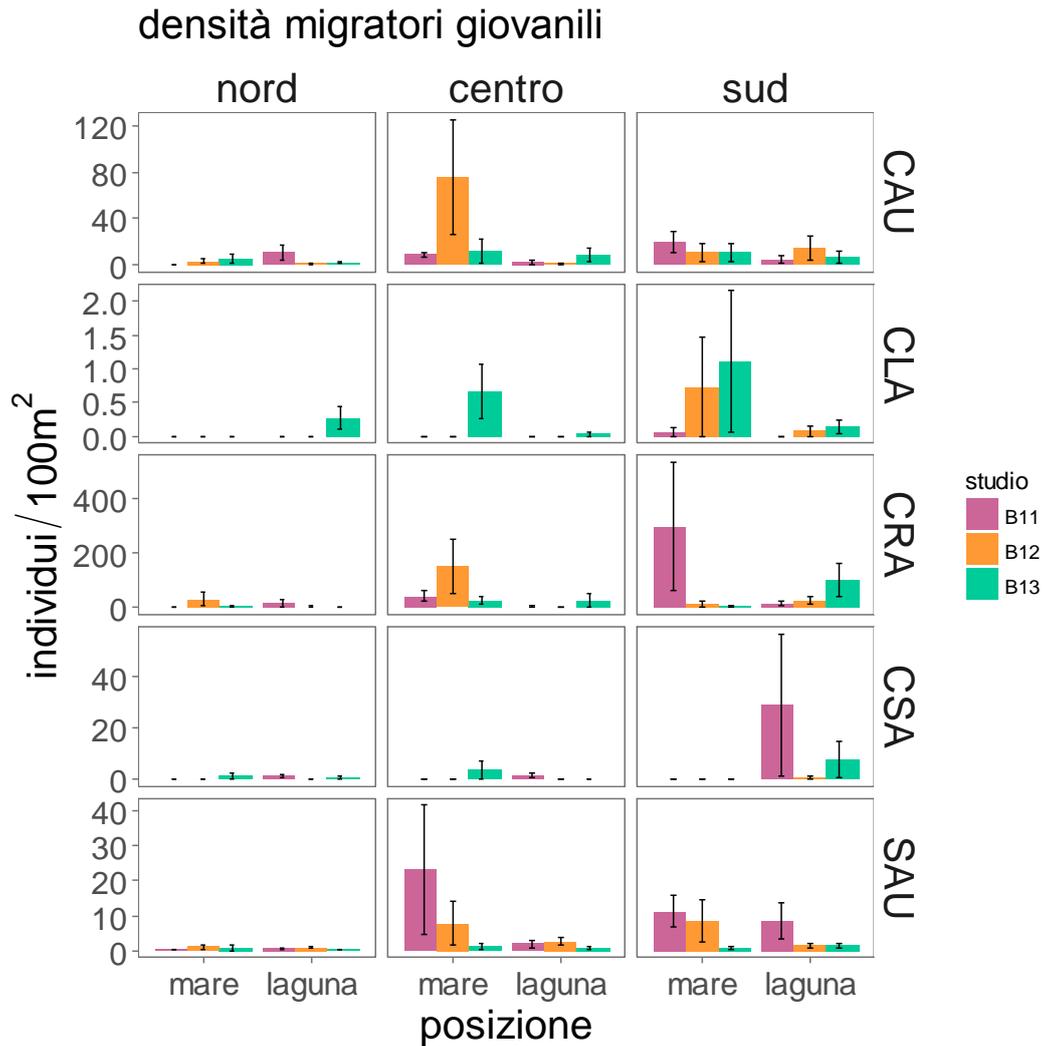


Figura 42. Densità medie (individui/100m² ± E.S.) di individui campionati appartenenti alle 5 specie più abbondanti, suddivisi per campagna (A) e per posizione (B). CAU = *Chelon auratus*, CLA = *Chelon labrosus*, CRA = *Chelon ramada*, CSA = *Chelon saliens*, SAU = *Sparus aurata*.

Con alcune differenze nei tre anni di monitoraggio, l'indice di colonizzazione mostra, in generale, valori ampiamente superiori alla soglia di 0.5 in tutti e tre i sottobacini, almeno nella III campagna (fig. 43, 44). Fanno eccezione *C. saliens*, rinvenuta quasi esclusivamente nelle stazioni lagunari, e *C. labrosus*, raccolto con densità più elevate in laguna solo nei sottobacini nord (solo durante il B/13) e sud (B/12 e B/13) (fig. 44).

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

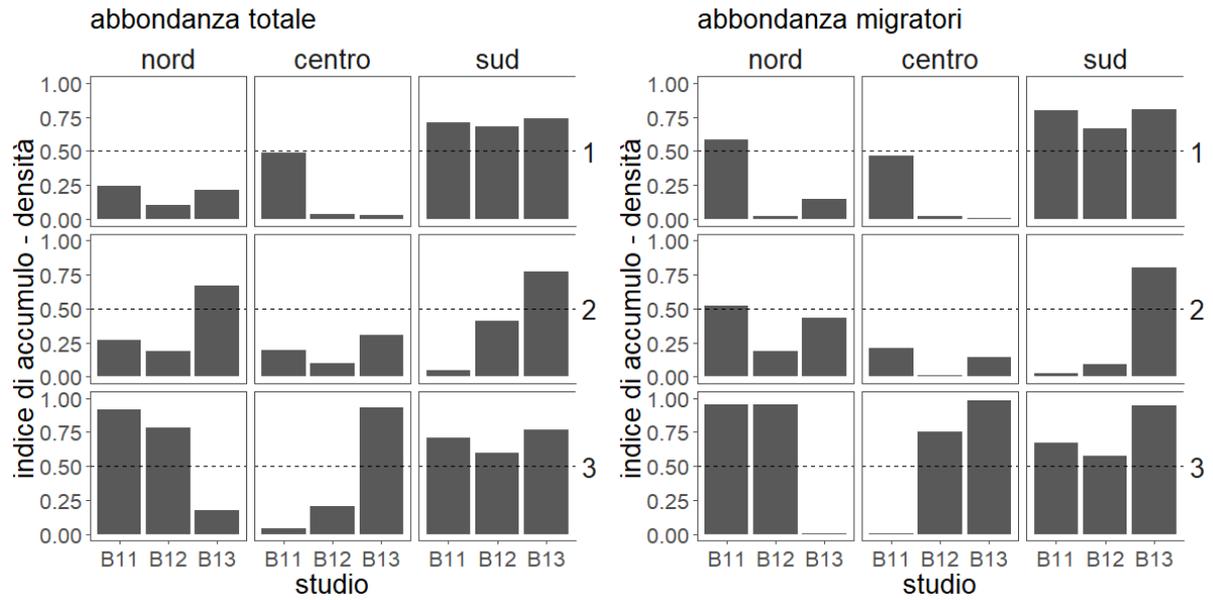


Figura 43. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per l'intero popolamento ittico campionato con sciabica (sinistra) e per la sola componente migratrice marina (destra), suddiviso per campagna, per sottobacino e per Studio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

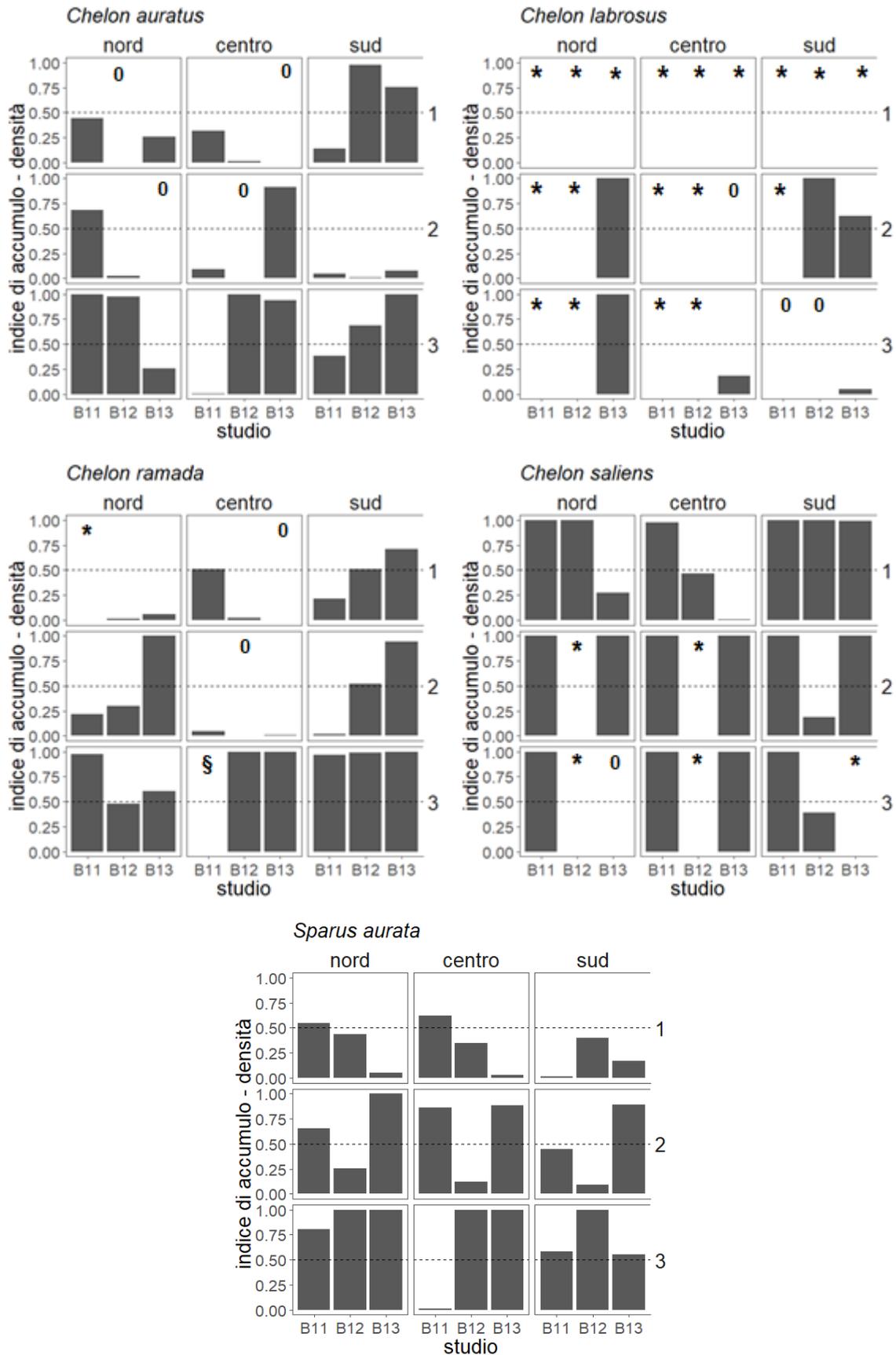
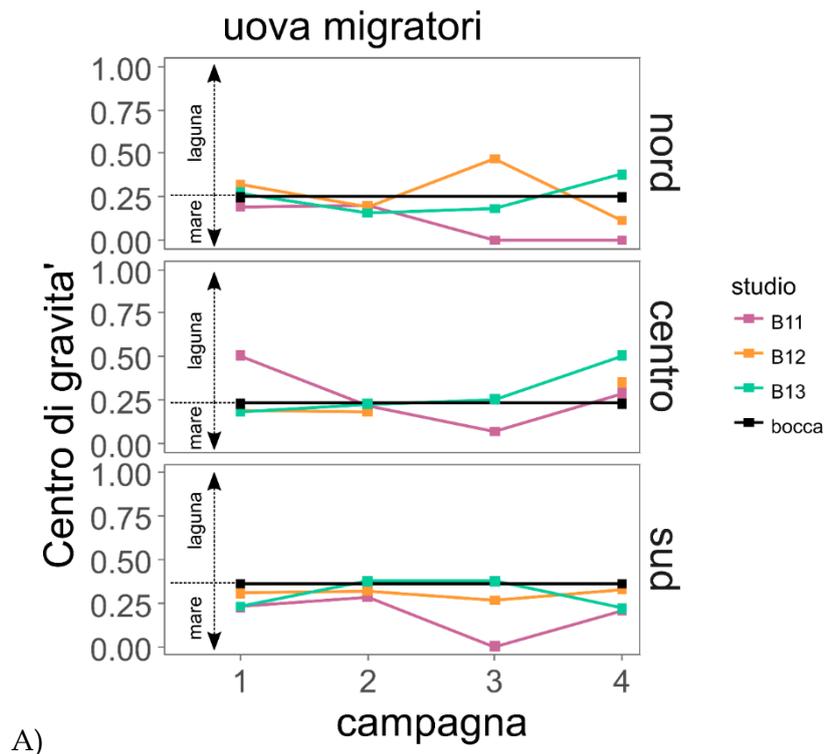


Figura 38. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le 5 specie più abbondanti, suddiviso per campagna, per sottobacino e per Studio. * = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile. 0 = individui trovati solo in mare. § individui campionati quasi esclusivamente in mare.

3.3 Indice Centro di Gravità (CdG)

Per valutare l'ingresso di uova, larve e giovanili di pesci nelle acque lagunari è stato calcolato un indice, il centro di gravità, che fornisce un'indicazione su dove si concentrano gli individui in ciascuno dei tre transetti mare-laguna analizzati (fig. 39). L'indice è stato calcolato separatamente per i tre stadi ontogenetici campionati (uova, larve e giovanili) della guild dei "migratori marini" (fig. 39). Nel corso delle quattro campagne di campionamento con bongo net appare evidente come le densità di uova di migratori (fig. 39A) siano concentrate prevalentemente nelle stazioni marine di tutti e tre i sottobacini, mentre considerando le larve (fig. 39B), il punto di massima concentrazione si sposta all'interno della laguna, soprattutto nelle prime tre campagne dei sottobacini nord e centrale. Nello stadio ontogenetico più avanzato, quello dei giovanili (fig. 39C), il centro di gravità si sposta infine all'interno della laguna.



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

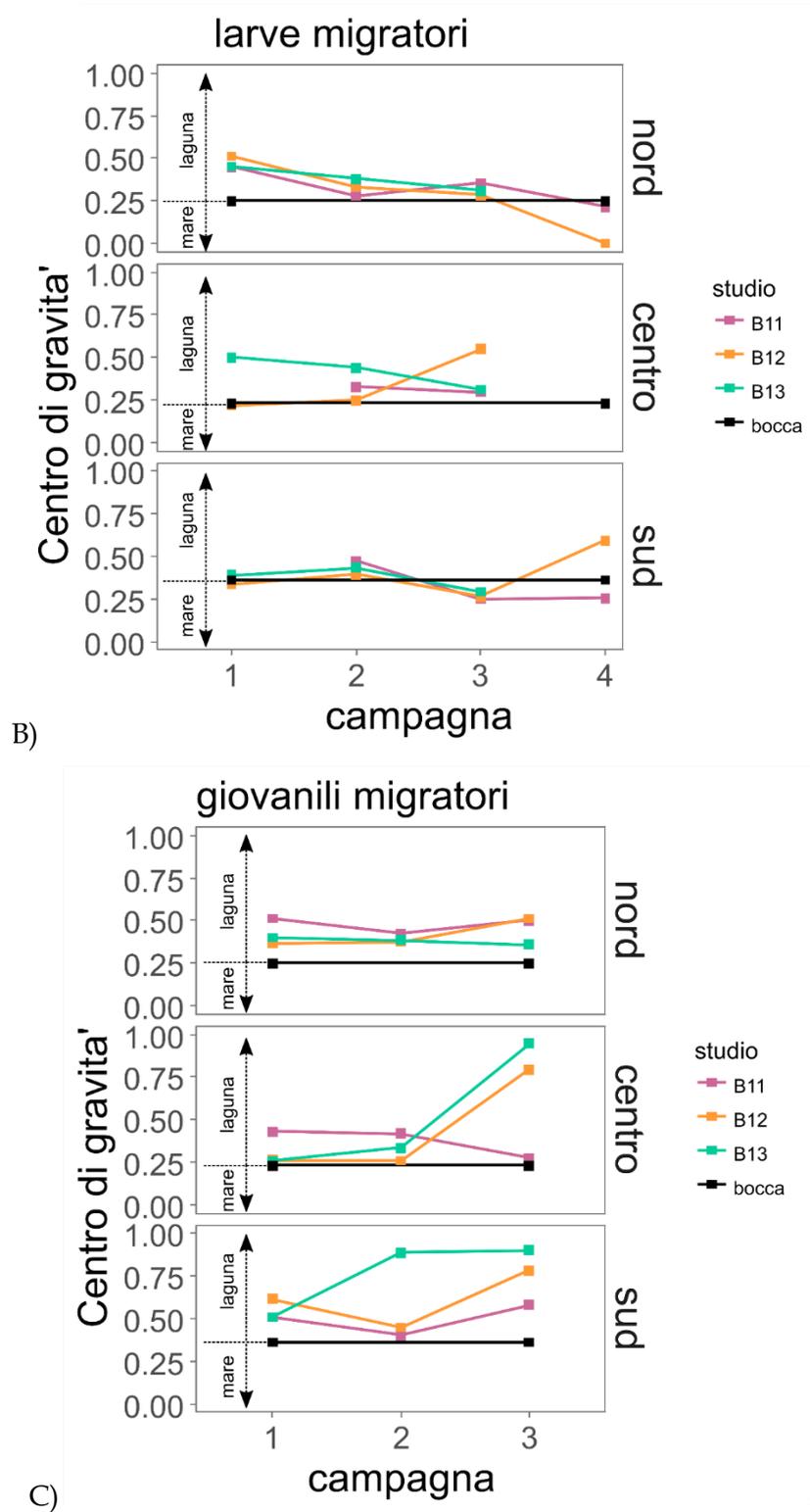


Figura 39. Centro di Gravità calcolato per uova (A), larve (B) e giovanili (C) di "migratori marini", suddiviso per campagna e per Studio.

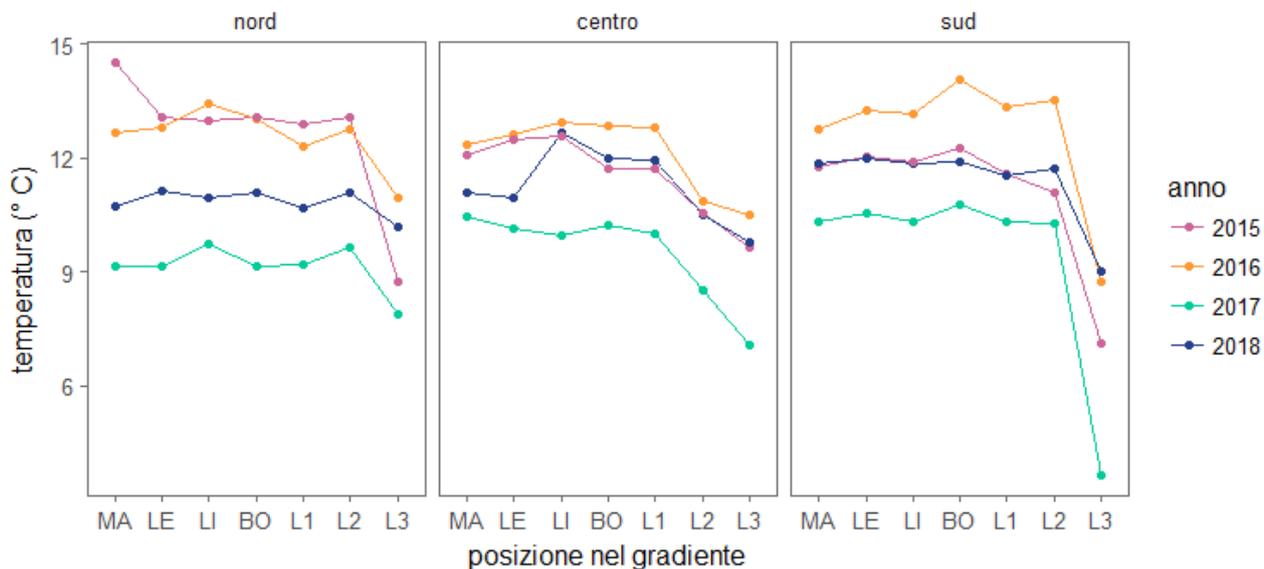
3.4 Integrazione campionamenti bongo net dicembre 2018

In questo paragrafo vengono integrati i risultati dell'analisi dei campioni raccolti con bongo net nell'ultima campagna dello studio B.6.72 B/13, svolta tra il 5 e il 7 dicembre 2018. I dati raccolti sono stati confrontati con quelli raccolti nelle tre campagne precedenti di dicembre (tab. 15).

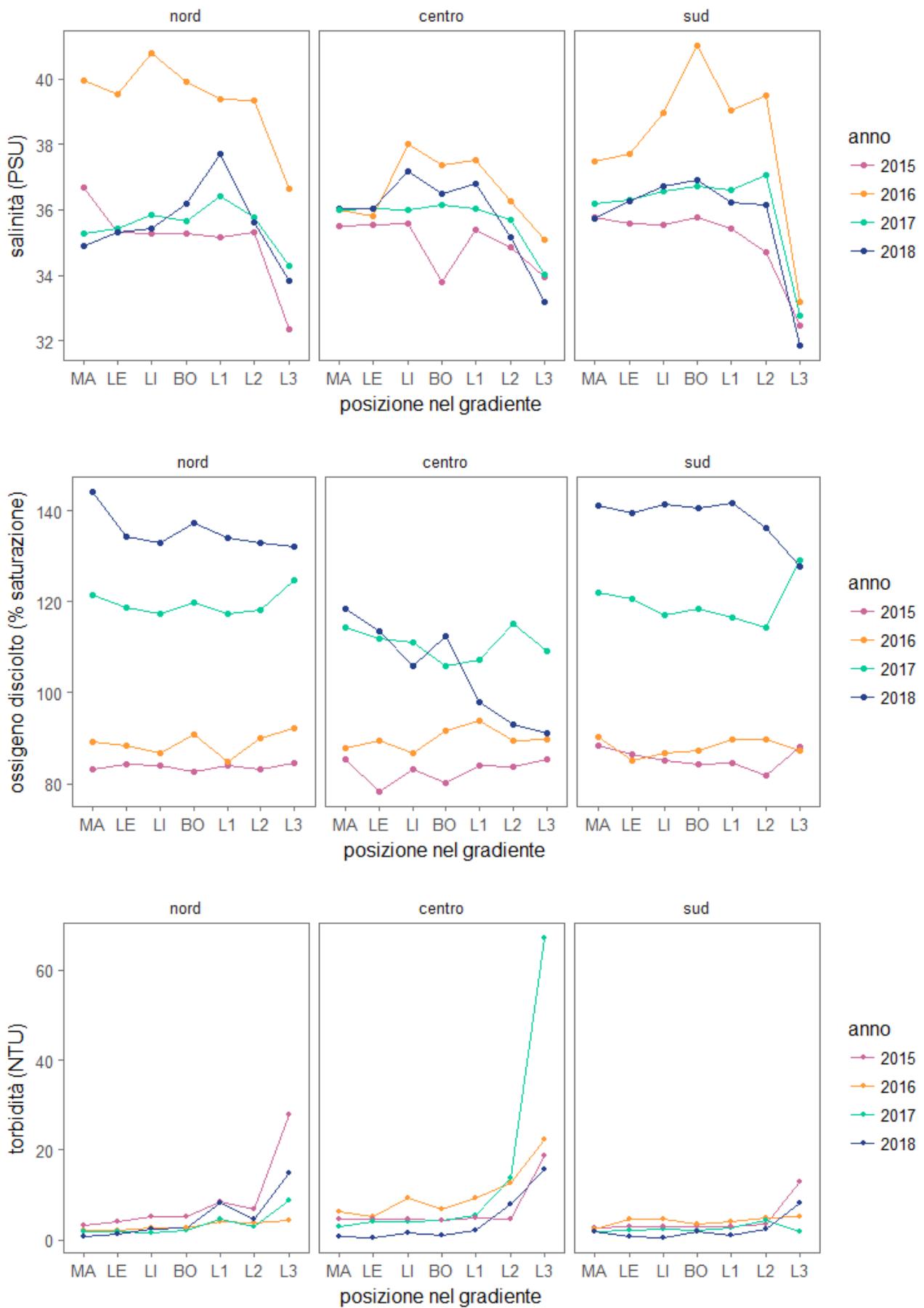
Tabella 15. Date di campionamento per le attività di raccolta di uova e larve di pesci con bongo net durante le campagne di dicembre degli Studi B/11, B/12 e B/13.

Campagna	Bocca di Lido	Bocca di Malamocco	Bocca di Chioggia
B/11	25/11/2015	30/11/2015	01/12/2015
B/12	02/12/2016	30/11/2016	01/12/2016
B/13	07/12/2017	05/12/2017	06/12/2017
B/13	07/12/2018	05/12/2018	06/12/2018

L'analisi dei parametri ambientali misurati nel corso dei campionamenti (fig. 40) mostra una sostanziale omogeneità nel corso dei quattro anni, anche se sono comunque osservabili alcune differenze in tutti e tre i sottobacini, come le temperature più basse registrate nel 2017, o le salinità più elevate registrate nel 2016. La concentrazione di ossigeno disciolto mostra invece valori sotto la soglia di saturazione nei primi due anni, mentre nel 2017 e nel 2018 la percentuale di saturazione è risultata essere quasi sempre più elevata del 100%, ad eccezione delle stazioni lagunari nel sottobacino centrale. Mentre i valori di torbidità sono confrontabili tra i quattro anni (tranne un picco di torbidità nella stazione più interna del sottobacino centrale nel 2017), per la concentrazione di clorofilla le differenze tra anni sono mascherate, in tutti i sottobacini, dalla marcata variabilità presente tra le stazioni all'interno dello stesso gradiente.



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

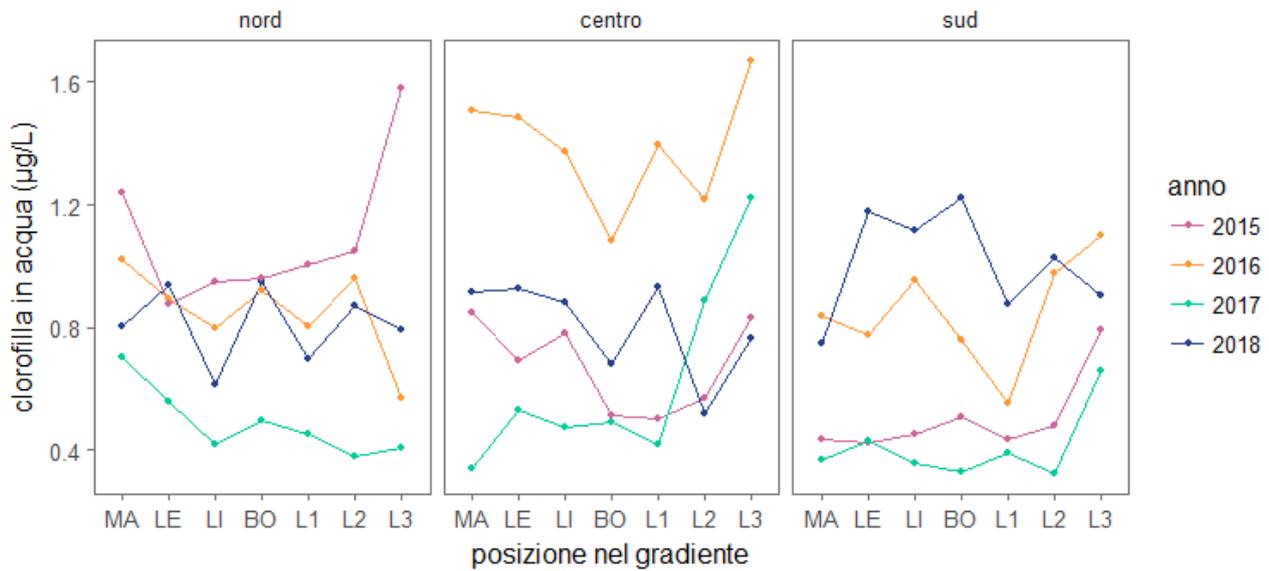


Figura 40. Andamento dei parametri ambientali registrati nelle stazioni campionate con bongo net durante le campagne di dicembre degli Studi B/11, B/12, B/13 disposte nell'ordine lungo il gradiente mare-laguna. MA-LI: stazioni marine, BO = bocca di porto, L1-L3 = stazioni lagunari, da quella più vicina alla bocca di porto (L1) a quella più confinata (L3).

Considerando i taxa della comunità ittioplanctonica campionati in questi quattro anni durante le campagne di dicembre (tab. 16), la composizione tassonomica risulta essere abbastanza omogenea. Per quanto riguarda le uova, in tutti e quattro gli anni sono state campionate uova di Bothidae, spratto e spigola. Per quanto riguarda altre specie migratrici, la presenza nei campioni non è continua, ma si limita solo a tre anni (sardina) o meno (sogliola nel 2016 e nel 2018, passera solo nel 2018). Nel caso delle larve, solo lo spratto è sempre presente nei campioni, mentre compaiono solo in due anni su quattro sardina (2016 e 2018), spigola (2017 e 2018) e sogliola (2016 e 2018). La presenza di larve di acciuga nel 2015 è da ritenersi occasionale, essendo una specie a riproduzione estiva.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 16. Lista dei taxa ritrovati allo stadio di uovo e larva durante i campionamenti con bongo net effettuati durante le campagne di dicembre degli Studi B/11, B/12 e B/13. In grassetto sono evidenziati i "migratori marini". r = residenti, mm = "migratori marini", ms = marini occasionali.

Famiglia	Taxon	Nome comune	Guild	Uova				Larve				
				B/11 2015	B/12 2016	B/13 2017	B/13 2018	B/11 2015	B/12 2016	B/13 2017	B/13 2018	
Bothidae	<i>Arnoglossus</i> n.i.		ms									X
	Bothidae n.i.		ms	X	X	X	X					
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	mm		X	X	X			X		X
	<i>Sprattus sprattus</i>	Spratto	mm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Acciuga	mm					X				
Gadidae	Gadidae n.i.		ms				X					
Gobiidae	Gobiidae n.i.		r					X	X	X		
Lotidae	<i>Gaidropsarus</i> n.i.		ms	X	X							
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Spigola	mm	X	X	X	X				X	X
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	Passera	mm				X					
Soleidae	<i>Solea solea</i>	Sogliola comune	mm		X		X			X		X
Syngnathidae	<i>Nerophis ophidion</i>	Pesce ago sottile	r								X	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Dall'analisi delle densità delle uova, sia totali che dei soli migratori, si osservano valori sostanzialmente confrontabili nei primi tre anni, seguiti da un incremento nel 2018 (fig. 41). Le densità di uova misurate nel 2018 sono risultate infatti essere significativamente più elevate rispetto ai tre anni precedenti, sia mare che in laguna (tab. 17), mentre non sono state evidenziate differenze significative tra sottobacini o posizioni (tab. 17).

Tabella 17. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra anni, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando le densità medie di uova e larve campionate durante le campagne di dicembre, calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei "migratori marini" e per *Sprattus sprattus*. * = risultato del test significativo per $P < 0.05$, n.s. = risultato del test non significativo.

Fattore	Uova totali	Uova migratori	Larve totali	Larve migratori	Uova <i>S. sprattus</i>	Larve <i>S. sprattus</i>
Anno	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.
Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Posizione x Sottobacino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

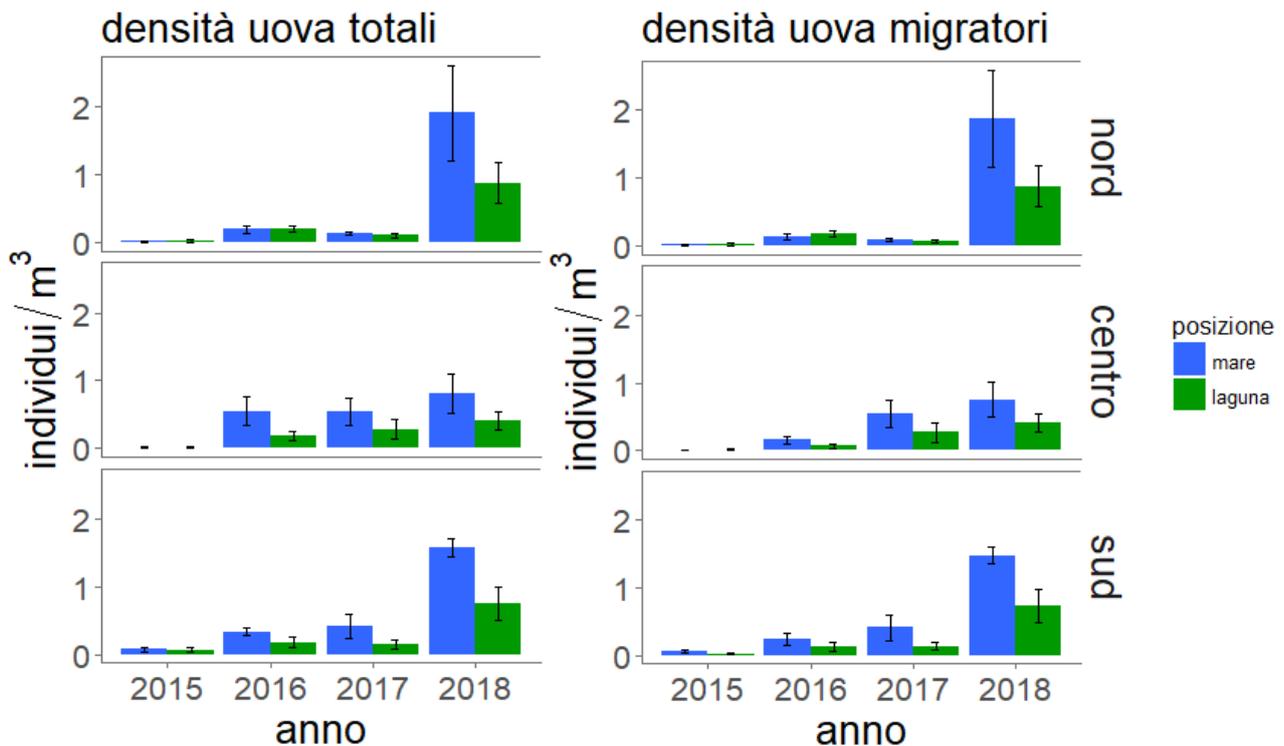


Figura 41. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova totali (sinistra) e delle uova di "migratori marini" (destra) campionate durante le campagne di dicembre, raggruppate per sottobacino e per anno di campionamento; i colori indicano le differenti posizioni.

Per quanto riguarda le uova di spratto (fig. 42), il pattern osservato è sostanzialmente simile, anche se i test non hanno evidenziato differenze significative tra gli ultimi due anni, ma solo tra il 2018 e i primi due anni di campionamento (2015 e 2016).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

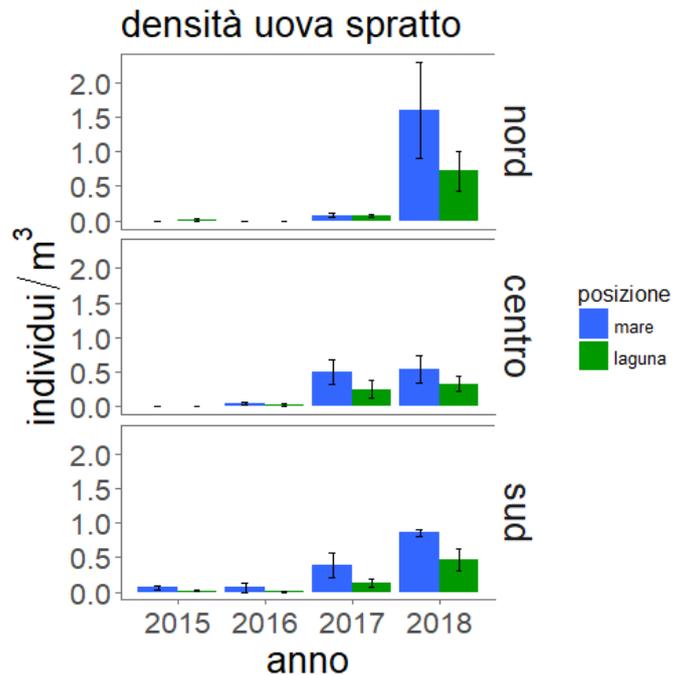


Figura 42. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova di *Sprattus sprattus* campionate durante le campagne di dicembre, raggruppate per sottobacino e per anno di campionamento; i colori indicano le differenti posizioni.

Per quanto riguarda le altre specie migratrici (fig. 43), la sardina e, in misura minore, anche la spigola, sono le uniche a mostrare una maggiore frequenza di rinvenimento nel corso dei quattro anni, mentre le catture di uova di acciuga, passera e sogliola, a causa del diverso periodo riproduttivo, sono risultate occasionali.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

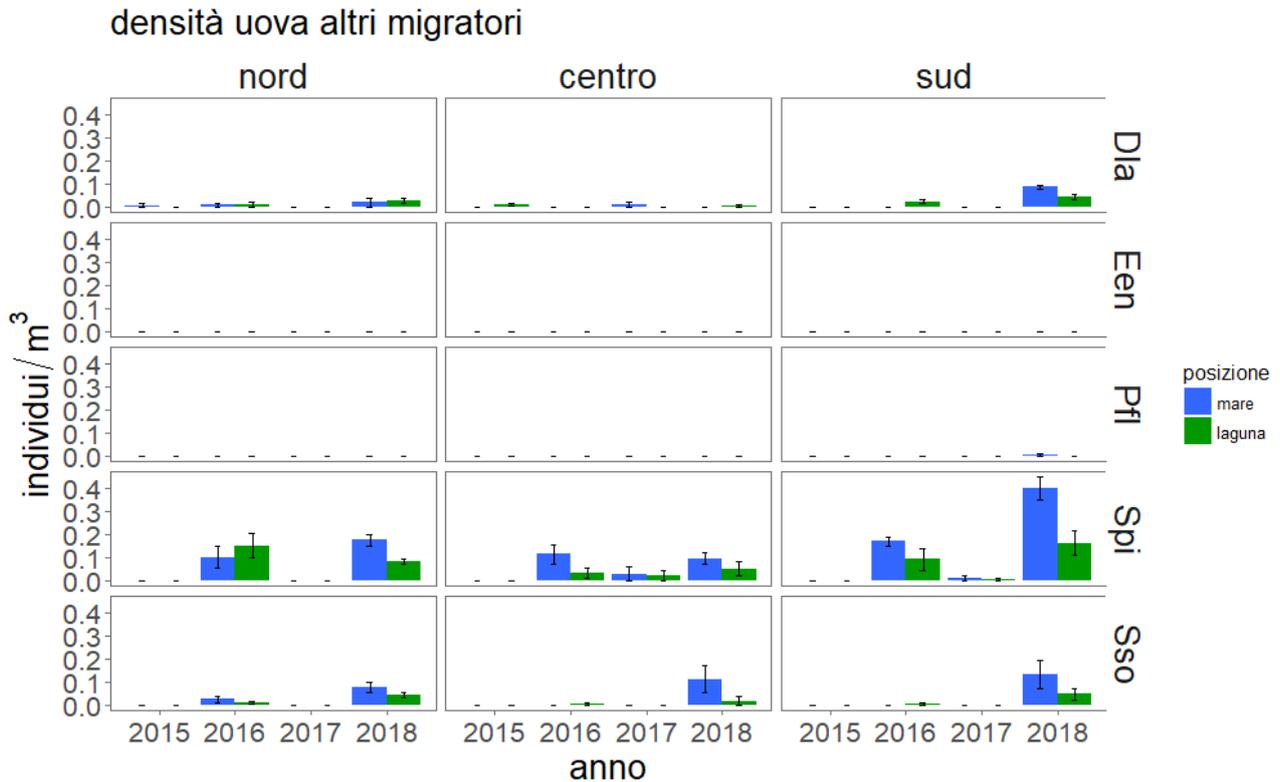


Figura 43. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle uova dei taxa “migratori marini” campionati solo occasionalmente durante le campagne di dicembre, raggruppate per sottobacino e per anno di campionamento; i colori indicano le differenti posizioni. Dla = *D. labrax*, Een = *E. encrasicolus*, Pfl = *P. flesus*, Spi = *S. pilchardus*, Sso = *S. solea*.

L'indice di colonizzazione per le uova (totali, migratori e spratto) (fig. 44, 45) mostra quasi sempre valori inferiori alla soglia di 0.5, ad eccezione dei sottobacini nord e centrale nel 2015.

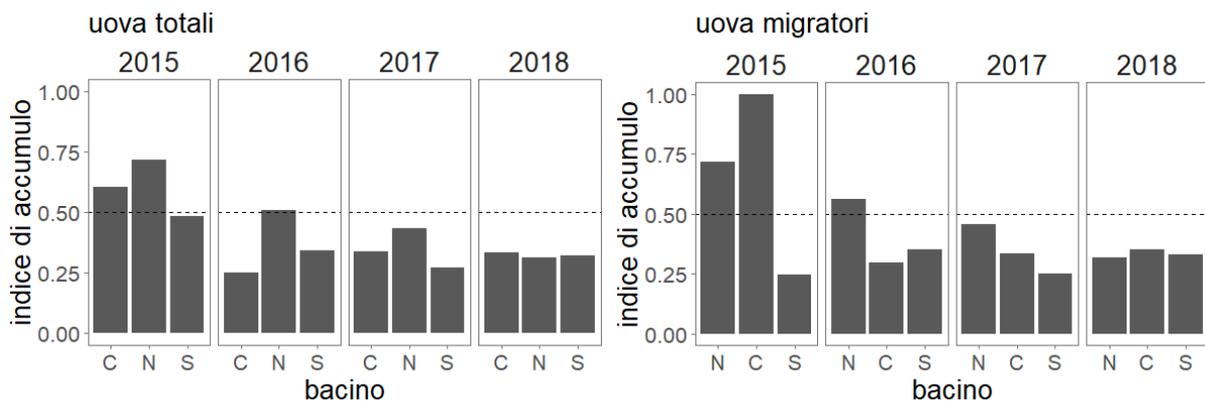


Figura 44. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova totali (sinistra) e per uova di “migratori marini” (destra) campionate durante le campagne di dicembre, suddiviso per anno e per sottobacino.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

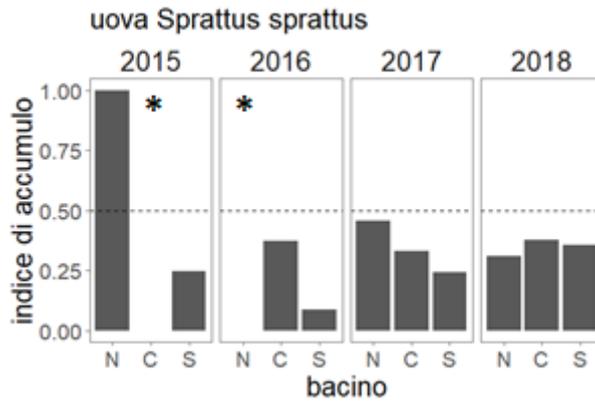


Figura 45. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le uova di *Sprattus sprattus*, suddiviso per anno e sottobacino. * = nessun uovo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

Per quanto riguarda le larve (fig. 46), si osserva lo stesso andamento temporale registrato per le uova, ma in questo caso i test (tab. 17) non hanno evidenziato differenze significative neppure tra anni, probabilmente a causa della maggiore variabilità tra stazioni. Quanto appena detto vale sia per l'intera comunità ittioplanctonica che per la sola componente migratrice (fig. 46), ma anche per lo spratto (fig. 47).

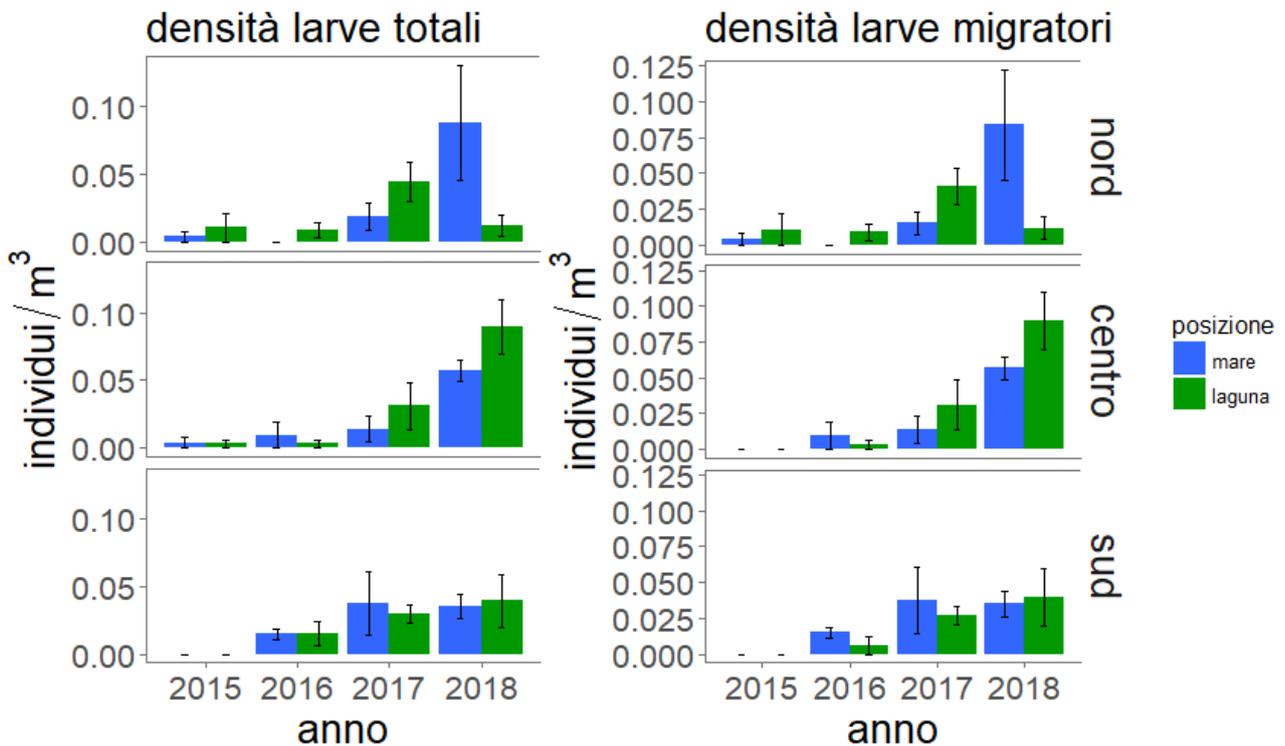


Figura 46. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve totali (sinistra) e delle larve di "migratori marini" (destra) campionate durante le campagne di dicembre, raggruppate per sottobacino e per anno di campionamento; i colori indicano le differenti posizioni.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

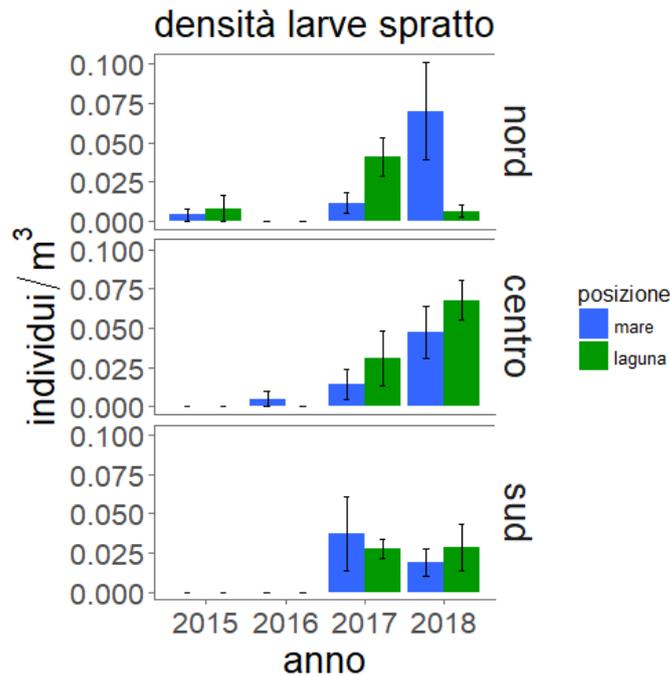


Figura 47. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve di *Sprattus sprattus* campionate durante le campagne di dicembre, raggruppate per sottobacino e per anno di campionamento; i colori indicano le differenti posizioni.

Nel caso delle larve (fig. 48) delle altre specie migratrici, la presenza nei campioni è risultata occasionale, ancor più rispetto a quanto osservato per le uova, e comunque sempre con valori di densità molto inferiori rispetto a quelle di spratto.

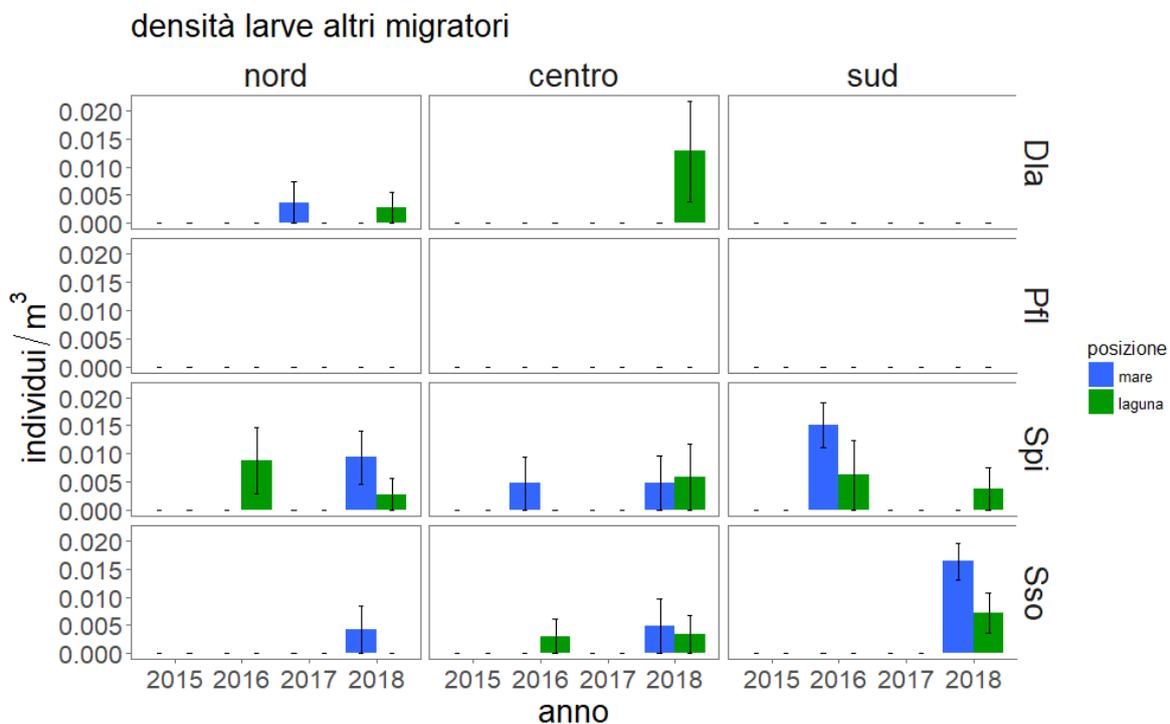


Figura 48. Densità medie (individui/m³ ± E.S.) delle larve dei taxa "migratori marini" campionati solo occasionalmente durante le campagne di dicembre, raggruppate per sottobacino e per anno di campionamento; i colori indicano le differenti posizioni. Dla = *D. labrax*, Pfl = *P. flesus*, Spi = *S. pilchardus*, Sso = *S. solea*.

L'indice di colonizzazione per le larve (fig. 49), sia di tutta la comunità che dei soli "migratori marini", supera più di frequente la soglia di 0.5, anche se non si osserva un pattern costante per i tre sottobacini nel corso dei quattro anni di indagine.

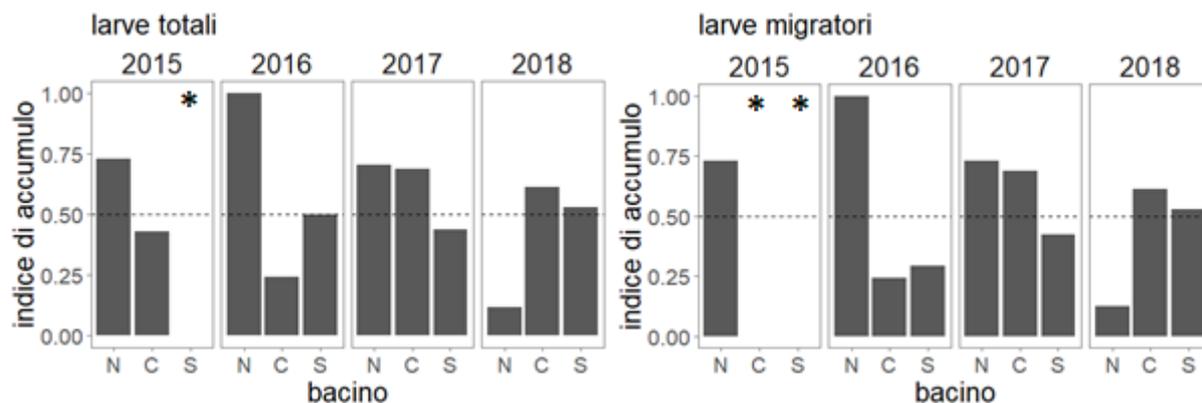


Figura 49. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per larve totali (sinistra) e per larve di "migratori marini" (destra) campionate durante le campagne di dicembre, suddiviso per anno e per sottobacino.
* = nessun uovo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

Lo stesso dicasi per le larve di spratto (fig. 50), che superano la soglia di 0.5 in uno o due sottobacini al massimo in ciascun anno, ad eccezione del 2016.

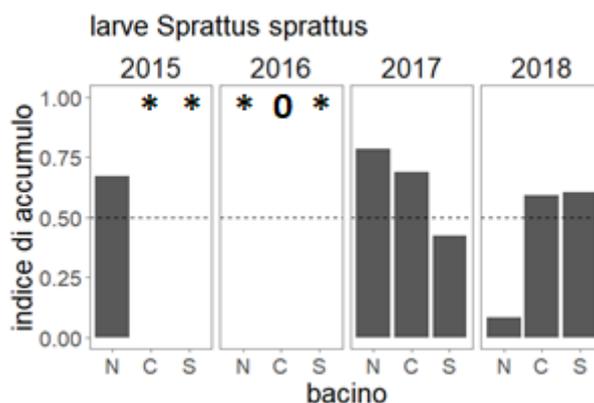


Figura 50. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le larve di *Sprattus sprattus*, suddiviso per anno e sottobacino. * = nessun uovo campionato nel transetto, indice non calcolabile. 0 = uova trovate solo in mare.

3.5 Modelli di distribuzione spaziale

Le mappe interpolate (i dati di campo sono stati presentati nel II Rapporto di Valutazione; PROV.V.OO.PP. - CORILA, 2018) dei parametri ambientali prodotti in questo Studio (B/13) per ciascuna campagna di rilievo sono riportate in fig. 51 per la temperatura dell'acqua, in figura 52 per la salinità dell'acqua, in figura 53 per la concentrazione di ossigeno disciolto e in figura 54 per la torbidità dell'acqua. La granulometria, necessaria per poter applicare i modelli di distribuzione, è stata considerata fissa nel tempo utilizzando gli stessi dati impiegati nelle fasi precedenti di questo studio, al fine di facilitare i confronti tra i diversi anni di monitoraggio (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2016; Cavraro *et al.* 2017).

Queste serie di rappresentazioni spaziali, che descrivono l'evoluzione delle principali condizioni chimico-fisiche nella finestra temporale considerata, sono stati utilizzati come dati di input dei modelli di distribuzione per *S. aurata* e *P. flesus*, ottenendo, per ciascuna campagna di rilievo dei

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

parametri chimico-fisici, stime della probabilità di presenza attesa, date le condizioni ambientali. Per i giovanili di orata, in accordo con gli Studi precedenti (MAG. ACQUE-DSA UniVe, 2011; Cavraro *et al.*, 2017; Redolfi Bristol, 2019) e, con l'approccio seguito anche nelle fasi precedenti di questo Studio (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2014; 2015; 2016; 2017), sono state considerati due diverse classi dimensionali, riconducibili a due stadi vitali a cui sono associate anche variazioni delle loro esigenze fisio-ecologiche (Ferrari e Chierogato, 1981; Bodinier *et al.*, 2010). Per tener conto di queste variazioni sono stati usati due diversi modelli di distribuzione, il primo per gli individui di taglia inferiore o uguale ai 20 mm di lunghezza standard e il secondo per quelli più grandi di questa soglia (fino ad una lunghezza standard di 45 mm).

Le probabilità di presenza stimate sono interpretate come idoneità delle condizioni ambientali per le due specie, e quindi possono essere considerate come una misura della bontà dell'habitat. Le stime effettuate per le singole campagne sono state aggregate in mappe di probabilità media per i mesi di marzo ed aprile, in modo da poter confrontare i risultati relativi a questo anno di monitoraggio con quelli dei precedenti due Studi (B/11 e B/12), in cui vengono considerate le tre bocche di porto). Le mappe di confronto sono espresse come anomalie della probabilità di presenza: valori negativi indicano una probabilità di presenza più alta rispetto al passato, mentre valori positivi suggeriscono un peggioramento delle condizioni ambientali.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

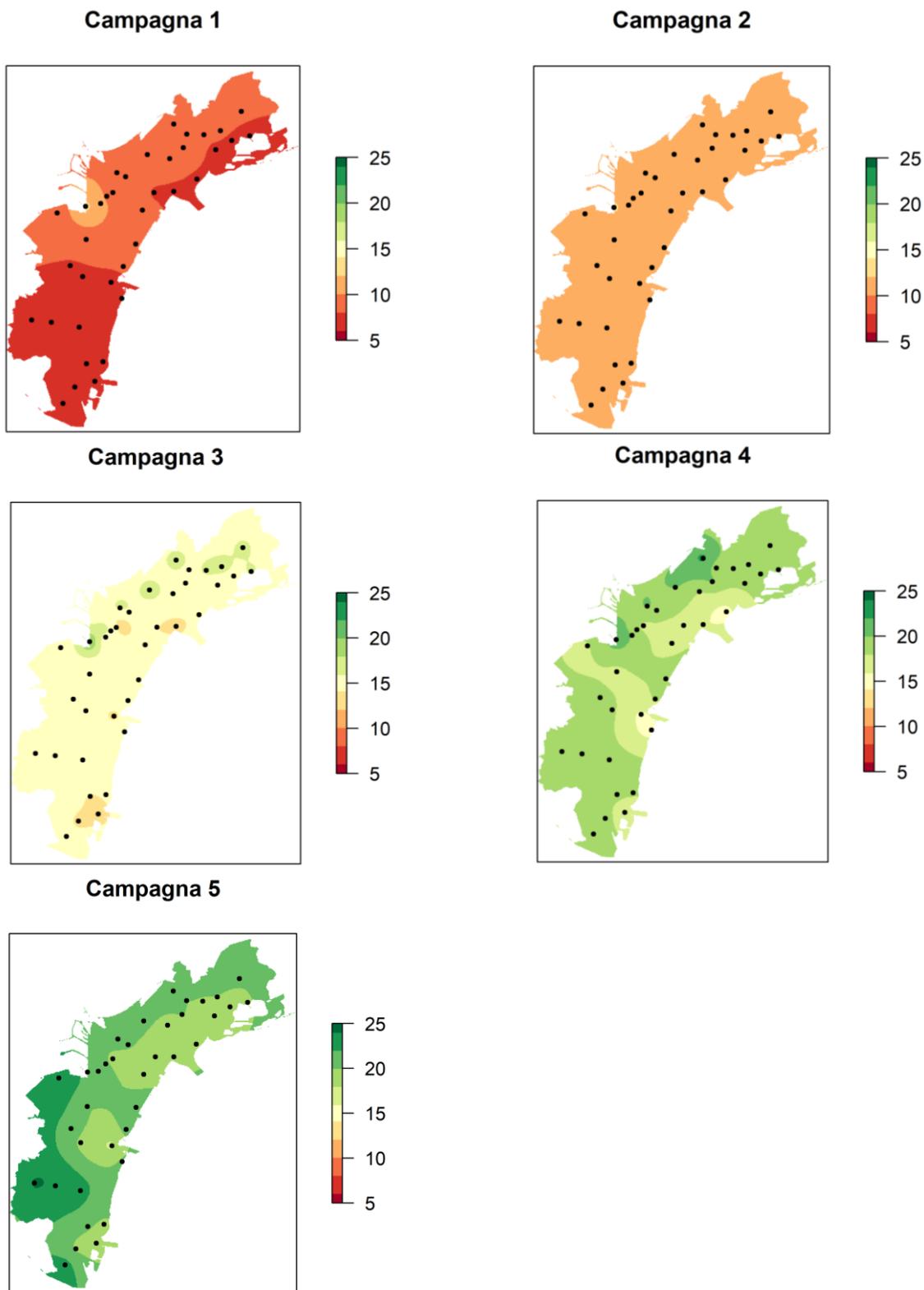


Figura 51. Interpolazioni dei valori di temperatura (°C) rilevati nelle cinque campagne. I punti rappresentano i siti di rilievo dei dati.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

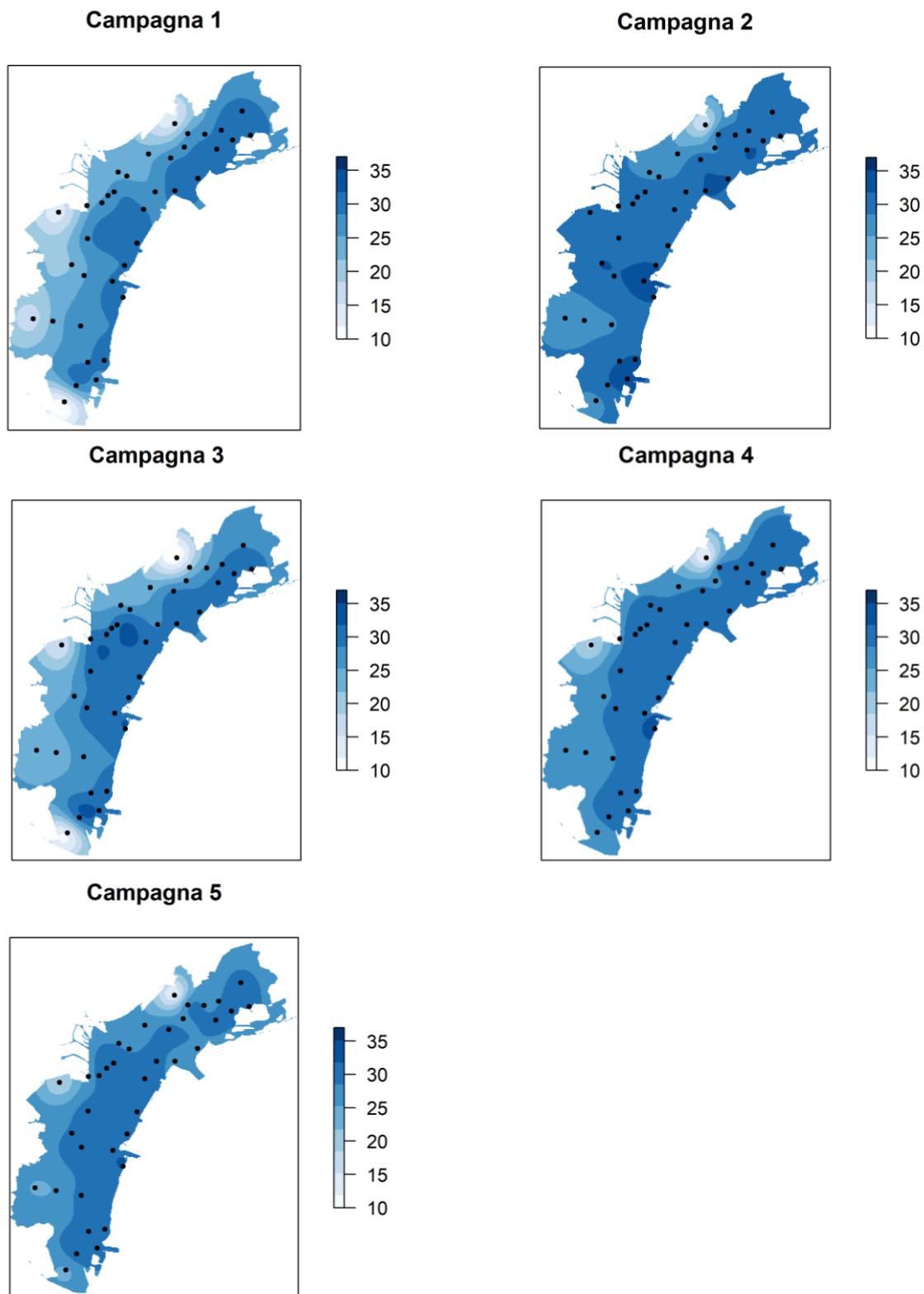


Figura 52. Interpolazioni dei valori di salinità (PSU) rilevati nelle cinque campagne. I punti rappresentano i siti di rilievo dei dati.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

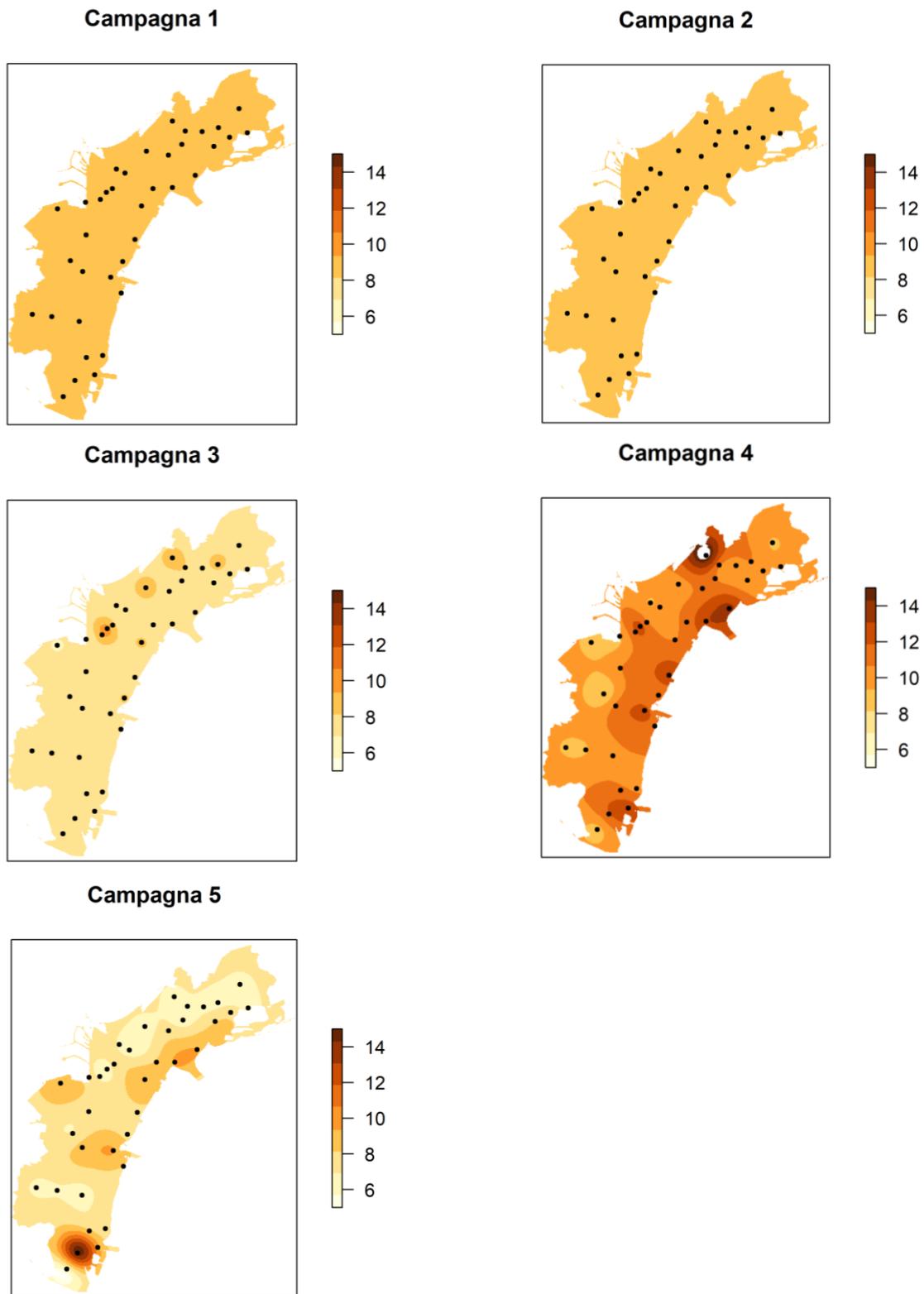


Figura 53. Interpolazioni dei valori di ossigeno disciolto (mg / l) rilevati nelle cinque campagne. I punti rappresentano i siti di rilievo dei dati.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

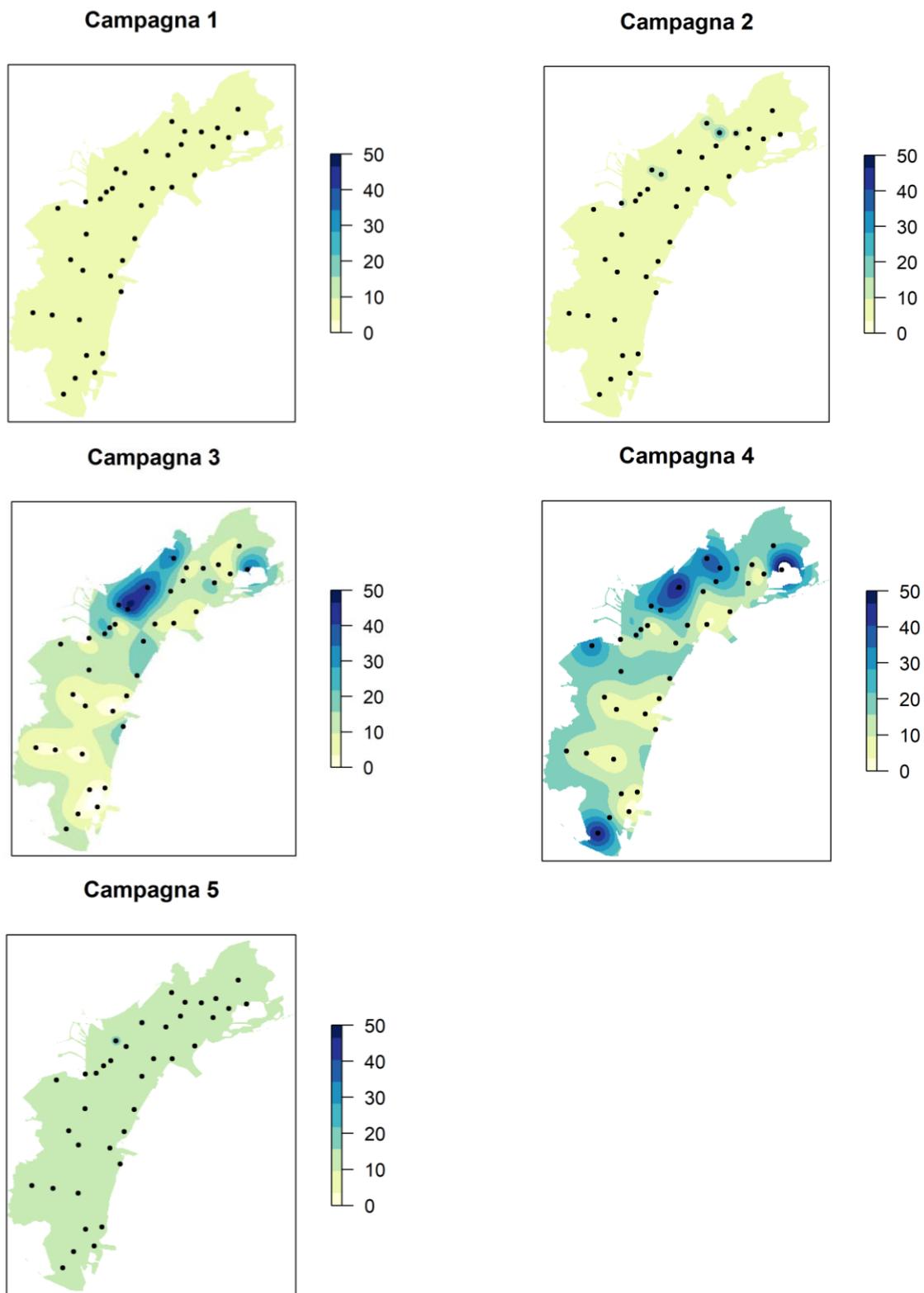


Figura 54. Interpolazioni dei valori di torbidità (FTU) rilevati nelle cinque campagne. I punti rappresentano i siti di rilievo dei dati.

3.5.1 Applicazione del modello dei giovanili di *S. aurata* ai parametri ambientali del 2018

La probabilità di presenza della prima classe di *S. aurata* (lunghezza standard <20 mm) tende a diminuire all'interno della finestra temporale della montata (fig. 55; 57A). La capacità del modello di discriminare tra siti occupati e non occupati (fig. 55) è discreta (AUC 0.75; Fielding e Bell, 1997). Per tutti e tre i sottobacini, le zone più favorevoli sembrano essere quelle prossime alle bocche di porto, con valori decrescenti di probabilità di presenza osservabili spostandosi verso la gronda lagunare.

La probabilità di presenza stimata a livello delle stazioni di monitoraggio dei parametri ambientali mostra delle differenze tra campagne (ANOVA test, $p < 0.01$) con differenti ruoli dei bacini nelle diverse campagne. In particolare nella prima campagna di marzo, le condizioni sembrano nettamente più favorevoli nel sottobacino meridionale. Questo stesso pattern risulta presente anche osservando i dati aggregati per mese (fig. 56 e 57B), con aprile caratterizzato da una significativa diminuzione delle probabilità di presenza).

L'idoneità per le giovani orate della seconda classe dimensionale (lunghezza standard compresa tra 20 e 35 mm) tende ad aumentare nel tempo (fig. 59, 60) e a raggiungere valori più elevati nelle parti più interne del bacino lagunare, in particolare nella parte meridionale del sottobacino Nord (in particolare durante la campagna 4). Anche in questo caso il modello mostra una discreta capacità di discriminare le presenze effettivamente registrate durante i campionamenti effettuati con la sciabica (AUC 0.76) e si possono riportare differenze significative tra bacini e tra le diverse campagne ($p < 0.01$), attribuibili ai valori significativamente più alti registrati nei bacini Nord e centro rispetto a quello meridionale. Nelle diverse campagne si registra un significativo aumento della probabilità di presenza fino alla campagna della prima metà di aprile (campagna 4), che mostra valori di probabilità di presenza analoghi a quelli osservabili nella campagna di rilievo successiva (fig. 60A), anche se con un pattern di distribuzione spaziale leggermente diverso (fig. 58). Anche raggruppando i dati per mese (fig. 59, 60B), si può osservare una rappresentazione analoga a quella registrata nelle diverse campagne: significativo aumento della probabilità di presenza medio nel tempo e situazione più favorevole nel sottobacino nord rispetto a quello sud, con il bacino centrale piuttosto variabile, che non differisce dagli altri due. In particolare, sia in marzo che in aprile, la zona più favorevole sembra essere la porzione di laguna prossima alla gronda nel tratto compreso tra tessera e la foce del Dese (fig. 59).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

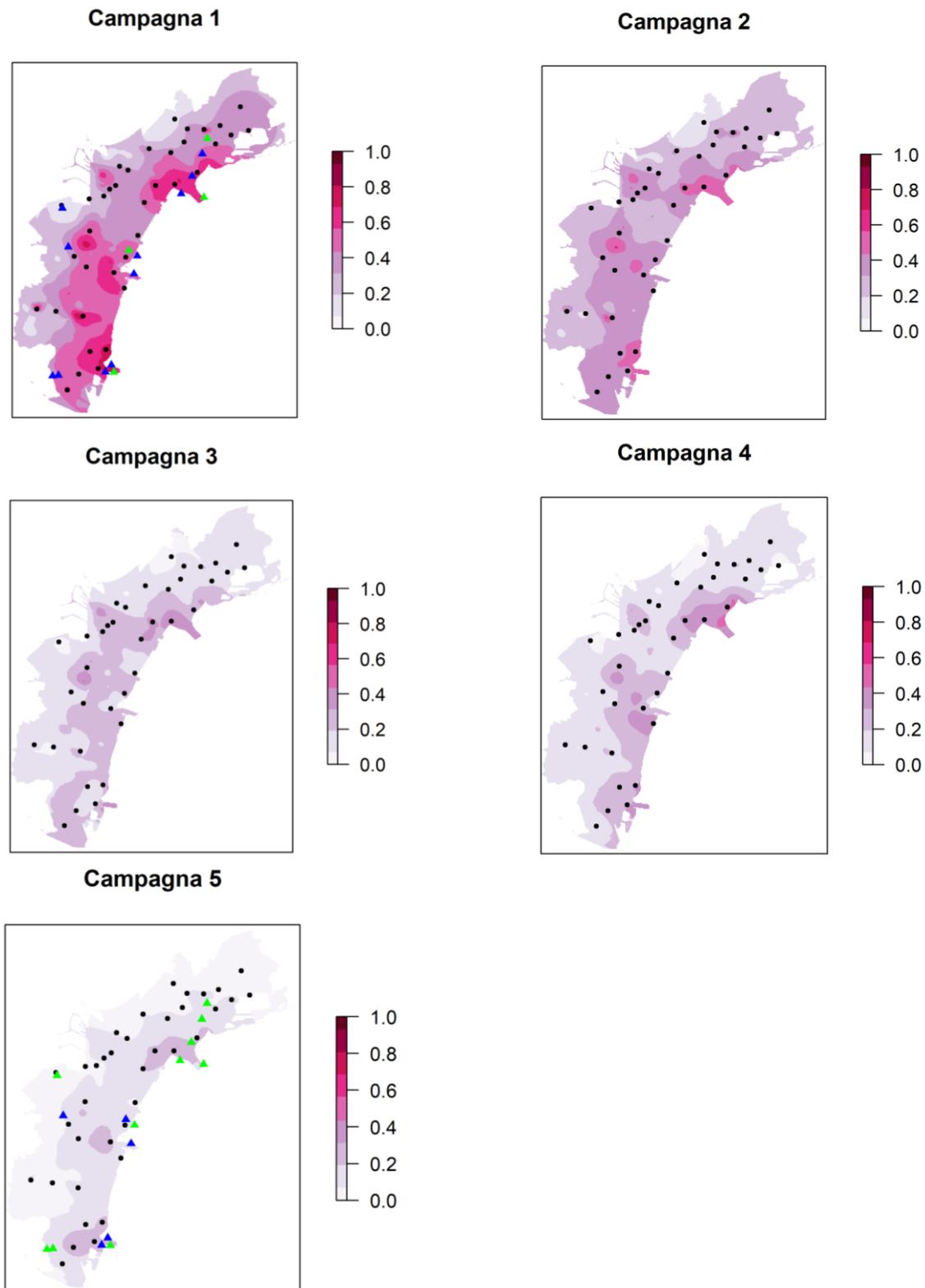


Figura 55. Stima della probabilità di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 1 nelle cinque campagne di rilievo dei parametri ambientali. I punti neri rappresentano le stazioni di campionamento dei parametri ambientali, mentre i triangoli segnalano la presenza (blu)/assenza (verde) nelle stazioni di campionamento della fauna giovanile, relativamente alla campagna temporalmente più prossima a quella di rilievo dei parametri ambientali.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

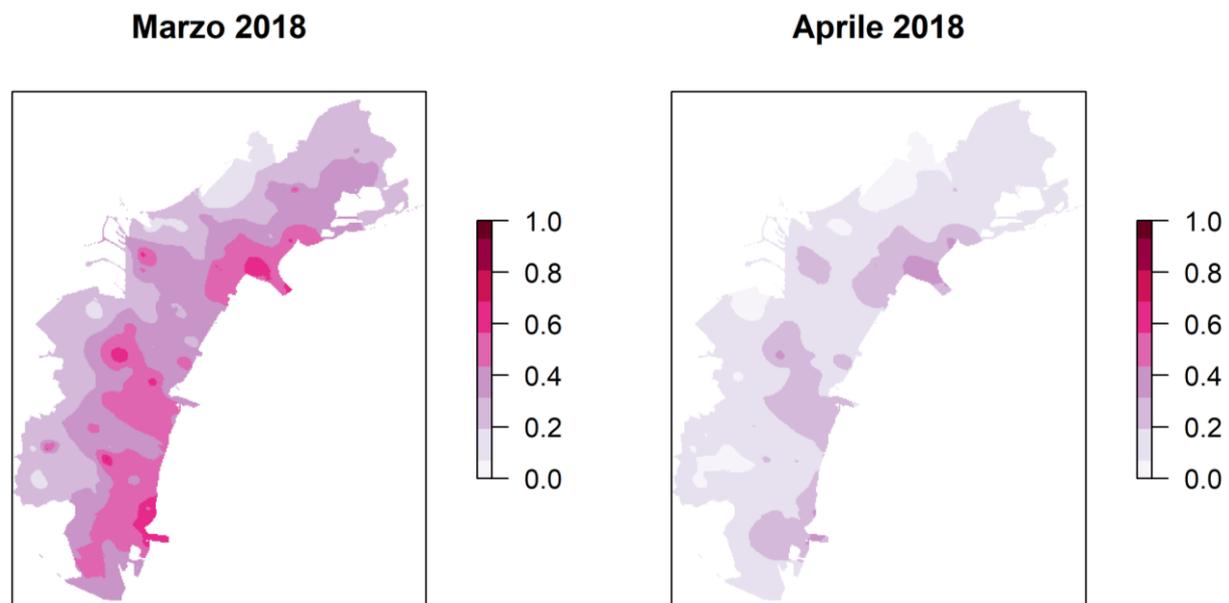
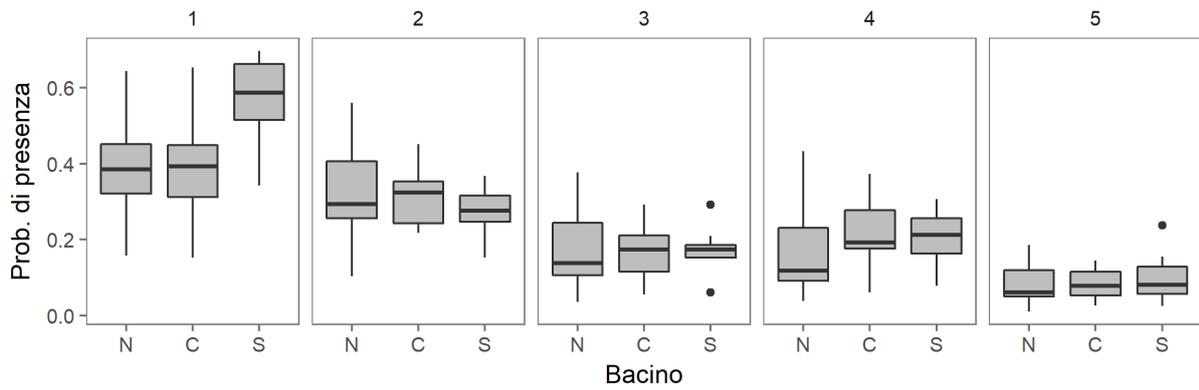


Figura 56. Stima della probabilità media di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 1 per Marzo ed Aprile.

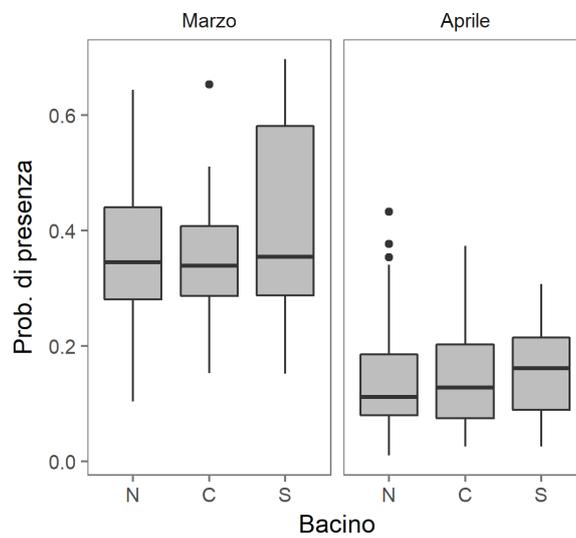
CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

S. aurata classe 1 / campagna



A)

S. aurata classe 1 / mesi



B)

Figura 57. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per la classe 1 di *S. aurata* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini nelle diverse campagne (A) e in marzo e aprile (B).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

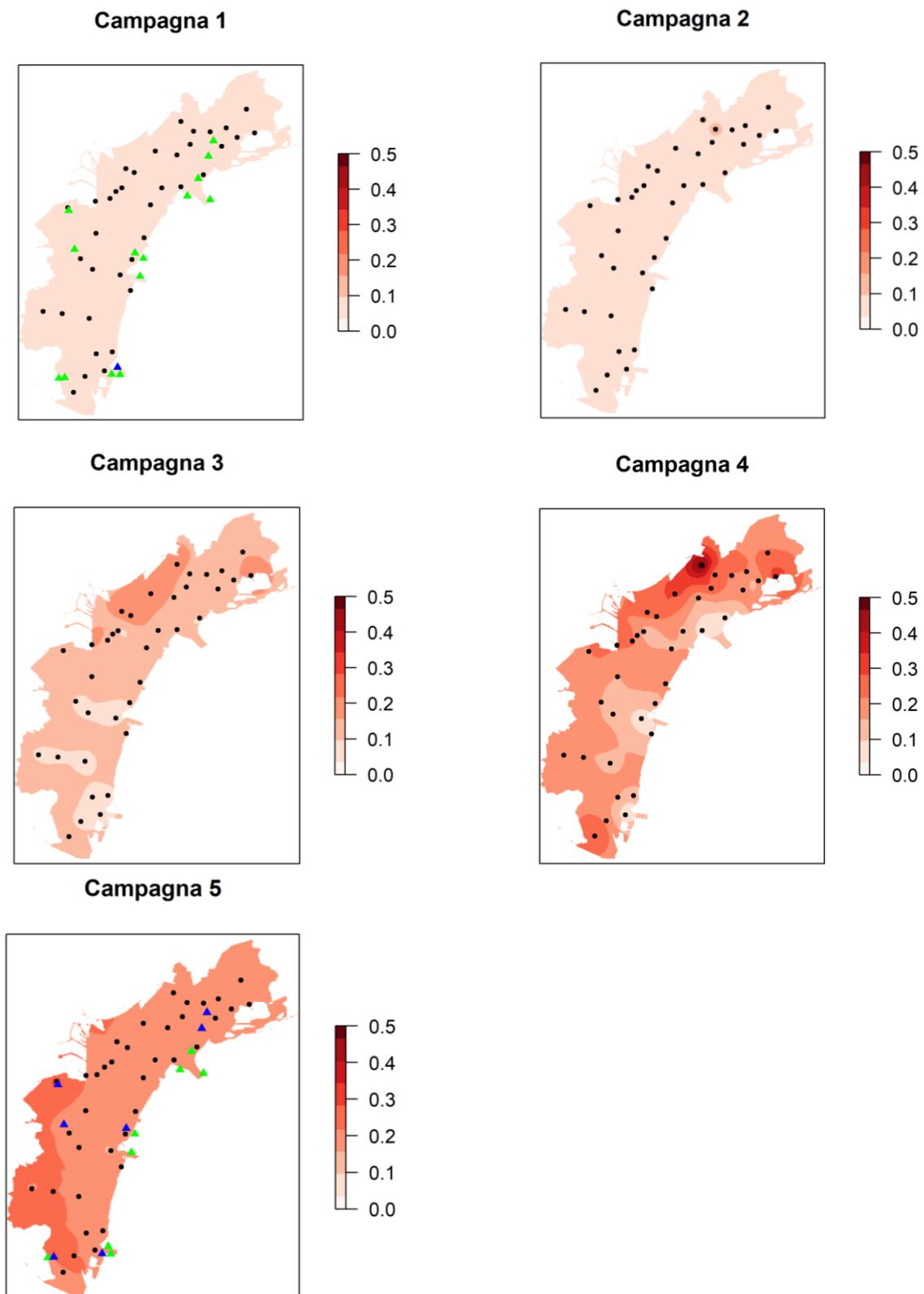


Figura 58. Stima della probabilità di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 2 nelle cinque campagne di rilievo dei parametri ambientali. I punti neri rappresentano le stazioni di campionamento dei parametri ambientali, mentre i triangoli segnalano la presenza (blu)/assenza (verde) nelle stazioni di campionamento della fauna giovanile, relativamente alla campagna temporalmente più prossima a quella di rilievo dei parametri ambientali.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

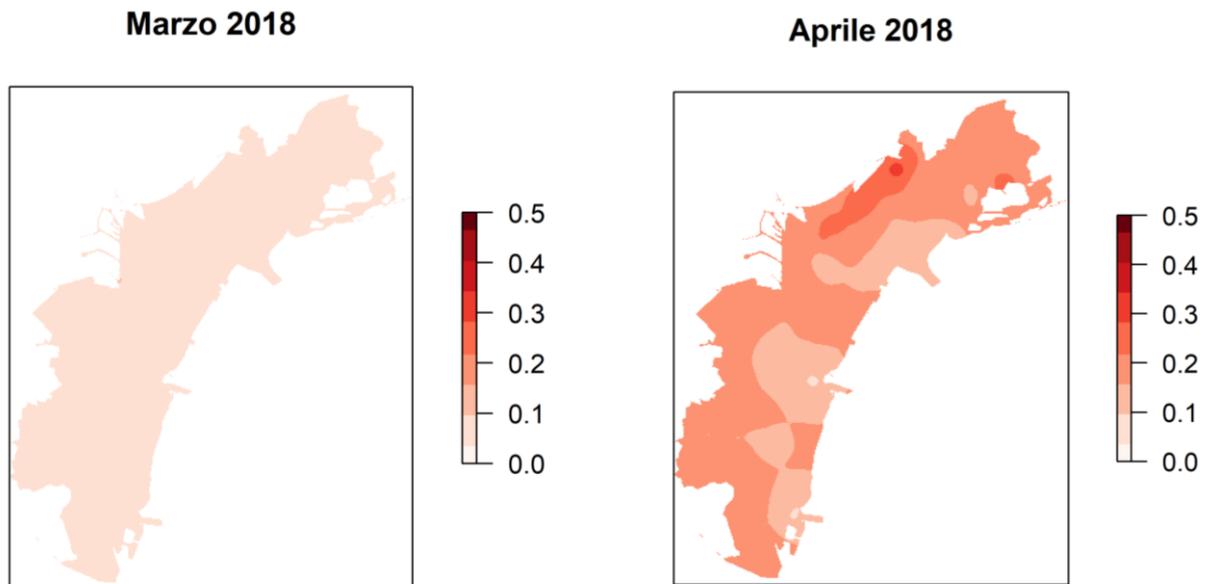
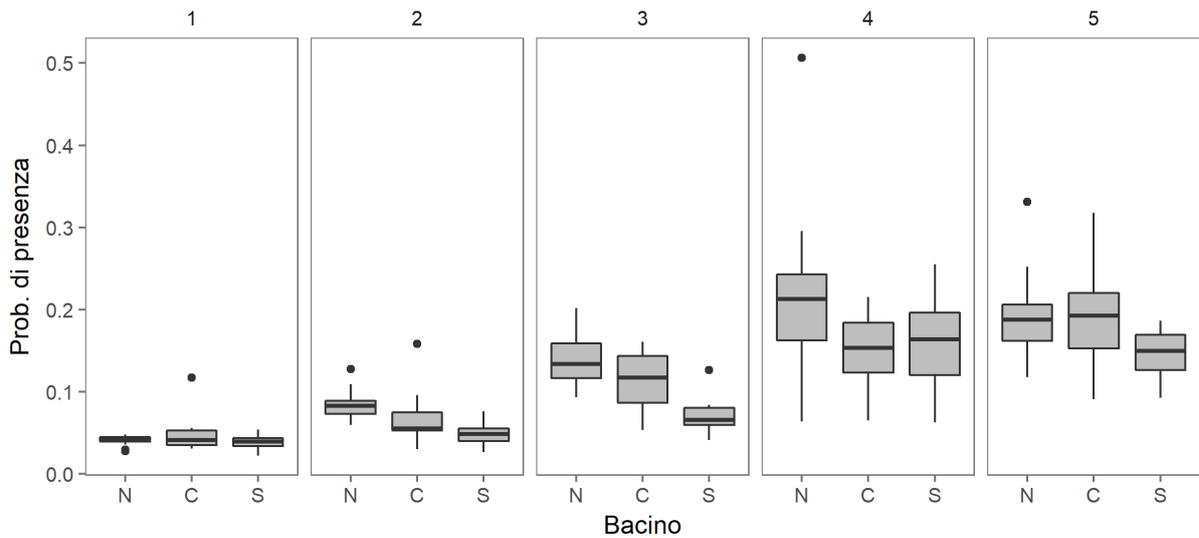


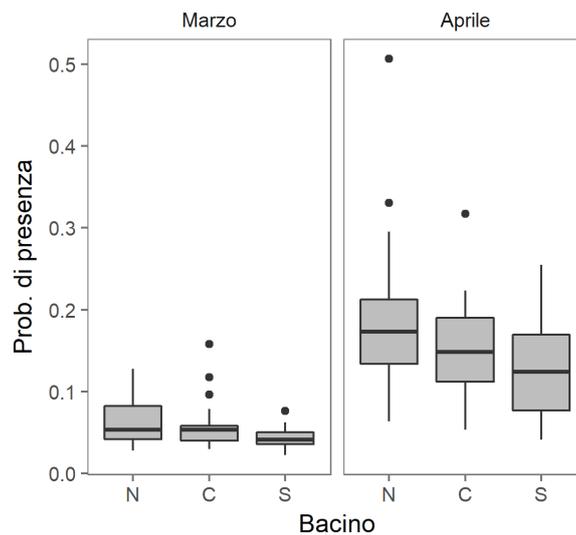
Figura 59. Stima della probabilità media di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 2 per Marzo ed Aprile.

S. aurata classe 2 / campagna



A)

S. aurata classe 2 / mesi



B)

Figura 60. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per la classe 2 di *S. aurata* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini nelle diverse campagne (A) e in marzo e aprile (B).

3.5.2 Confronto tra anni per *S. aurata*

Le condizioni ambientali osservate in marzo 2018 sono risultate più favorevoli per la classe 1 (lunghezza standard <20 mm) rispetto ai precedenti anni di monitoraggio (Studio B/11 e B/12) (fig. 61, 63A) e decisamente più favorevoli per aprile 2018 rispetto ad aprile 2016 e 2017. Nel 2016 e 2017 il bacino sud è quello con probabilità di presenza media più elevata.

Per le orate appartenenti alla classe 2 (lunghezza standard compresa tra 20 e 35 mm), il 2018 ha presentato condizioni meno favorevoli rispetto ai precedenti anni di monitoraggio (fig. 62).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

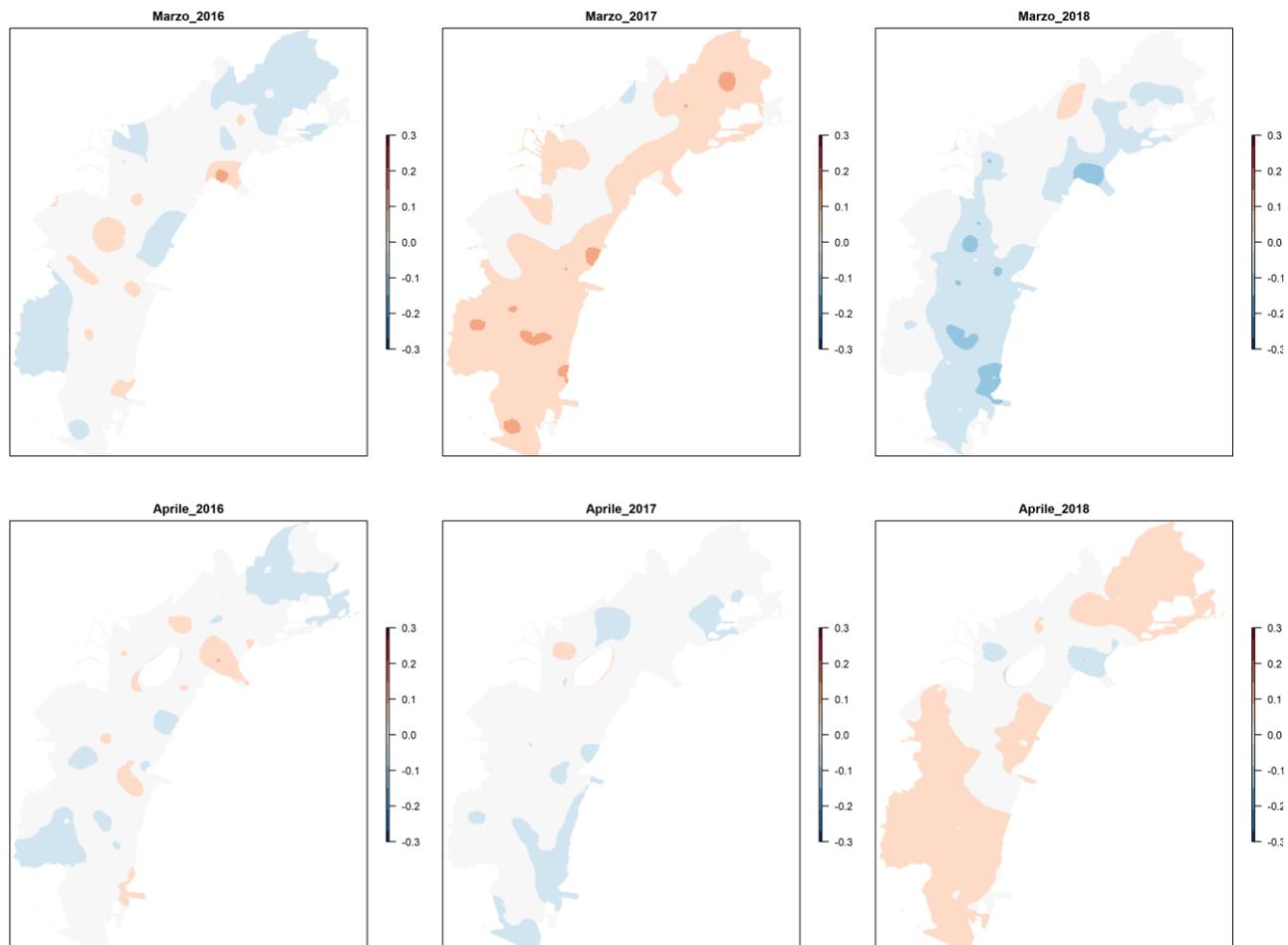


Figura 61. Differenza di probabilità di presenza per la classe 1 di *S. aurata* stimata per marzo e aprile 2016, 2017 e 2018 con la media del triennio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

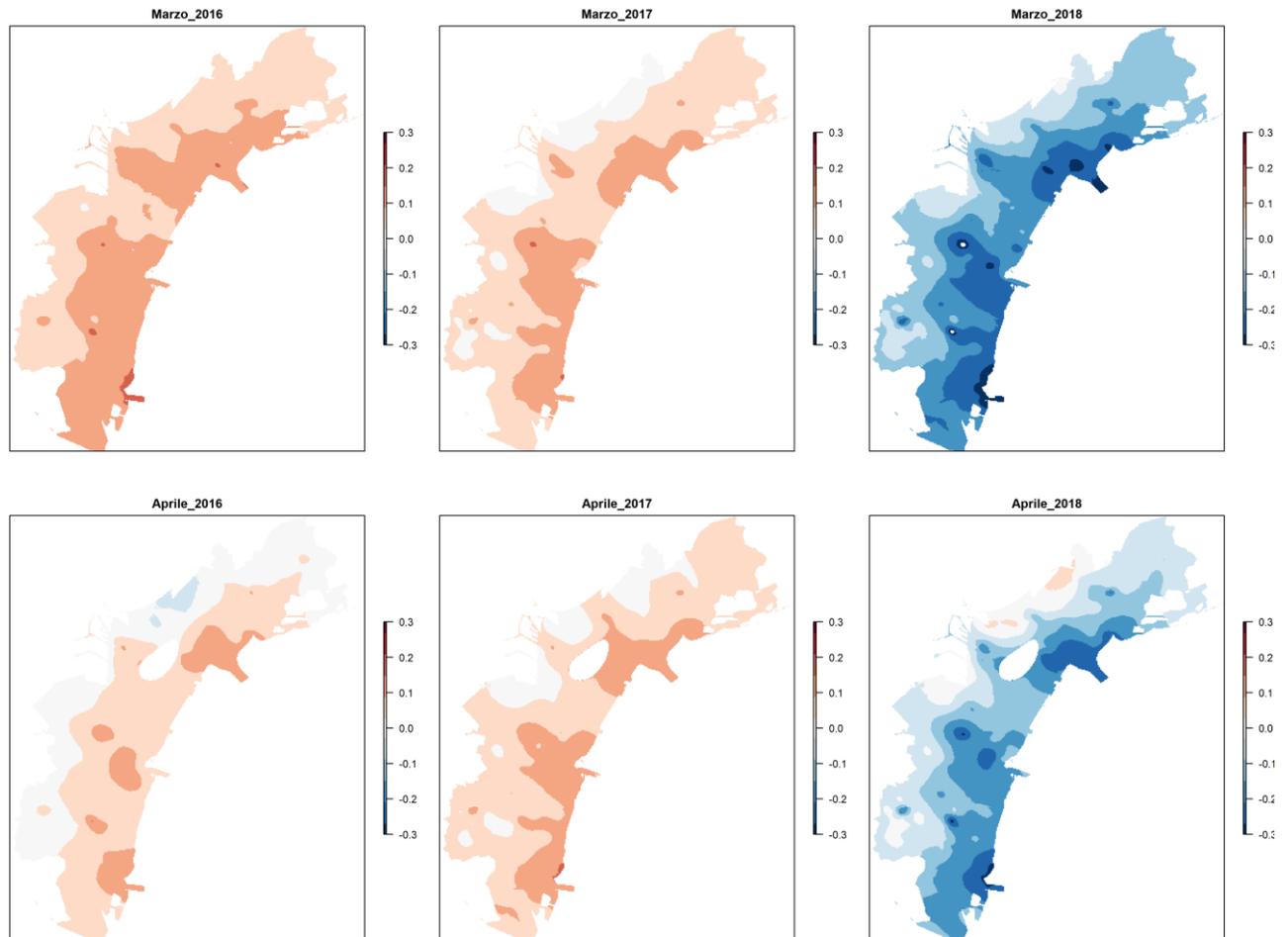
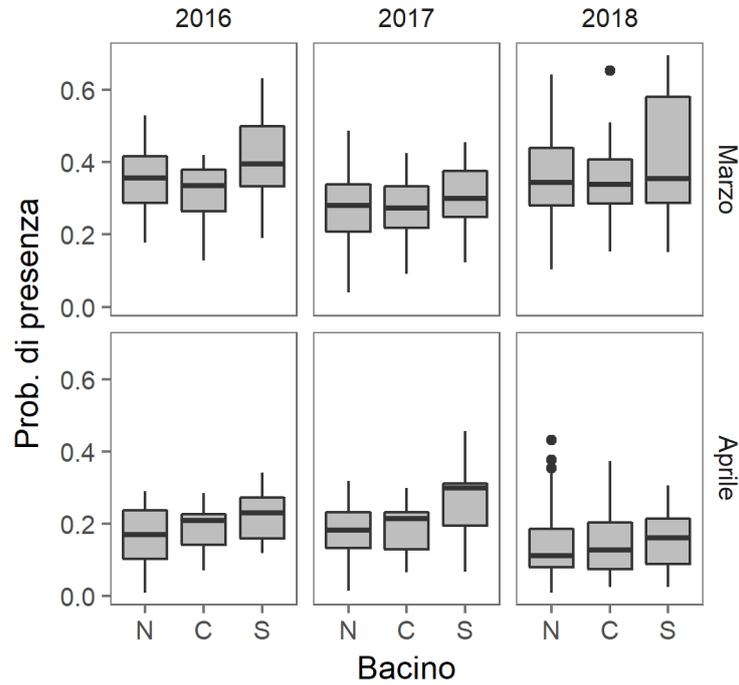


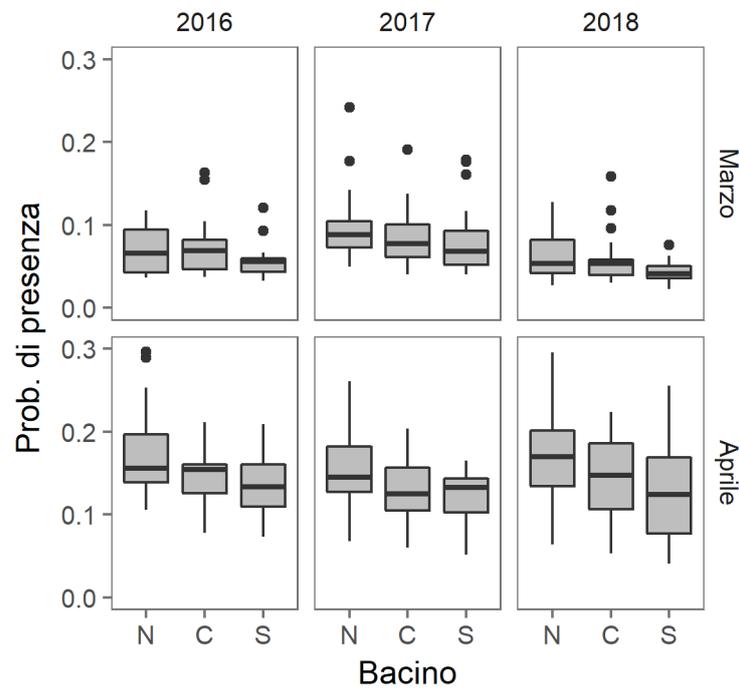
Figura 62. Differenza di probabilità di presenza per la classe 2 di *S. aurata* stimata per marzo e aprile 2016, 2017 e 2018 con la media del triennio.

S. aurata classe 1 / confronto tra anni



A)

S. aurata classe 2 / confronto tra anni



B)

Figura 63. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per la classe 1 (A) e la classe 2 (B) di *S. aurata* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini in marzo e aprile.

3.5.3 Applicazione del modello dei giovanili di *P. flesus* ai parametri ambientali del 2018

Il modello di *P. flesus* mostra una buona (AUC: 0.84) capacità di discriminare tra presenze e assenze nel dataset raccolto con il campionamento effettuato con la sciabica. L'applicazione del modello per i giovanili di passera ai parametri ambientali rilevati nelle cinque campagne del monitoraggio, ha restituito una distribuzione spaziale (fig. 64) meno dinamica rispetto a quella evidenziata per l'orata. Di conseguenza non è possibile registrare chiare differenze temporali nella probabilità di presenza media per campagna (fig. 66A), o per mese (fig. 66B), anche se, nell'ultima campagna (fig. 64), e in generale per il mese di aprile (fig. 65), sembra diminuire l'estensione delle zone favorevoli alla presenza dei giovanili di questa specie, presenti con maggior estensione durante la terza campagna di rilievo dei parametri ambientali. Le aree più favorevoli sono tendenzialmente concentrate nel sottobacino settentrionale, anche se non possibile evidenziare forti differenze tra i bacini, ad esclusione di valori marginalmente più elevati nel sottobacino nord.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

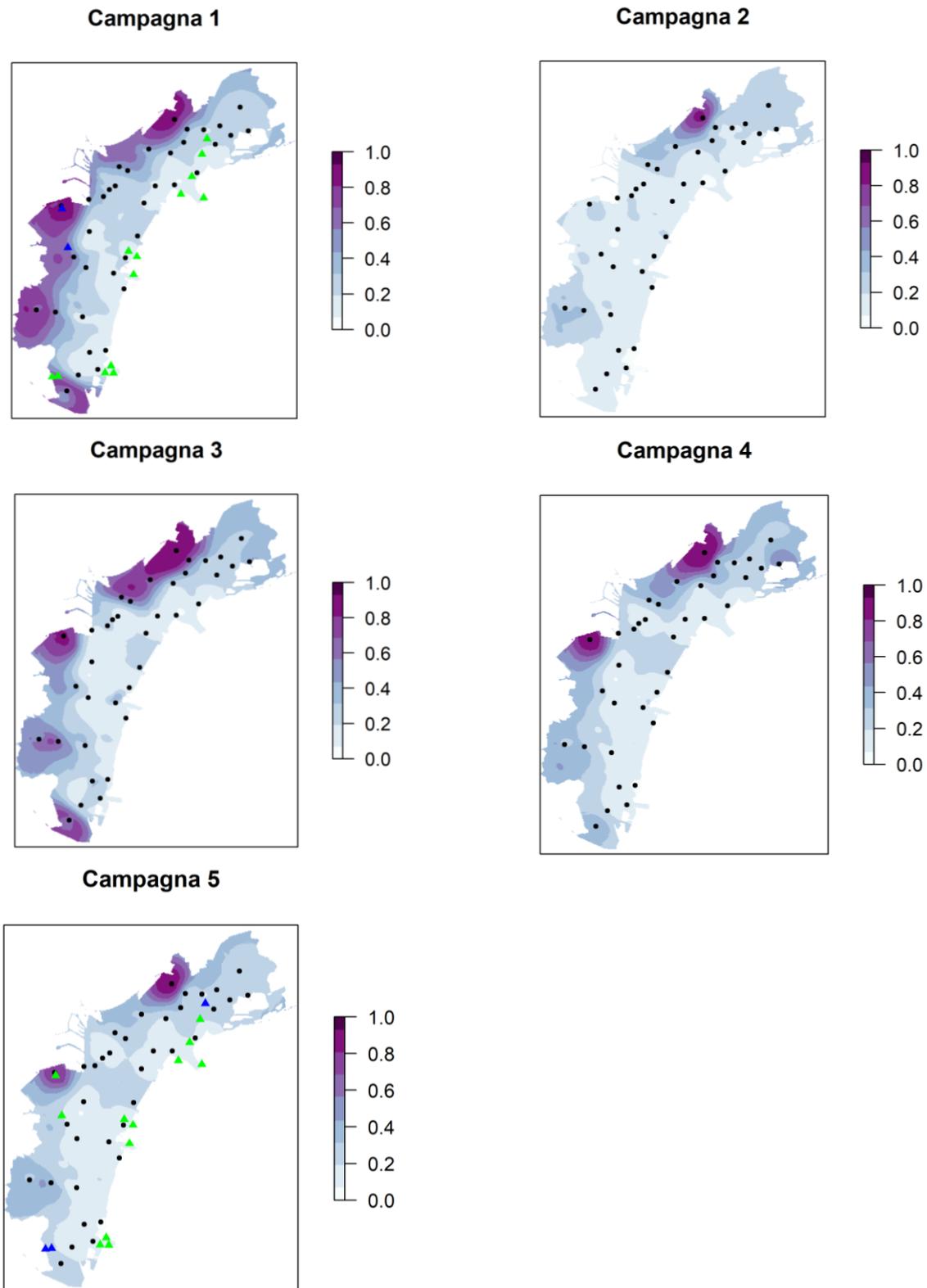


Figura 64. Stima della probabilità di presenza dei giovani di *P. flesus* nelle cinque campagne di rilievo dei parametri ambientali. I punti neri rappresentano le stazioni di campionamento dei parametri ambientali, mentre i triangoli segnalano la presenza (blu)/assenza (verde) nelle stazioni di campionamento della fauna giovanile, relativamente alla campagna temporalmente più prossima a quella di rilievo dei parametri ambientali.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

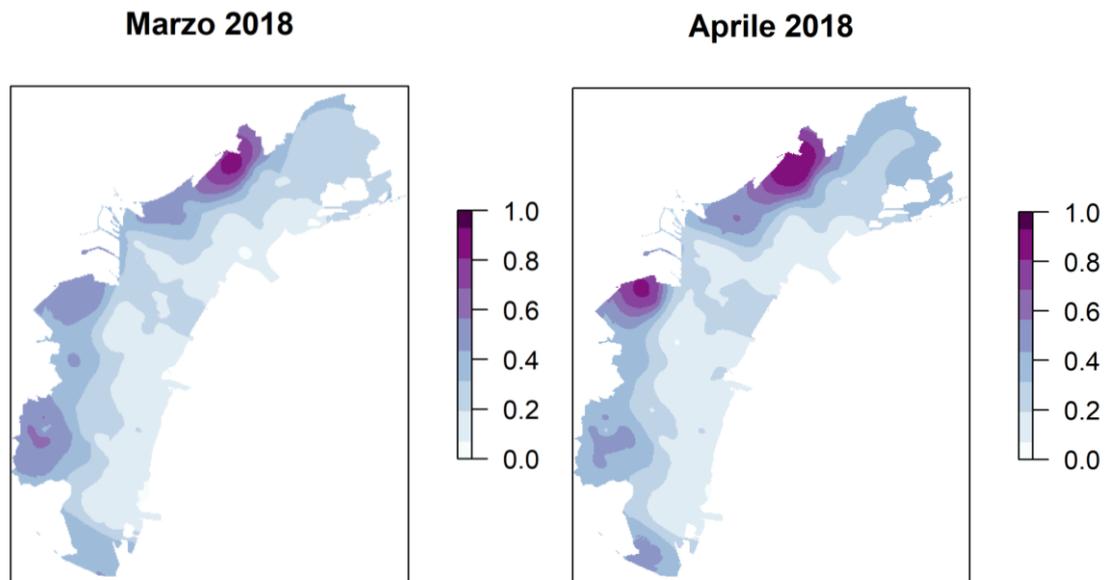


Figura 65. Stima della probabilità media di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 1 per Marzo ed Aprile.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

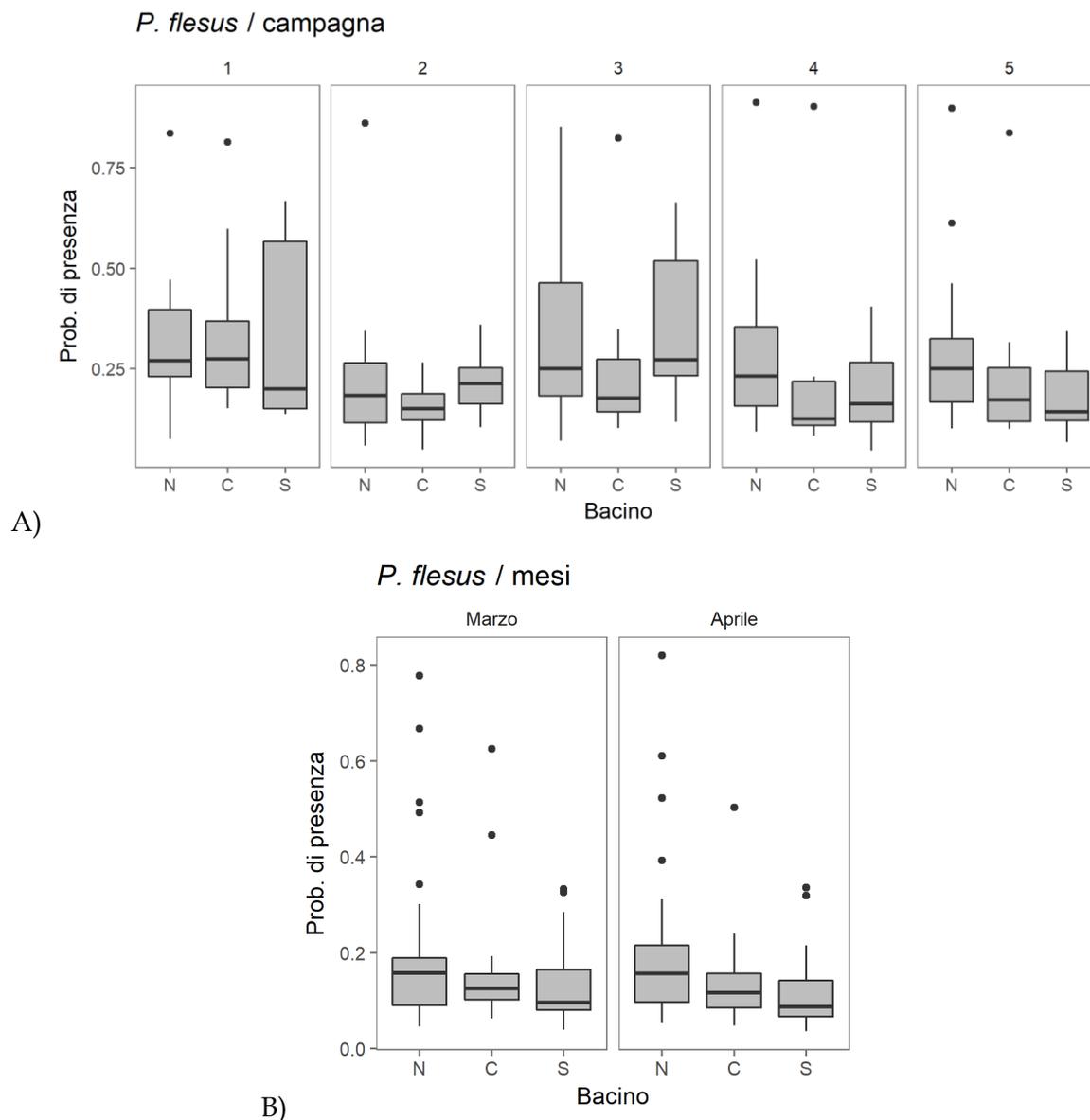


Figura 66. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per *P. flesus* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini nelle diverse campagne (A) e in marzo e aprile (B).

3.5.4 Confronto tra anni per *P. flesus*

L'applicazione del modello non mostra differenze significative nel triennio 2016 - 2018 (fig. 68), con valori più elevati nell'ultimo anno e nel sottobacino settentrionale (fig. 67).

È importante sottolineare la stabilità delle zone a bassa idoneità: le aree a maggior influenza marina mostrano sempre valori di probabilità di presenza molto bassi, e la variabilità osservata tra gli anni e tra i diversi mesi, è associata alla variazione delle condizioni ambientali nelle zone maggiormente favorevoli ai giovanili di passera. Probabilmente questo aspetto è associato all'elevata variabilità delle caratteristiche chimico fisiche dell'acqua che maggiormente contribuiscono a definire l'idoneità per *P. flesus*, come la salinità e la torbidità.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

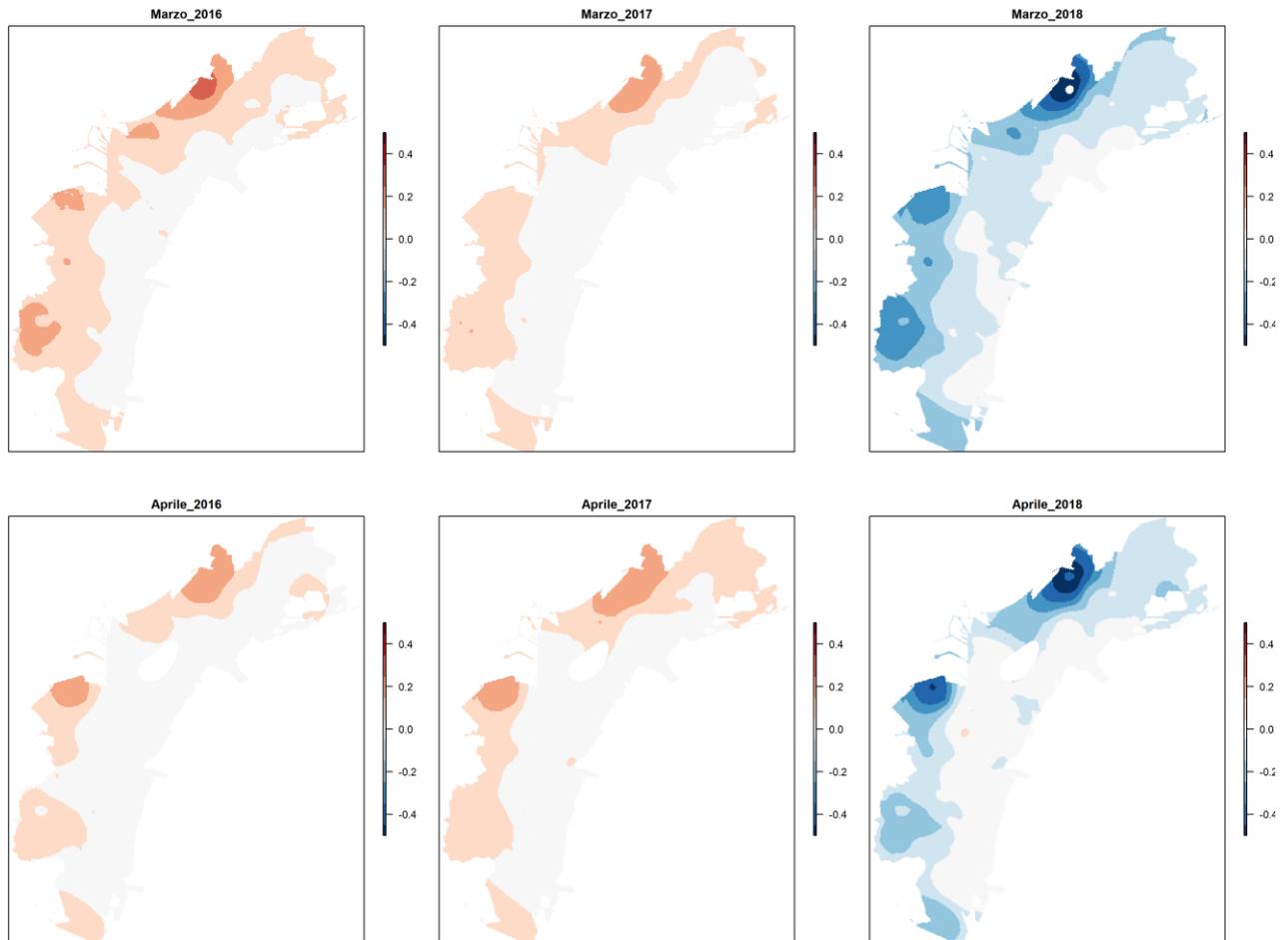


Figura 67. Differenza di probabilità di presenza per *P. flesus* stimata per marzo e aprile 2016, 2017 e 2018 con la media del triennio.

P. flesus classe 2 / confronto tra anni

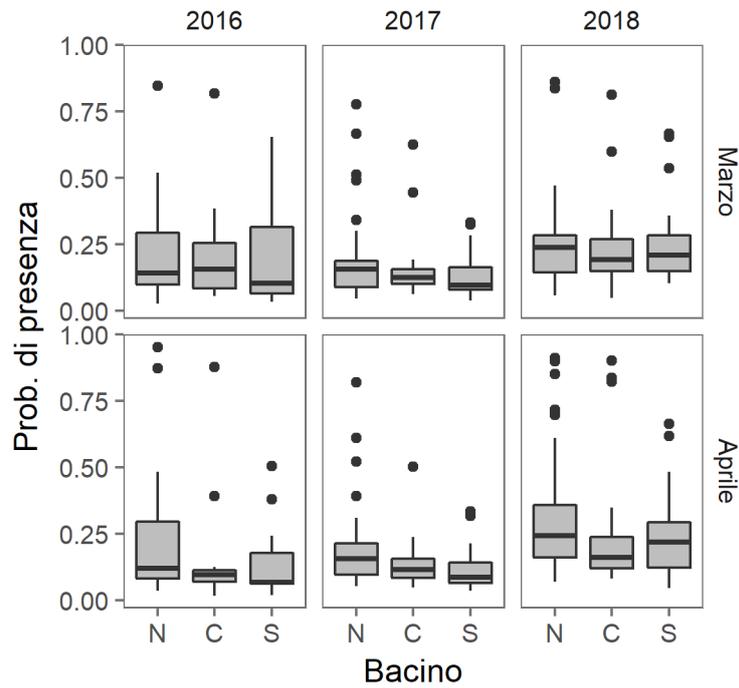


Figura 68. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per *P. flesus* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini in marzo e aprile.

CONCLUSIONI

Con il presente studio si conclude un ciclo triennale di campionamenti di uova, larve e giovani di specie ittiche migratrici che hanno interessato tutte e tre le bocche di porto della laguna di Venezia. Questo ha permesso, oltre a riportare i risultati ottenuti quest'anno, di confrontarli con i risultati dei due precedenti cicli di campionamento (Studio B/6.72 B/11 e B/12).

Per quanto riguarda le uova e le larve, nei tre cicli di campionamento non sono state osservate significative variazioni nella composizione tassonomica della comunità ittioplanctonica, soprattutto per quanto riguarda le specie marine migratrici. Degli otto taxa di migratori marini identificati, cinque sono stati rinvenuti sia allo stadio di uovo che di larva in tutti e tre i cicli di campionamento. Le uniche variazioni nella composizione tassonomica dei "migratori marini" sono state osservate nel 2016 (B/11), a causa dell'assenza di larve di spigola e per la presenza di uova di cefali e larve di orata. Nel caso delle uova totali, le densità nei tre transetti investigati sono risultate generalmente confrontabili fra gli anni, senza differenze significative tra 2017 (B/12) e 2018 (B/13). I test hanno invece evidenziato delle differenze significative con il 2016 (B/11), dovute alle densità di uova più elevate misurate nella IV campagna (aprile 2016).

Per quanto riguarda le uova dei migratori marini, le prime due campagne (quella di inizio dicembre e quella di gennaio) di ogni anno hanno in genere mostrato densità più elevate rispetto a quelle di febbraio e aprile, mentre non sono state evidenziate differenze significative delle densità considerando gli altri fattori: anno, sottobacino e posizione. Va sottolineato però come i pattern osservati nel caso delle uova dei migratori siano influenzati, per la maggior parte, dalle densità di uova di spratto, la specie che è risultata essere la più abbondante nei campioni raccolti con bongo net nel corso di tutti e tre gli anni di campionamento.

Nel caso delle larve, sia considerando tutta la comunità che la sola componente migratrice, in nessuno dei tre sottobacini è stata evidenziata una differenza significativa di densità tra mare e laguna. Sono state invece osservate delle differenze da un punto di vista temporale, sia tra gli anni sia tra le campagne all'interno dello stesso studio che, come nel caso delle uova, sono riconducibili prevalentemente all'andamento delle densità di larve di spratto; queste mostrano sempre, infatti, un picco di densità nel corso della seconda campagna (gennaio/febbraio), ma in particolare durante il 2017.

I campionamenti effettuati con la sciabica, finalizzati alla raccolta degli stadi giovanili, mostrano una comunità ittica con una composizione tassonomica pressoché costante: tutte le specie di migratori giovanili sono state rinvenute in tutti e tre gli anni di campionamento, ad eccezione dell'acciuga (non campionata nel 2017) e dell'aguglia (*Belone belone*, assente nel 2016). Anche le densità della componente giovanile hanno risentito, come già evidenziato per le uova e le larve, dell'influenza dello spratto, con picchi di densità dovuti a fenomeni eccezionali di accumulo di questi organismi in alcune stazioni a mare (come nel corso della II campagna di gennaio 2016 o della III campagna di maggio 2018). Dall'analisi dei dati si osserva però come non solo i giovanili di spratto, ma anche quelli di altre specie migratrici si concentrino nelle stazioni a mare (in particolare quelle del sottobacino centrale e, in misura minore, anche del sottobacino nord) probabilmente a causa delle opere poste a difesa dei litorali, che favoriscono l'accumulo degli organismi.

Due indici sintetici (l'indice di colonizzazione I_C e il centro di gravità CdG) sono stati calcolati per valutare l'ingresso e la colonizzazione degli habitat lagunari da parte dei primi stadi ontogenetici di specie marine migratrici. Entrambi gli indici concordano nell'evidenziare come la migrazione nelle acque lagunari avvenga attivamente, in alcuni casi allo stadio di larva ma, più spesso, a

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

quello di giovanile. Per le uova, infatti, l'indice di colonizzazione ha, in prevalenza, valori ben al di sotto della soglia di 0.5*, e il centro di gravità è, per la maggior parte, situato in mare. Considerando le larve, i valori dell'indice di colonizzazione sono più elevati, vicini allo 0.5 e superandolo in più occasioni, mentre il centro di gravità si sposta più a ridosso delle bocche di porto o già all'interno delle acque lagunari. Con i giovanili, infine, l'indice di colonizzazione mostra valori spesso molto superiori a 0.5, almeno nella III campagna (maggio). In questo caso, il centro di gravità si colloca chiaramente all'interno delle acque lagunari.

Anche quest'anno, come negli studi precedenti (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2014, 2015, 2016), le informazioni relative alla connettività mare-laguna ottenute mediante la raccolta di campioni biologici sono state integrate con i risultati prodotti dall'applicazione dei modelli di distribuzione dell'habitat, relativamente a due specie di interesse commerciale: l'orata e la passera. Questo approccio ha permesso di valutare l'influenza delle condizioni chimico-fisiche sull'insediamento all'interno dell'ambiente lagunare degli stadi iniziali di vita di queste specie di migratori marini. L'applicazione dei modelli di distribuzione ha evidenziato, nel complesso, come le condizioni ambientali registrate nel corso del 2018 siano state meno favorevoli della media dei 3 anni, sia per l'orata che per la passera, anche se va sottolineato come la situazione sia stata non del tutto negativa per le orate (positiva ad esempio per quelle di dimensioni inferiori) e che le differenze tra anni non sempre hanno manifestato differenze statisticamente significative.

Si conferma il pattern di distribuzione descritto in precedenza: per le orate le zone più favorevoli sembrano essere, inizialmente, quelle prossime alla bocca di porto e successivamente, per i giovanili di dimensioni maggiori, quelle più interne. Si può considerare confermata anche la valutazione che il sottobacino meridionale sembra rappresentare quello più idoneo, soprattutto per le orate più piccole, mentre quello settentrionale sembra presentare condizioni più favorevoli per le orate di maggiori dimensioni.

Per i giovanili di passera, le aree più favorevoli sono concentrate in prossimità della gronda lagunare, nelle zone a maggior influenza di acqua dolce. Per questo motivo la porzione di laguna nord maggiormente influenzata dalle portate fluviali sembra essere la zona più importante per i giovanili di questa specie, che sembrano accumularvisi già dalle prime fasi della loro permanenza nell'ambiente lagunare.

Nonostante i fenomeni biologici responsabili della connettività lagunare abbiano evidenziato, in alcuni casi, una significativa variabilità inter-annuale, i dati raccolti nel corso dei tre anni di indagine (2016-2018, Studi B.6.72 B/11-13) dalle attività di monitoraggio a scala di intero bacino hanno consentito di definire un primo quadro di riferimento ("Stato zero").

* L'indice di colonizzazione, che è un numero adimensionale, può variare, in linea teorica, tra 0, quando gli individui sono presenti soltanto in mare, e 1, quando invece sono presenti soltanto all'interno della laguna. Valori superiori a 0.5 possono essere considerati un'indicazione di un accumulo di organismi all'interno dell'ambiente lagunare.

BIBLIOGRAFIA

- Able, K.W. (2005). A re-examination of fish estuarine dependence: Evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64: 5-17.
- Aboussouan, A., (1964). Contribution a l'étude des oeufs et larves pelagiques des poissons teleosteens dans le Golfe de Marseille. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume Bulletin*, 32 (48): 87-117.
- Arbault, S., Boutin, N. (1968). Ichthyoplankton. Oeufs et larves de poissons teleosteens dans le Golfe de Gascogne en 1964. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 32 (4): 413-476.
- Arias, A.M.G., Drake, P.M. (1990). Estadios juveniles de la ictiofauna en los canos de las salinas de la bahia de Cadiz. *Istituto de ciencias marinas de Andalucia*, 164 pp.
- Beck, M.W., Heck, J.K., Able, K.W., Childers, D., Eggleston, D., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C., Hoshino, K., Minello, T., Orth, R., Sheridan, P., Weinstein, M. (2001). The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *Bioscience*, 51: 633-641.
- Bodinier, C., Sucré, E., Lecurieux-Belfond, L., Blondeau-Bidet, E., Charmantie, G. (2010). Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in the gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Comparative Biochemistry & Physiology*, 157(3): 220-228.
- Boehlert, G.W., Mundy, B.C. (1987). Recruitment dynamics of metamorphosing English sole, *Parophrys vetulus*, to Yaquina Bay, Oregon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
- Boesh, D.F., Turner, R.E. (1984). Dependence of fishery species on salt marshes: the role of food and refuge. *Estuaries*, 7: 460-468.
- Cavaro, F., Redolfi Bristol, S., Georgalas, V., Torricelli, P., Zucchetta, M., Franzoi, P. (2017). Ingresso e distribuzione di uova, larve e giovanili di teleostei marini in laguna di Venezia: connettività mare-laguna e funzione di nursery. In "Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia", P. Campostrini, C. Dabalà, P. Del Negro, L. Tosi (editors), CORILA, pp. 373-407.
- Chiappa-Carrara, X., Sanvicente-Anorve, L., Monreal-Gomez, A., Salas De Leon, D. (2003). Ichthyoplankton distribution as an indicator of hydrodynamic conditions of a lagoon system in the Mexican Caribbean. *Journal of Plankton Research*, 25 (7): 687-696.
- CIESM. (2015) Report of the joint CIESM/ICES workshop of Mnemiopsis Science (co-edited by S. Pitois and T. Shiganova) 18-20 september 2014, A Coruna, Spain, 80 pp.
- Cunningham, J.T. (1889). Studies of the reproduction and development of teleostean fishes occurring in the neighbourhood of Plymouth. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1: 10-54, Pls I-VI.
- D'Ancona, U., Lo Bianco, S. (1931-1933). Fauna e flora del Golfo di Napoli. Stazione Zoologica. Monografia No. 38.
- Deegan, L.A., Hughes, J.E., Rountree, R.A. (2000). Salt marsh ecosystem support of marine transient species. In: Concepts and controversies in tidal Marsh Ecology, Weinstein, M.P., Kreeger, D.A. (Eds.). Kluwer Academic Publisher.
- Elliott, M., Hemingway, K.L. (2002). Fishes in Estuaries. Blackwell Science, Oxford, 636 pp.
- Engelhard, G. H., Righton, D. A., & Pinnegar, J. K. (2014). Climate change and fishing: a century of shifting distribution in North Sea cod. *Global change biology*, 20(8), 2473-2483.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- FAO, (1987). Fishes FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche. Mediterranee et Mer Noire, Zone de peche 37, Volume II.
- Ferrari, I., Chierigato, A.R. (1981). Feeding habits of juvenile stages of *Sparus aurata* L., *Dicentrarchus labrax* L., and Mugilidae in a brackish embayment of the Po River Delta. *Aqua-culture*, 25: 243-257.
- Fielding, A.H., Bell, J.F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24 (1), 39-49.
- Fischer, W., Schneider, M., Bauchout, M.L. (1987). Fiches FAO d'identification des especes pour le besoins de la peche, Mediterranee et Mer Noire, zone de peche 37, Vol II, Vertebres. FAO, Rome.
- Franco, A., Elliott, M., Frazoi, P., Torricelli, P. (2008). Life strategies of fishes in European estuaries: the functional guild approach. *Marine Ecology Progress Series*, 354: 219-228
- Franco, A., Torricelli, P., Franzoi, P. (2009). A habitat-specific fish-based approach to assess the ecological status of Mediterranean coastal lagoons. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 1704-1717.
- Franzoi, P., Trisolini, R., Carrieri, A., Rossi, R. (1989). Caratteristiche ecologiche del popolamento ittico ripario della Sacca di Scardovari (Delta del Po). *Nova Thalassia*, 10: 399-405.
- Franzoi, P., Maio, G., Pellizzato, M., Zucchetto, M., Franco, A., Georgalas, V., Fiorin, R., Riccato, F., Busatto, T., Rossi, R., Torricelli, P. (2005). Messa a punto di metodologie innovative applicabili alla valutazione del novellame da allevamento. Nuovi metodi ecologici per la valutazione del reclutamento e della distribuzione del novellame di orata, spigola e mugilidi ai fini della gestione sostenibile di ecosistemi lagunari. Ministero per le politiche agricole e forestali - Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura - VI Piano Triennale della pesca e dell'acquicoltura in acque marine e salmastre, 129 pp.
- Franzoi, P., Franco, A., Torricelli, P. (2010). Fish assemblage diversity and dynamics in the Venice Lagoon. *Rendiconti Lincei*, 21: 269-281.
- Fraser, J.H., Thorson, G. (1976). Fiches d'identification du zooplancton. Charlottenlund Slot, Conseil International pour l'Exploration de la Mer.
- Gandolfi, G, Zerunian, S, Torricelli, P, Marconato, A. (1991). I pesci delle acque interne italiane. Ministero dell'Ambiente e Unione Zoologica italiana. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma. pp. 450-472.
- Gillanders, B.M. (2002). Connectivity between juvenile and adult fish populations: Do adults remain near their recruitment estuaries?. *Marine Ecology Progress Series*, 240: 215-223.
- Gillanders, B.M., Able K.W., Brown, J.A., Eggleston, D.B., Sheridan, P.F. (2003). Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an important component of nurseries. *Marine Ecology Progress Series*, 247: 281-295.
- Heiri, O., Lotter, A.F., Lemcke, G. (2001). Loss of ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25: 101-110.
- Herzka, S.Z. (2005). Assessing connectivity of estuarine fishes based on stable isotope ratio analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61 (1): 58-69.
- Hiemstra, P.H., Pebesma, E. J., Twenhofel, C.J.W. & Heuvelink, G.B.M. (2009). Real-time automatic interpolation of ambient gamma dose rates from the Dutch Radioactivity Monitoring Network. *Computers and Geosciences*, 8: 1711-1721.
- Lee, J.Y. (1966). Oeufs et larves planctoniques de Poissons. *Revue des Travaux de l'Office Scientifique et Technique des Peches Maritimes*, 30 (3): 171-208.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Legget, W.C. (1984). Fish migrations in coastal and estuarine environments: a call for new approaches to the study of an old problem. In: *Mechanisms of migrations in fishes*. (Eds. McCleave J.D., Arnold, G.P., Dodson J.J., Neil, W.H.), NATO conference Series, IV (14), Plenum Press, New York-London, 159-178.

Lorenzen, C.J. (1966). A method for the continuous measurement of *in vivo* chlorophyll concentration. *Deep-Sea Research*, 13: 223-227.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - DSA Unive (2007). Studio B.12.3/III. La funzionalità dell'ambiente lagunare attraverso rilievi delle risorse alieutiche, dell'avifauna e dell'ittiofauna. Individuazione di indicatori di funzionalità ambientale. Secondo Relazione Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - DSA Unive (2008). Studio B.12.3/IV. La funzionalità dell'ambiente lagunare attraverso rilievi delle risorse alieutiche, dell'avifauna e dell'ittiofauna. Individuazione di indicatori di funzionalità ambientale. Secondo Relazione Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - DSA Unive (2011). Studio B.12.3/V. La funzionalità dell'ambiente lagunare attraverso rilievi delle risorse alieutiche, dell'avifauna e dell'ittiofauna. Individuazione di indicatori di funzionalità ambientale. Secondo Relazione Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA (2011). La laguna di Venezia nel quadro dei cambiamenti climatici, delle misure di mitigazione ed adattamento e dell'evoluzione degli usi del territorio. LINEA 5: Conservazione ed evoluzione degli habitat lagunari: effetti dei cambiamenti climatici e delle misure di adattamento. Relazione Finale.

Marinaro, J.Y. (1971). Contribution a l'étude des oeufs et larves pelagiques de poissons méditerranéens. Oeufs pelagique de la Baie d'Alger. *Bulletin de l'Institut Oceanographique*, 3 (1), 118 pp.

Marinaro, J.Y. (1991 a). Eggs and larvae in some species of the genus *Solea* (Pisces, Soleidae) of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. *Bollettino di Zoologia*, 58: 163-169.

Marinaro, J.Y. (1991 b). Eggs of the *Microchirus* species (Soleidae) from the bay of Algiers. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 71: 117-125.

Miller, J.M., Reed, J.P., Pietrafesa, L.J. (1984). Patterns mechanisms and approaches to the study of migrations of estuarine-dependent fish larvae and juveniles. In: *Mechanisms of migration in fishes* (Eds. McCleave J.D., Arnold G.P., Dodson, J.J., Neil, W.H.), NATO Conference series, IV (14), Plenum press, New York - London, 209-225.

Miller, J.M. (1988). Physical processes and the mechanism of coastal migrations of immature marine fishes. *American Fisheries Society Symposium*, 3: 68-76.

Molinaroli, E., Guerzoni, S., Sarretta, A., Masiol, M., Pistolato, M. (2009). Thirty-year changes (1970 to 2000) in bathymetry and sediment texture recorded in the Lagoon of Venice sub-basins, Italy. *Marine Geology*, 258(1-4): 115-125.

Munk, P., Nielsen, J.G. (2005). Eggs and larvae of North Sea fishes. Edition Biofolia, Denmark, 215 pp.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- Palomera, M.I., Rubies, P. (1977). Descripción de huevos y larvas de *Microchirus ocellatus* y *M. azevia* (pleuronectiformes, soleidae) de las costas del NW de Africa. *Resultados Expediciones Científicas del Buque Oceanográfico Cornide de Saavedra*, 6: 211-220.
- Pebesma, E.J. (2004). Multivariable geostatistics in S: the 'gstat' package. *Computers & Geosciences*, 30: 683-691.
- Perez-Ruzafa, A., Quispe-Becerra, J.I., García-Charton, J.A., Marcos, C. (2004). Composition, structure and distribution of the ichthyoplankton in a Mediterranean coastal lagoon. *Journal of Fish Biology*, 64: 202-218.
- Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (anni 2014-17). Studi B.6.72 B/9-B/12. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Ittiofauna. Rapporti Intermedi e Rapporti Finali. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2018). Studio B.6.72 B/13. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Ittiofauna. I Rapporto di valutazione. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2018). Studio B.6.72 B/13. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Ittiofauna. II Rapporto di valutazione. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Raffaele, F. (1888). Le uova galleggianti e le larve dei Teleostei nel golfo di Napoli. *Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel*, 8: 1-85, Pls I-V.
- Ré, P., Meneses, I. (2009). Early stages of marine fishes occurring in the Iberian peninsula. IPMAR/IMAR, 282 pp.
- Redolfi Bristol, S. (2019). Nursery function of coastal lagoons: implications of habitat connectivity for the management of lagoon habitats. Tesi di Dottorato, Università Ca' Foscari Venezia.
- Richards, W.J. (2006). Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the Western Central North Atlantic. Volume I e II. Taylor and Francis Group.
- Rossi, R. (1986). Occurrence, abundance and growth of fish fry in Scardovari Bay, a nursery ground of the Po River Delta (Italy). *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, 20: 259-280.
- Russell, F.S. (1976). The eggs and planktonic stages of british marine fishes. Academic Press, London, UK, 524 pp.
- Saka, S., Firat, K., Kamaci, H.O. (2001). The development of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) eggs in relation to temperature. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25: 139-147.
- Serventi, M., Harrison, I.J., Torricelli, P., Gandolfi, G. (1996). The use of pigmentation and morphological character to identify Italian mullet fry. *Journal of Fish Biology*, 49: 1163-1173.
- Sfriso, A., Facca, C., Ceoldo, S., Silvestri, S., Ghetti, P.F. (2003). Role of macroalgal biomass and clam fishing on spatial and temporal changes in N and P sedimentary pools in the central part of the Venice lagoon. *Oceanologica Acta*, 26: 3-13.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- Società Italiana di Biologia Marina/Comitato Plancton (1990). Metodi nell'ecologia del plancton marino. A cura di: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera D'Alcalà M. Ministero dell'Ambiente, *Nova Thalassia*, vol. 11, 372 pp.
- Solidoro, C., Pastres, R., Cossarini, G., Ciavatta, S. (2004). Seasonal and spatial variability of water quality parameters in the lagoon of Venice. *Journal of Marine Systems*, 51: 7-18.
- Solidoro, C., Bandelj, B., Aubry Bernardi, F., Camatti, E., Civatta, S., Cossarini, G., Facca C., Franzoi P., Libralato S., Canu D.M., Pastres R., Pranovi F., Raicevich S., Socal G., Sfriso A., Sigovini M., Tagliapietra D., Torricelli P. (2010) Response of Venice Lagoon ecosystem to natural and anthropogenic pressures over the last 50 years. In: Kennish MJ, Paerl HW (eds) Coastal lagoons: critical habitats of environmental change. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Spartà, A. (1942). Sulla presenza di uova e larve di Teleostei nella Laguna veneta. Materiale raccolto dal Prof. Luigi Sanzo. Memoria CCXCIII. *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, Roma, 2 (1): 3-12.
- Tortonese, E. (1970). Fauna d'Italia-Osteichthyes (Pesci ossei), Parte 1, Calderini, Bologna.
- Tortonese, E. (1975). Fauna d'Italia-Osteichthyes (Pesci ossei), Parte 2, Calderini, Bologna.
- Tsikliras, A.C., Antonopoulou, E., Stergiou, K.I. (2010). Spawning period of Mediterranean marine fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20: 499-538.
- Varagnolo, S. (1964). Calendario di comparse di uova pelagiche di teleostei marini nel plancton di Chioggia. *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, 13 (2): 249-279.
- Vasconcelos, R.P., Reis-Santos, P., Tanner, S., Fonseca, V., Latkoczy, C., Gunther, D., Costa, M.J., Cabral, H. (2007). Discriminating estuarine nurseries for five fish species through otolith elemental fingerprints. *Marine Ecology Progress Series*, 350: 117-126.
- Vasconcelos, R.P., Reis-Santos, P., Tanner, S., Maia, A., Latkoczy, C., Gunther, D., Costa, M.J., Cabral, H. (2008). Evidence of estuarine nursery origin of five coastal fish species along the Portuguese coast through otolith elemental fingerprints. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79: 317-327.
- Vasconcelos, R.P., Reis-Santos, P., Cabral, H.N., Costa, J.L., Costa, M.J. (2012). River-coast connectivity, estuarine nursery function and coastal fisheries. *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, 10: 81-107.
- Venables, W.N., Ripley, B.D. (2002). Modern applied statistics with S. Fourth edition. Springer. XII, 498 pp.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese E. (1984-1986). Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol 1, 2, 3. Paris. Unesco.
- Zucchetta, M., Franco, A., Torricelli, P., Franzoi, P. (2009). Using habitat distribution models to identify nursery areas in the Venice lagoon. *Biologia Marina Mediterranea*, 16: 220-221.
- Zucchetta, M., Franco, A., Torricelli, P., Franzoi, P. (2010). Habitat distribution model for European flounder juveniles in the Venice lagoon. *Journal of Sea Research*, 64(1-2): 133-144.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

APPENDICE 1

Tabella A1. Parametri ambientali registrati nelle 21 stazioni campionate con bongo net durante le 4 campagne, suddivisi per sottobacino lagunare.

Temperatura (° C)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	9,13	9,15	9,71	9,15	9,17	9,64	7,88
II	8,29	7,72	8,35	8,27	7,81	8,28	7,69
III	9,39	9,26	9,55	8,52	9,26	9,16	9,32
IV	14,41	14,51	14,41	14,09	14,60	14,25	15,24
sottobacino centrale							
campagna	MA _c	LE _c	LI _c	BO _c	FI	SL	CA
I	10,47	10,13	9,94	10,23	9,99	8,52	7,07
II	8,29	7,96	8,20	8,11	8,14	7,34	7,82
III	8,21	8,40	8,83	7,88	8,01	9,17	9,97
IV	15,54	15,78	15,70	14,67	14,26	15,82	16,29
sottobacino sud							
campagna	MA _s	LE _s	LI _s	BO _s	VA	CH	NO
I	10,34	10,57	10,34	10,76	10,32	10,25	3,62
II	8,33	7,72	8,15	8,23	8,37	8,24	6,03
III	8,02	8,65	8,34	8,52	7,97	8,30	10,64
IV	15,24	15,73	16,53	16,80	17,85	17,42	19,68
Salinità (psu)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	35,26	35,41	35,85	35,64	36,41	35,78	34,28
II	33,95	33,68	34,63	34,59	33,51	34,28	33,12
III	31,58	31,89	29,19	35,40	31,21	32,33	31,27
IV	26,90	27,01	26,67	27,96	30,00	29,23	29,52
sottobacino centrale							
campagna	MA _c	LE _c	LI _c	BO _c	FI	SL	CA
I	35,99	36,03	36,01	36,16	36,04	35,71	34,02
II	34,79	34,49	34,57	34,44	34,64	32,81	31,66
III	35,10	34,43	33,66	35,55	35,96	33,61	32,02
IV	29,55	30,22	29,24	31,45	32,44	31,94	31,68
sottobacino sud							
campagna	MA _s	LE _s	LI _s	BO _s	VA	CH	NO
I	36,20	36,31	36,56	36,73	36,59	37,07	32,75
II	35,33	34,44	35,22	35,87	35,31	35,17	29,97
III	35,06	31,24	33,26	33,07	34,85	34,49	29,07
IV	31,11	29,08	31,13	30,96	30,82	30,20	18,08
Ossigeno disciolto (% saturazione)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	121,46	118,61	117,31	119,85	117,22	118,30	124,85
II	108,39	110,92	106,22	107,10	106,79	107,55	108,89
III	115,55	121,31	118,60	122,89	111,27	117,80	117,69
IV	132,88	134,24	126,60	131,16	127,85	130,97	118,09

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

sottobacino centrale							
campagna	MAc	LEc	Llc	BOc	FI	SL	CA
I	114,35	111,89	110,96	105,92	107,16	115,25	109,19
II	98,57	99,92	89,02	94,65	90,40	93,61	93,53
III	111,65	113,08	110,73	114,55	116,33	116,11	124,67
IV	154,84	163,71	149,36	153,01	149,56	143,83	127,75
sottobacino sud							
campagna	MAs	LEs	LIs	BOs	VA	CH	NO
I	122,10	120,70	117,21	118,45	116,54	114,34	129,05
II	124,59	106,12	102,36	100,73	107,22	108,68	104,41
III	111,73	108,46	108,10	111,33	107,81	108,51	101,16
IV	173,85	166,33	151,05	147,10	140,83	146,57	96,55
Torbidità (ftu)							
sottobacino nord							
campagna	MAn	LEn	LIn	BOn	SA	SF	BU
I	2,00	1,89	1,59	2,21	4,57	2,94	8,86
II	0,80	1,64	2,10	3,41	3,53	3,18	5,83
III	3,78	6,09	6,34	43,04	10,30	16,61	9,87
IV	3,17	2,61	3,84	3,17	14,75	7,19	11,85
sottobacino centrale							
campagna	MAc	LEc	Llc	BOc	FI	SL	CA
I	3,15	4,14	4,22	4,43	5,58	13,73	66,93
II	2,39	1,91	3,38	2,16	3,87	6,90	29,47
III	2,10	1,57	2,32	1,78	3,58	6,88	10,93
IV	1,61	1,44	1,61	1,44	3,38	6,58	15,59
sottobacino sud							
campagna	MAs	LEs	LIs	BOs	VA	CH	NO
I	1,84	2,22	2,39	2,16	2,74	4,40	2,00
II	1,39	1,69	2,06	2,12	1,83	2,58	2,44
III	1,18	3,09	1,15	2,00	1,71	1,79	9,43
IV	1,62	1,74	3,91	3,21	3,95	3,31	22,16
Clorofilla (µg L-1)							
sottobacino nord							
campagna	MAn	LEn	LIn	BOn	SA	SF	BU
I	0,70	0,56	0,42	0,50	0,45	0,38	0,41
II	0,62	0,51	0,58	0,62	0,50	0,67	0,53
III	0,33	0,28	0,52	0,69	0,47	0,48	0,58
IV	1,03	0,97	1,03	0,83	1,32	1,22	1,15
sottobacino centrale							
campagna	MAc	LEc	Llc	BOc	FI	SL	CA
I	0,34	0,53	0,48	0,49	0,42	0,89	1,22
II	0,82	1,48	0,97	0,84	0,92	1,04	1,27
III	0,47	0,53	0,43	0,41	0,42	0,55	1,14
IV	1,56	2,30	1,87	1,61	1,97	2,25	2,18
sottobacino sud							
campagna	MAs	LEs	LIs	BOs	VA	CH	NO
I	0,37	0,43	0,36	0,33	0,39	0,32	0,66
II	0,84	0,62	0,53	0,71	0,52	0,70	0,72
III	0,57	0,48	0,52	0,40	0,60	0,87	0,95
IV	2,06	2,76	1,98	1,49	1,41	1,34	6,02

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella A2. Parametri ambientali registrati nelle 15 stazioni campionate con sciabica durante le 3 campagne, suddivisi per sottobacino lagunare.

Temperatura (° C)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	6,75	7,00	9,00	8,05	7,50	
II	21,49	21,29	18,61	20,04	19,48	
III	19,21	20,42	21,62	21,84	22,42	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	7,20	7,00	6,00	6,38	6,75	
II	20,61	21,35	21,82	22,83	21,33	
III	21,67	21,21	21,63	22,33	20,05	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	7,20	7,20	8,00	11,50	10,30	
II	17,13	17,80	18,51	20,22	21,25	
III	20,18	20,20	20,31	21,20	20,53	
Salinità (psu)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	34,65	34,49	34,23	32,04	33,13	
II	24,62	24,73	30,11	28,94	29,25	
III	33,72	33,30	30,98	30,20	30,35	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	35,68	35,33	33,89	31,85	27,25	
II	26,58	26,21	30,72	27,46	23,03	
III	30,59	30,08	31,17	29,07	16,94	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	32,16	32,88	33,26	12,63	13,23	
II	23,36	25,68	29,57	16,32	4,18	
III	31,65	29,32	29,07	18,54	14,75	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Ossigeno disciolto (% saturazione)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	100,75	99,53	93,60	113,38	104,58	
II	138,45	142,72	89,39	68,73	102,01	
III	102,47	89,17	165,63	89,20	111,39	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	96,70	91,90	104,78	97,94	92,75	
II	105,00	99,14	103,92	95,81	82,51	
III	91,00	92,88	87,20	71,03	76,10	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	101,39	103,23	108,76	97,15	100,03	
II	115,77	109,58	91,82	61,90	83,52	
III	76,03	87,60	75,23	67,84	73,40	
Torbidità (ftu)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	1,64	16,89	0,45	3,76	3,11	
II	5,75	6,74	3,72	26,15	16,12	
III	0,04	0,78	3,62	7,43	11,29	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	2,06	3,12	2,22	5,37	7,24	
II	0,33	0,75	7,61	12,03	10,95	
III	2,50	6,96	6,18	16,70	17,49	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	14,65	6,74	4,07	16,52	10,66	
II	2,72	7,57	6,43	14,43	20,43	
III	1,64	5,41	3,28	16,55	10,67	
Clorofilla ($\mu\text{g L}^{-1}$)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	0,24	0,33	0,26	0,29	0,22	
II	4,52	5,40	1,76	1,91	1,91	
III	0,59	0,68	0,57	0,94	0,94	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	0,42	0,42	0,44	0,35	0,85	
II	0,81	0,72	1,30	2,93	2,75	
III	1,81	0,90	0,97	1,55	1,47	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	0,47	0,30	0,40	1,99	3,15	
II	4,67	4,67	1,84	4,27	3,87	
III	1,53	2,37	1,28	4,82	2,21	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

APPENDICE 2

Tabella A3. Statistiche relative ai GLM applicati sui dati di densità di uova e larve, associate ai test di Tabella 8, 12, 13.

Uova totali - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	3.3551	80	1.1150	0.3414
Sottobacino	2	0.2876	78	0.1438	0.8661
Posizione	1	1.6873	77	1.1673	0.1940
Sottobacino x Posizione	2	0.2065	75	0.1033	0.9019
Uova migratori - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	7.0274	80	2.3425	0.0710
Sottobacino	2	1.6048	78	0.8024	0.4483
Posizione	1	0.8080	77	0.8080	0.3687
Sottobacino x Posizione	2	0.0790	75	0.0395	0.9613
Uova <i>Sprattus sprattus</i> - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	12.2274	80	4.0758	0.0066
Sottobacino	2	1.5132	78	0.7566	0.4693
Posizione	1	0.6975	77	0.6975	0.4036
Sottobacino x Posizione	2	0.0920	75	0.0460	0.9551
Larve totali - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	11.9355	80	3.9785	0.0076
Sottobacino	2	0.6154	78	0.3077	0.7351
Posizione	1	4.8095	77	4.8095	0.0283
Sottobacino x Posizione	2	0.1511	75	0.0756	0.9272
Larve migratori - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	5.0473	80	19.788	0.1684
Sottobacino	2	0.2966	78	19.492	0.8622
Posizione	1	0.3072	77	19.184	0.5794
Sottobacino x Posizione	2	0.0661	75	19.118	0.9675

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Larve <i>S. sprattus</i> - B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	6.2327	80	16.535	0.1008
Sottobacino	2	0.2553	78	16.279	0.8802
Posizione	1	0.3022	77	15.977	0.5825
Sottobacino x Posizione	2	0.0390	75	15.938	0.9807
Uova totali - Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	23.1224	248	210.15	<0.0001
Studio	2	20.6343	246	189.52	<0.0001
Posizione	1	13.7855	245	175.73	0.0002
Sottobacino	2	4.1821	243	171.55	0.1236
Campagna x Studio	6	21.2995	237	150.25	0.0016
Sottobacino x Posizione	2	0.1141	235	150.13	0.9445
Uova migratori - Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	8.3821	248	98.493	0.03874
Studio	2	0.8271	246	97.666	0.6613
Posizione	2	3.3607	244	94.305	0.18631
Sottobacino	1	1.7296	243	92.575	0.18846
Campagna x Studio	6	7.2125	237	85.363	0.30164
Sottobacino x Posizione	2	0.0553	235	85.308	0.97275
Uova <i>S. sprattus</i> - Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	16.1498	248	55.322	0.0011
Studio	2	0.4255	246	54.897	0.8084
Posizione	2	3.1893	244	51.708	0.2030
Sottobacino	1	0.98	243	50.727	0.3222
Campagna x Studio	6	10.2981	237	40.429	0.1127
Sottobacino x Posizione	2	0.021	235	40.408	0.9896

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Larve totali - Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	35.854	248	128.279	<0.0001
Studio	2	12.07	246	116.209	0.0024
Posizione	2	0.413	244	115.796	0.8133
Sottobacino	1	0.904	243	114.893	0.3418
Campagna x Studio	6	19.51	237	95.383	0.0034
Sottobacino x Posizione	2	1.597	235	93.786	0.4500
Larve migratori - Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	49.756	248	78.626	<0.0001
Studio	2	23.019	246	55.607	<0.0001
Posizione	2	1.202	244	54.405	0.5483
Sottobacino	1	0.321	243	54.084	0.5708
Campagna x Studio	6	2.533	237	51.551	0.8647
Sottobacino x Posizione	2	0.426	235	51.125	0.8083
Larve <i>S. sprattus</i> - Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianz a	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	3	48.113	248	70.023	<0.0001
Studio	2	21.135	246	48.887	<0.0001
Posizione	2	1.323	244	47.564	0.516
Sottobacino	1	0.303	243	47.261	0.5823
Campagna x Studio	6	2.594	237	44.667	0.8578
Sottobacino x Posizione	2	0.387	235	44.28	0.8239

Tabella A4. Statistiche relative ai GLM applicati sui dati di densità di uova e larve, associate ai test di Tabella 10, 15.

Giovanili totali, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	169.539	42	66.218	0.0002
Sottobacino	2	19.767	40	64.242	0.3722
Posizione	1	23.099	39	61.932	0.1286
Sottobacino x Posizione	2	83.580	37	53.574	0.0153
Giovanili migratori, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	67.926	42	77.162	0.0335
Sottobacino	2	13.442	40	75.818	0.5106
Posizione	1	55.100	39	70.308	0.0189
Sottobacino x Posizione	2	104.297	37	59.878	0.0054

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

<i>Chelon auratus</i>, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	0.35389	42	39.479	0.8378
Sottobacino	2	136.193	40	38.117	0.5061
Posizione	1	0.67759	39	37.440	0.4104
Sottobacino x Posizione	2	0.46390	37	36.976	0.7930
<i>Chelon labrosus</i>, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	120.325	42	33.804	0.0020
Sottobacino	2	22.582	40	31.546	0.3233
Posizione	1	38.809	39	27.665	0.0488
Sottobacino x Posizione	2	66.653	37	21.000	0.0357
<i>Chelon ramada</i>, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	0.000	42	192.090	10000
Sottobacino	2	42.098	40	149.992	<0.0001
Posizione	1	13.923	39	136.069	0.0002
Sottobacino x Posizione	2	89.006	37	47.063	<0.0001
<i>Chelon saliens</i>, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	36.975	42	45.033	<0.0001
Sottobacino	2	5.427	40	39.606	0.0663
Posizione	1	0.051	39	39.555	0.8219
Sottobacino x Posizione	2	10.854	37	28.701	0.0044
<i>Sparus aurata</i>, abbondanza - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	10.601	42	50.000	0.5886
Sottobacino	2	36.353	40	46.365	0.1624
Posizione	1	0.2402	39	46.125	0.6241
Sottobacino x Posizione	2	29.757	37	43.149	0.2259
Giovanili totali, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	11.337	42	67.677	0.5673
Sottobacino	2	35.126	40	64.164	0.1727
Posizione	1	12.142	39	62.950	0.2705
Sottobacino x Posizione	2	77.580	37	55.192	0.0207

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giovanili migratori, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	13.962	42	70.760	0.4975
Sottobacino	2	39.562	40	66.804	0.1383
Posizione	1	20.137	39	64.791	0.1559
Sottobacino x Posizione	2	78.595	37	56.931	0.0197
<i>Chelon auratus</i>, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	147.755	42	38.687	0.4777
Sottobacino	2	205.482	40	36.632	0.3579
Posizione	1	0.05208	39	36.580	0.8195
Sottobacino x Posizione	2	0.38159	37	36.199	0.8263
<i>Chelon labrosus</i>, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	171.920	42	96.216	0.4233
Sottobacino	2	0.11129	40	95.103	0.9459
Posizione	1	0.45905	39	90.513	0.4981
Sottobacino x Posizione	2	128.129	37	77.700	0.5270
<i>Chelon ramada</i>, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	0.000	42	84.197	100.000
Sottobacino	2	39.720	40	44.477	<0.0001
Posizione	1	0.492	39	43.986	0.4832
Sottobacino x Posizione	2	4.941	37	39.045	0.0846
<i>Chelon saliens</i>, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	32.349	42	32.550	<0.0001
Sottobacino	2	0.553	40	31.997	0.7584
Posizione	1	0.030	39	31.967	0.8630
Sottobacino x Posizione	2	5.689	37	26.278	0.0582
<i>Sparus aurata</i>, biomassa - B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	101.172	42	28.177	0.6030
Sottobacino	2	285.029	40	25.327	0.2405
Posizione	1	0.45603	39	24.871	0.4995
Sottobacino x Posizione	2	0.36490	37	24.506	0.8332

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giovanili totali, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	82.155	132	236.21	0.0165
Studio	2	0.4540	130	235.76	0.7969
Posizione	1	227.351	129	213.02	<0.0001
Sottobacino	2	179.573	127	195.07	0.0001
Campagna x Studio	4	251.174	123	169.95	<0.0001
Sottobacino x Posizione	2	113.710	121	158.58	0.0034
Giovanili migratori, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	2.269	132	235.73	0.3216
Studio	2	0.209	130	235.52	0.9008
Posizione	2	6.330	128	229.19	0.0422
Sottobacino	1	32.247	127	196.94	<0.0001
Campagna x Studio	4	12.671	123	184.27	0.0130
Sottobacino x Posizione	2	6.949	121	177.32	0.0310
<i>Chelon auratus</i>, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	22.996	132	153.15	0.3167
Studio	2	19.167	130	151.24	0.3835
Posizione	2	54.755	128	145.76	0.0647
Sottobacino	1	0.0000	127	152.31	100000
Campagna x Studio	4	202.748	123	132.04	0.0004
Sottobacino x Posizione	2	28.928	121	129.15	0.2354
<i>Chelon labrosus</i>, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	189.183	132	68.975	<0.0001
Studio	2	149.738	130	54.001	0.0006
Posizione	2	73.346	128	46.666	0.0255
Sottobacino	1	61.864	127	40.480	0.0129
Campagna x Studio	4	0.6472	123	39.833	0.9577
Sottobacino x Posizione	2	69.165	121	32.916	0.0315

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

<i>Chelon ramada</i>, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	5.15	132	185.37	0.0762
Studio	2	2.81	130	182.56	0.2455
Posizione	2	13.71	128	168.85	0.0011
Sottobacino	1	8.93	127	159.92	0.0028
Campagna x Studio	4	0.00	123	892.69	10000
Sottobacino x Posizione	2	748.32	121	144.36	<0.0001
<i>Chelon saliens</i>, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	79.731	132	148.330	<0.0001
Studio	2	31.073	130	117.257	<0.0001
Posizione	2	18.348	128	98.909	0.0001
Sottobacino	1	3.512	127	95.397	0.0609
Campagna x Studio	4	5.689	123	89.708	0.2236
Sottobacino x Posizione	2	8.758	121	80.950	0.0125
<i>Sparus aurata</i>, abbondanza					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	206.357	132	226.60	<0.0001
Studio	2	290.704	130	197.53	<0.0001
Posizione	2	270.787	128	170.45	<0.0001
Sottobacino	1	132.289	127	157.22	0.0003
Campagna x Studio	4	159.350	123	141.29	0.0031
Sottobacino x Posizione	2	0.1726	121	141.11	0.9173
Giovanili totali, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	24.099	132	218.57	0.2997
Studio	2	32.435	130	215.33	0.1976
Posizione	1	56.350	129	209.69	0.0176
Sottobacino	2	284.615	127	181.23	<0.0001
Campagna x Studio	4	34.095	123	177.82	0.4918
Sottobacino x Posizione	2	179.715	121	159.85	0.0001

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giovanili migratori, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	16.998	132	232.13	0.4275
Studio	2	79.637	130	224.16	0.0187
Posizione	2	224.724	128	201.69	<0.0001
Sottobacino	1	179.145	127	183.78	<0.0001
Campagna x Studio	4	0.6310	123	183.14	0.9596
Sottobacino x Posizione	2	141.980	121	168.95	0.0008
<i>Chelon auratus</i>, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	12.217	132	146.78	0.5429
Studio	2	0.8785	130	145.90	0.6445
Posizione	2	96.834	128	136.22	0.0079
Sottobacino	1	84.786	127	127.74	0.0036
Campagna x Studio	4	21.907	123	125.55	0.7007
Sottobacino x Posizione	2	59.396	121	119.61	0.0513
<i>Chelon labrosus</i>, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	153.109	132	46.187	0.0005
Studio	2	114.188	130	34.768	0.0033
Posizione	2	92.550	128	25.513	0.0098
Sottobacino	1	0.4008	127	25.112	0.5267
Campagna x Studio	4	25.557	123	22.557	0.6347
Sottobacino x Posizione	2	14.030	121	21.154	0.4958
<i>Chelon ramada</i>, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	4.783	132	168.81	0.0915
Studio	2	1.669	130	167.14	0.4341
Posizione	2	19.379	128	147.76	<0.0001
Sottobacino	1	0.000	127	330.90	10000
Campagna x Studio	4	194.686	123	136.22	<0.0001
Sottobacino x Posizione	2	7.919	121	128.30	0.0191

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

<i>Chelon saliens</i>, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	74.557	132	125.852	<0.0001
Studio	2	11.765	130	114.087	0.0028
Posizione	2	13.142	128	100.945	0.0014
Sottobacino	1	0.085	127	100.860	0.7710
Campagna x Studio	4	18.926	123	81.934	0.0008
Sottobacino x Posizione	2	4.743	121	77.192	0.0934
<i>Sparus aurata</i>, biomassa					
Confronto B/11-B/12-B/13					
	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Campagna	2	33.032	132	133.154	<0.0001
Studio	2	11.536	130	121.617	0.0031
Posizione	2	18.564	128	103.053	<0.0001
Sottobacino	1	0.182	127	102.871	0.6696
Campagna x Studio	4	5.900	123	96.971	0.2068
Sottobacino x Posizione	2	0.449	121	96.522	0.7989

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

APPENDICE 3

Tabella A5. Date di campionamento per le attività di raccolta di uova e larve di pesci con bongo net durante i tre anni di Studio analizzati (B/11, B/12 e B/13).

Studio B.6.72	Campagna	Bocca di Lido	Bocca di Malamocco	Bocca di Chioggia
B/11	1	25/11/2015	30/11/2015	01/12/2015
B/11	2	28/01/2016	26/01/2016	27/01/2016
B/11	3	10/03/2016	11/03/2016	11/03/2016
B/11	4	05/04/2016	06/04/2016	04/04/2016
B/12	1	02/12/2016	30/11/2016	01/12/2016
B/12	2	30/01/2017	27/01/2017	28/01/2017
B/12	3	27/02/2017	28/02/2017	01/03/2017
B/12	4	29/03/2017	30/03/2017	28/03/2017
B/13	1	07/12/2017	05/12/2017	06/12/2017
B/13	2	17/02/2018	15/02/2018	16/02/2018
B/13	3	16/03/2018	14/03/2018	15/03/2018
B/13	4	16/04/2018	17/04/2018	18/04/2018
B/13	5	07/12/2018	05/12/2018	06/12/2018

Tabella A6. Date di campionamento per le attività di raccolta di post-larve e giovanili con sciabica durante i tre anni di Studio analizzati (B/11, B/12 e B/13).

Studio B.6.72	Campagna	Bocca di Lido	Bocca di Malamocco	Bocca di Chioggia
B/11	1	19/02/2016	18/02/2016	22/02/2016
B/11	2	21/03/2016	19/03/2016	24/03/2016
B/11	3	15/04/2016	11/04/2016	12/04/2016
B/12	1	09/03/2017	06/03/2017	08/03/2017
B/12	2	23/03/2017	20/03/2017	21/03/2017
B/12	3	03/05/2017	05/05/2017	02/05/2017
B/13	1	08/03/2018	07/03/2018	09/03/2018
B/13	2	25/04/2018	23/04/2018	24/04/2018
B/13	3	11/05/2018	08/05/2018	09/05/2018

APPENDICE 4

Sono di seguito presentati (fig. A1 - A9) i risultati dell'analisi multivariata (RDA) utile ad osservare gli eventuali legami tra le densità delle specie ittiche e l'andamento dei parametri ambientali registrati. Ciascuno Studio (B/11, B/12 e B/13) e ciascuno stadio di vita considerato (uovo, larva o giovanile) è stato analizzato separatamente.

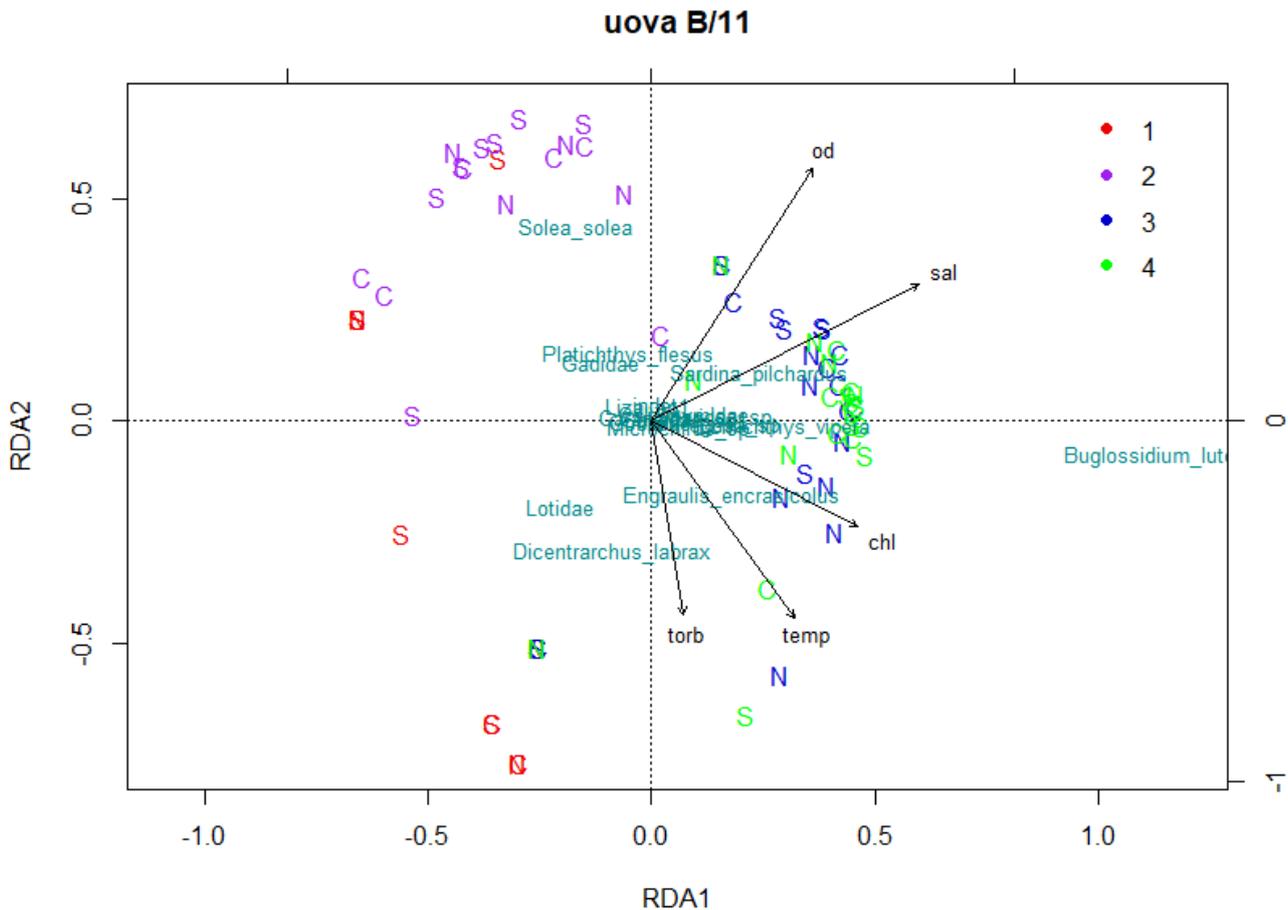


Figura A1. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di uova campionate nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 4 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/11.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di uova raccolte nel corso del 2016 (B/11) (fig. A1), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 33% della varianza complessiva. Di questa, il 91% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 62% dal primo asse RDA1 e il 29% dal secondo asse RDA2). L'analisi distingue chiaramente le prime due campagne (in rosso e in viola, sulla sinistra) dalle ultime due (in blu e verde, sulla destra), evidenziando una marcata stagionalità nei dati, derivante non solo dalle variazioni dei parametri ambientali (in questo caso l'aumento nel tempo della salinità e della concentrazione di clorofilla) ma anche dai differenti periodi riproduttivi dei taxa identificati, con la sogliola (*Solea solea*) e, in misura minore, la passera (*Platichthys flesus*) che caratterizzano i campioni della prima campagna, la spigola (*Dicentrarchus labrax*) quelli della seconda e la sogliola gialla (*Buglossidium luteum*) quelli delle ultime due.

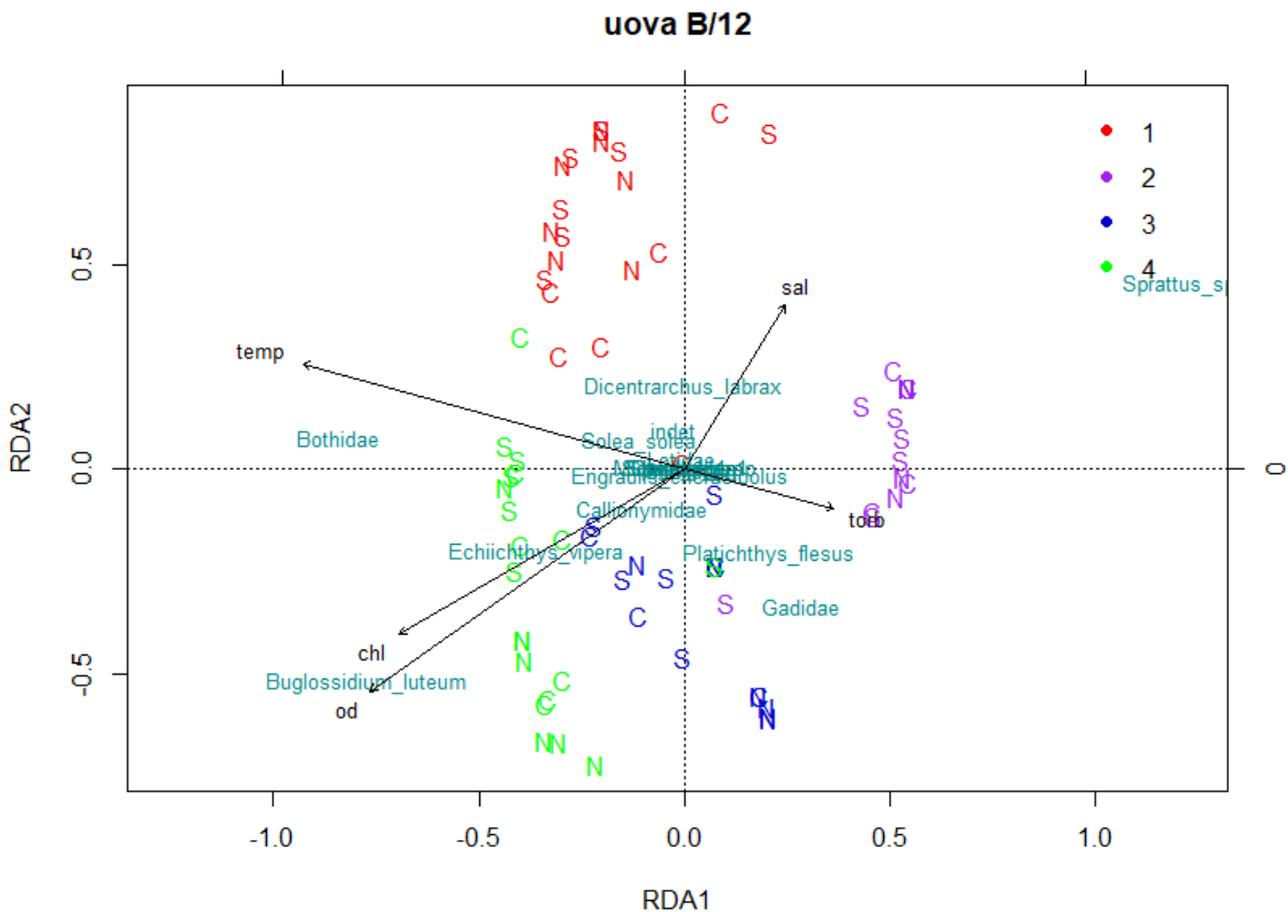


Figura A2. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di uova campionate nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 4 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/12.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di uova raccolte nel corso del 2017 (B/12) (fig. A2), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 38% della varianza complessiva. Di questa, il 92% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 72% dal primo asse RDA1 e il 20% dal secondo asse RDA2). L'analisi distingue chiaramente le quattro campagne, evidenziando una marcata stagionalità nei dati, derivante non solo dalle variazioni dei parametri ambientali (in particolare la diminuzione nel tempo della salinità e la diminuzione della torbidità lungo il primo asse) ma anche dai differenti periodi riproduttivi dei taxa identificati, con migratori quali la spigola (*Dicentrarchus labrax*) e lo spratto (*Sprattus sprattus*) che caratterizzano, rispettivamente, i campioni della prima e della seconda campagna. I campioni raccolti durante la terza e la quarta campagna mostrano invece il contributo di due specie marine occasionali: la tracina (*Echiichthys vipera*) e della sogliola gialla (*Buglossidium luteum*).

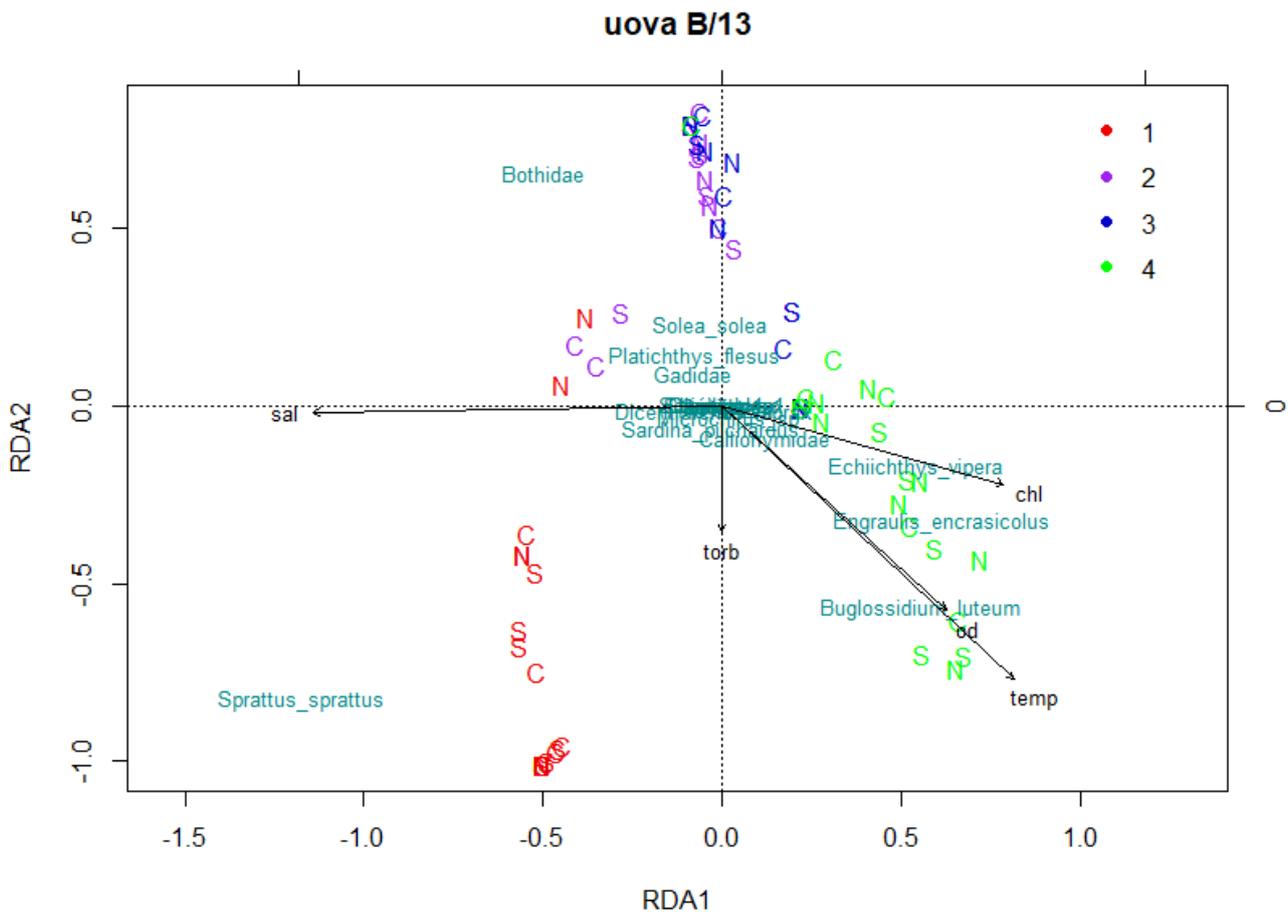


Figura A3. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di uova campionate nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 4 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/13.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di uova raccolte nel corso del 2018 (B/13) (fig. A3), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 23% della varianza complessiva. Di questa, l'89% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 63% dal primo asse RDA1 e il 26% dal secondo asse RDA2). L'analisi distingue chiaramente la prima e l'ultima campagna (rispettivamente in rosso e in verde, nella metà inferiore del grafico) dalla seconda e terza campagna (in viola e blu), raggruppate nella porzione superiore del grafico. In questo caso, le differenze tra prima, seconda/terza e quarta campagna sono imputabili principalmente alla salinità e alla clorofilla (lungo il primo asse, RDA1) e alla torbidità (lungo il secondo asse, RDA2). Analogamente ai due precedenti anni di monitoraggio, anche i differenti periodi riproduttivi dei taxa identificati influenzano il risultato dell'analisi, con lo spratto (*Sprattus sprattus*) che caratterizza la prima campagna mentre la sogliola e la passera caratterizzano la seconda e la terza campagna. La quarta campagna risulta invece dominata da tracina (*Echiichthys vipera*), sogliola gialla (*Buglossidium luteum*) e acciuga (*Engraulis encrasicolus*).

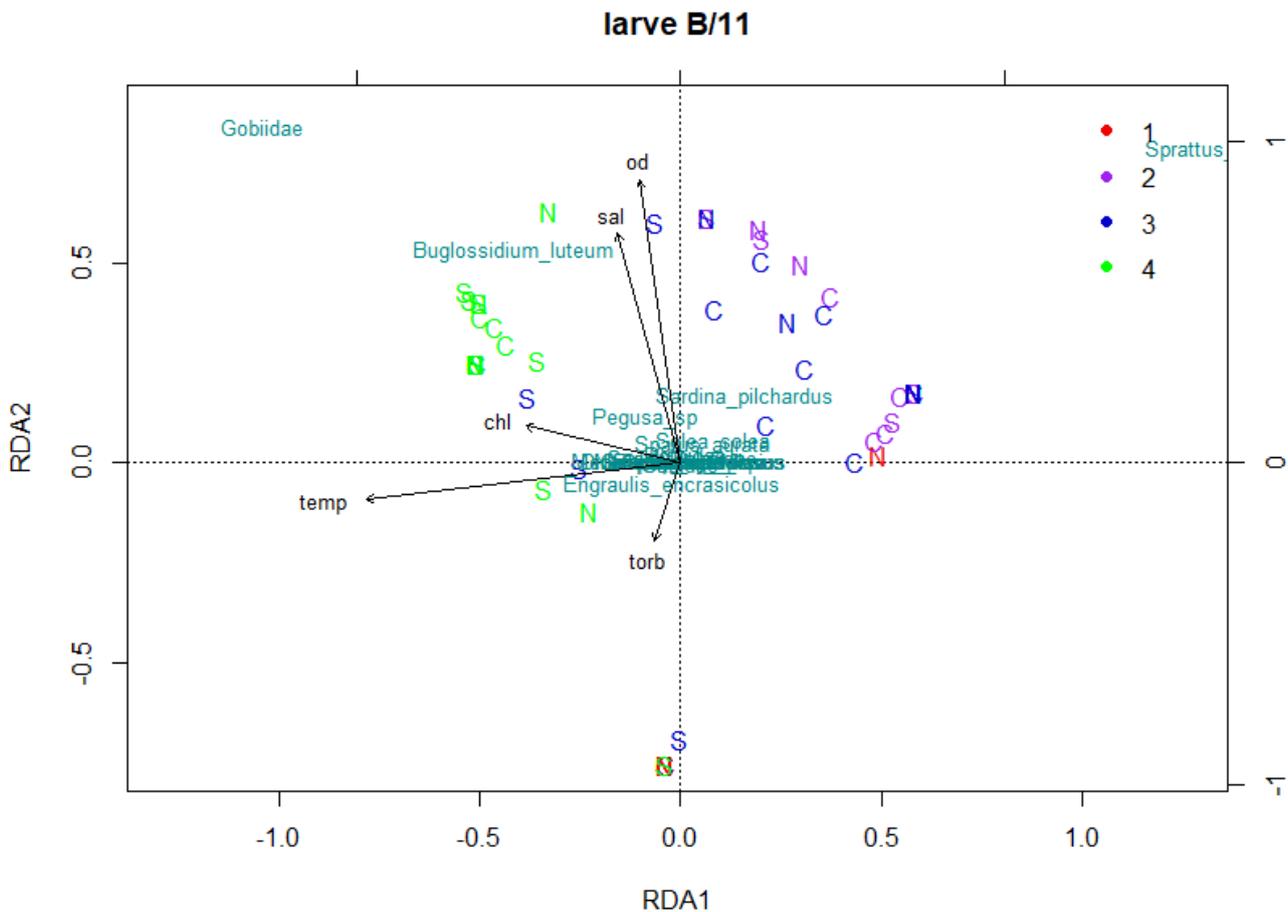


Figura A4. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di larve campionate nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 4 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/11.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di larve raccolte nel corso del 2016 (B/11) (fig. A4), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 32% della varianza complessiva. Di questa, il 96% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 75% dal primo asse RDA1 e il 21% dal secondo asse RDA2). L'analisi distingue chiaramente la quarta campagna (in verde, sulla sinistra) dalla seconda e dalla terza (in viola e blu, sulla destra), mentre risultano marginali, viste le basse densità e le scarse presenze di larve, i campioni della prima campagna (in rosso). I dati mostrano sempre una marcata stagionalità, derivante dalle variazioni dei parametri ambientali (in questo caso la distinzione tra seconda/terza campagna rispetto alla quarta dipende soprattutto dall'aumento nel tempo della temperatura e della concentrazione di clorofilla) ma anche dai differenti periodi riproduttivi dei taxa identificati, in particolare lo spratto (*Sprattus sprattus*) per le seconda/terza campagna, la sogliola gialla (*Buglossidium luteum*) e i gobiidi per la quarta.

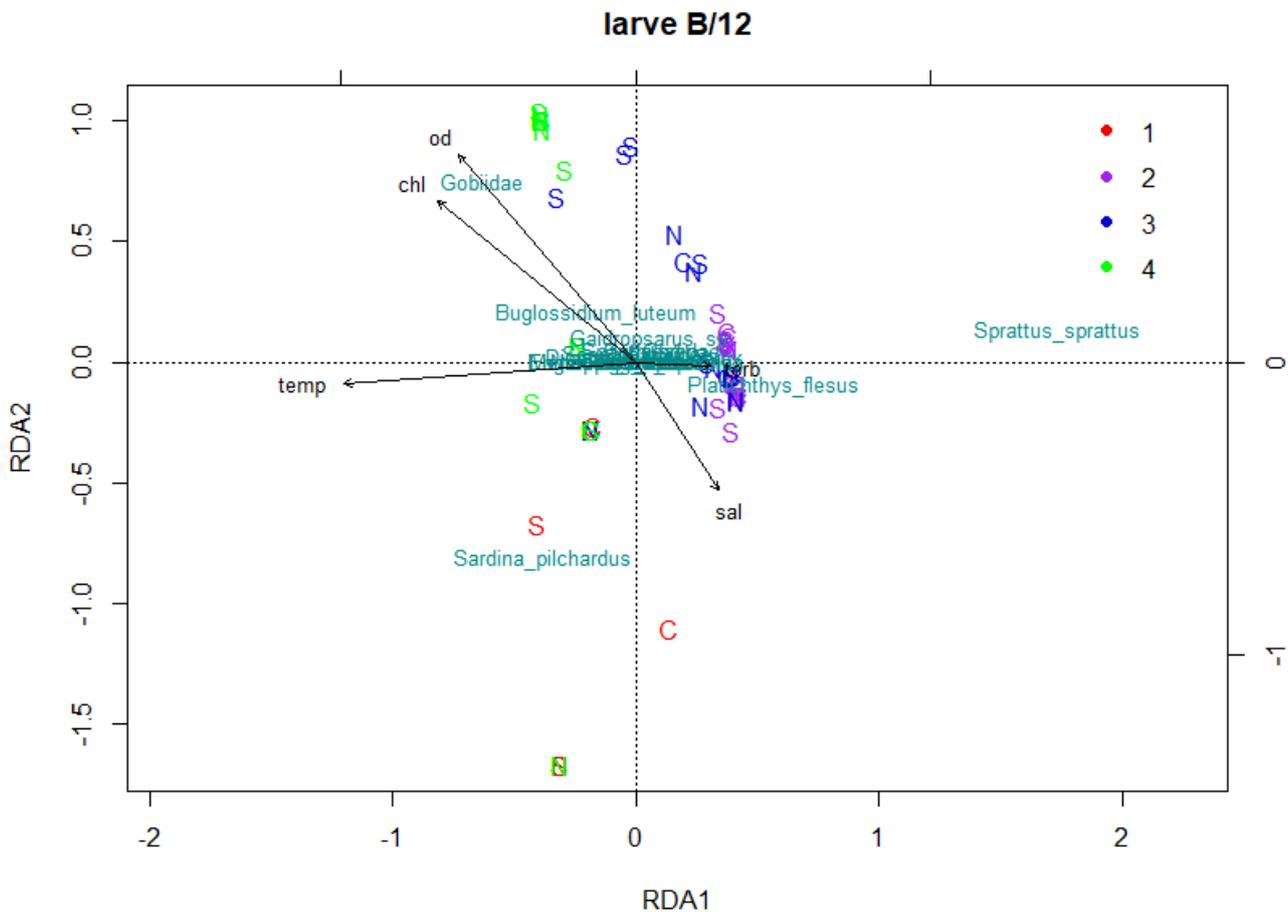


Figura A5. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di larve campionate nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 4 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/12.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di larve raccolte nel corso del 2017 (B/12) (fig. A5), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 40% della varianza complessiva. Di questa, il 98% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente l'88% dal primo asse RDA1 e il 10% dal secondo asse RDA2). Come nel 2016, anche in questo caso l'analisi distingue chiaramente la quarta campagna (in verde, sulla sinistra) dalla seconda e dalla terza (in viola e blu, sulla destra), mentre risultano marginali, viste le basse densità e le scarse presenze di larve, i campioni della prima campagna (in rosso). I dati mostrano sempre una marcata stagionalità, derivante dalle variazioni dei parametri ambientali (in questo caso la distinzione tra seconda/terza campagna rispetto alla quarta dipende soprattutto dall'aumento nel tempo della temperatura e dalla diminuzione della torbidità), ma anche dai differenti periodi riproduttivi dei taxa identificati, in particolare lo spratto (*Sprattus sprattus*) e la passera (*Platichthys flesus*) per le seconda/terza campagna, la sogliola gialla (*Buglossidium luteum*) e i gobidi per la quarta. I pochi campioni della prima campagna contenenti larve di pesci risultavano invece dominati dalla sardina (*Sardina pilchardus*).

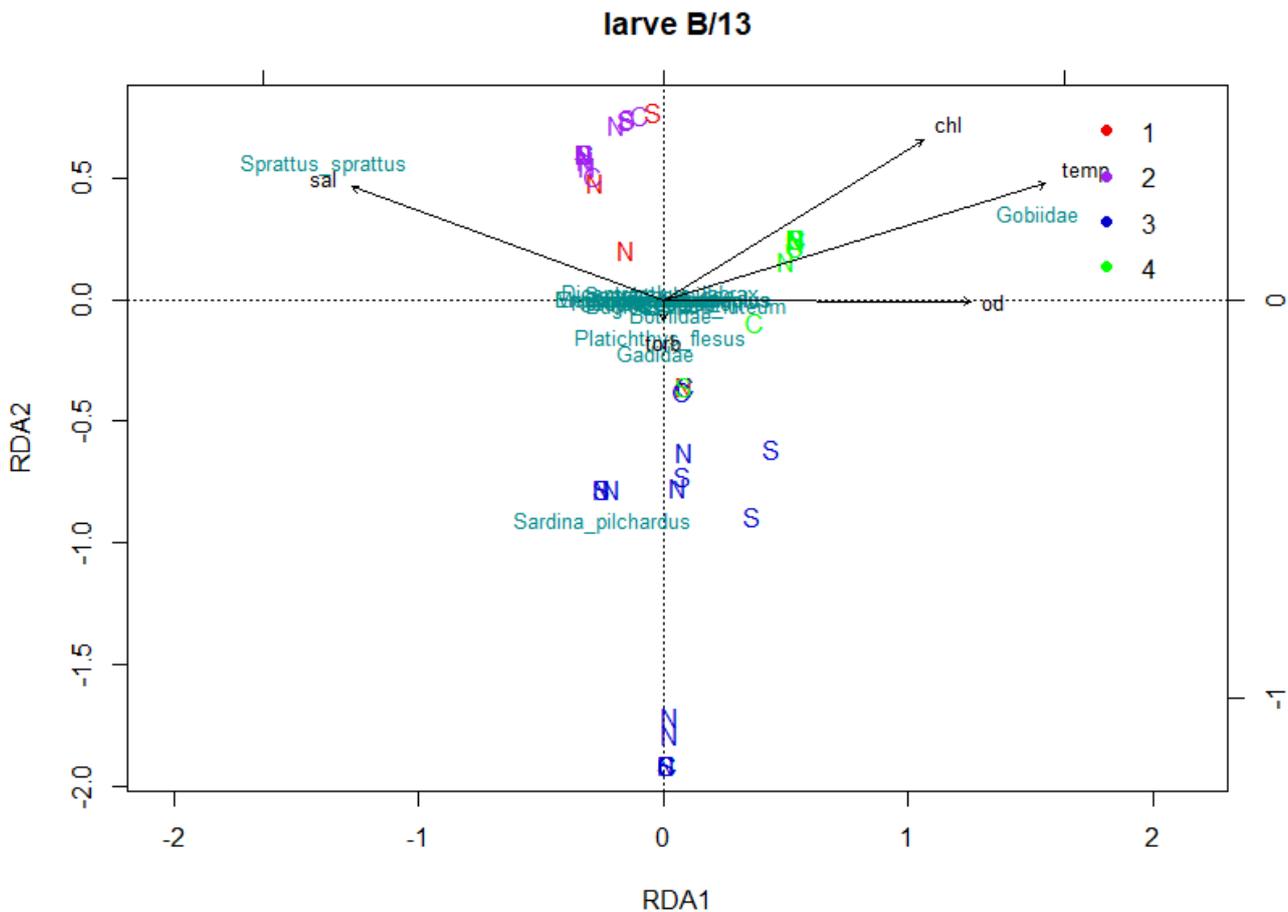


Figura A6. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di larve campionate nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 4 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/13.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di larve raccolte nel corso del 2018 (B/13) (fig. A6), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 41% della varianza complessiva. Di questa, il 99% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 90% dal primo asse RDA1 e il 9% dal secondo asse RDA2). L'analisi distingue chiaramente la prima e la seconda campagna (rispettivamente in rosso e in viola, in alto nel grafico) dalla terza campagna (in blu) e dalla quarta (in verde). In questo caso, le differenze tra le prime due campagne e l'ultima sono imputabili principalmente a temperatura, salinità, ossigeno disciolto e concentrazione di clorofilla (lungo il primo asse, RDA1). Lungo il secondo asse (RDA2), invece, è soprattutto la torbidità a separare la terza campagna dalle altre tre. Analogamente ai due precedenti anni di monitoraggio, anche i differenti periodi riproduttivi dei taxa identificati influenzano il risultato dell'analisi, con lo spratto (*Sprattus sprattus*) che caratterizza le prime due campagne. La terza campagna risulta invece caratterizzata dalla presenza di larve di sardina (*Sardina pilchardus*) e, in misura minore, di passera (*Platichthys flesus*) mentre i gobiidi dominano la quarta.

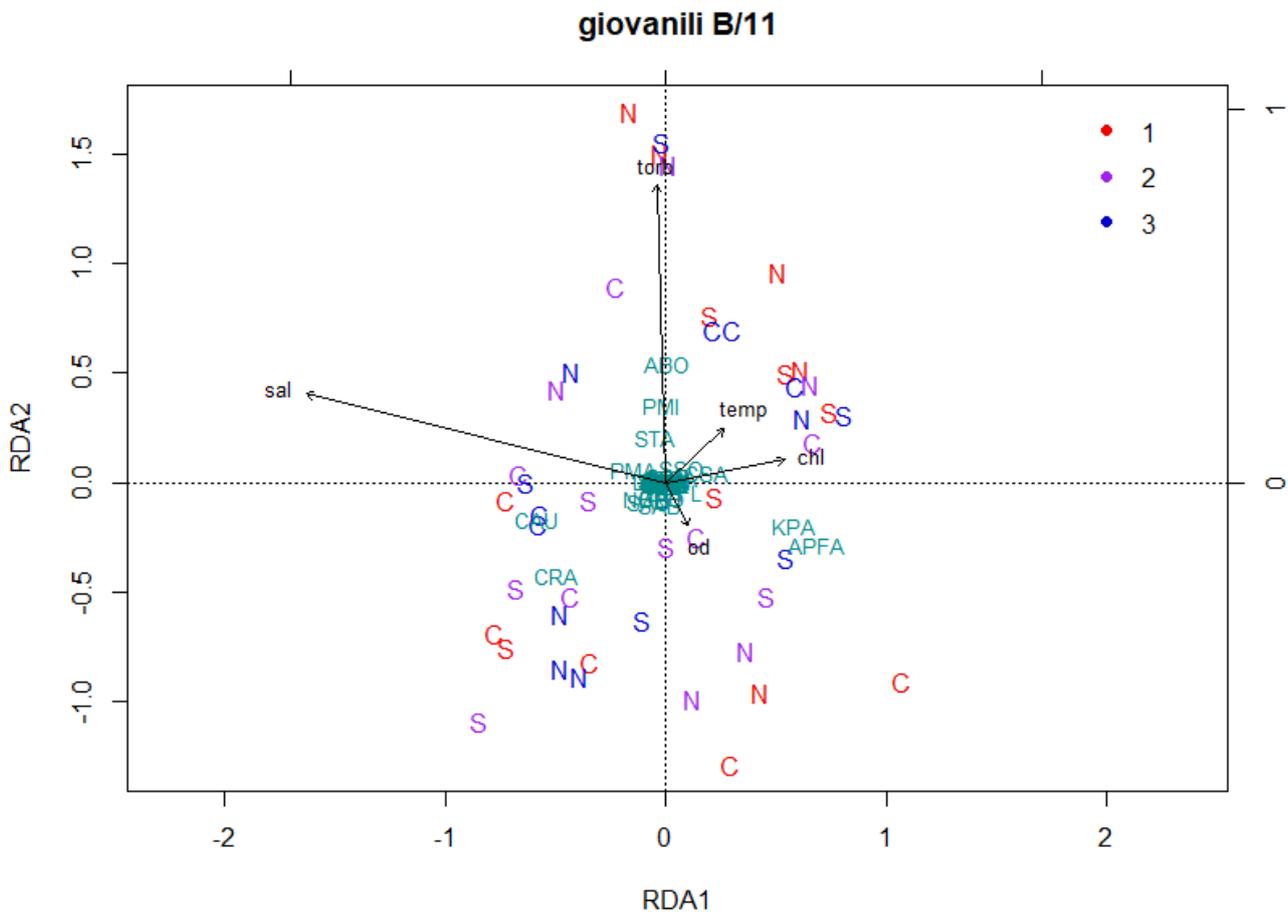


Figura A7. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di giovanili campionati nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 3 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/11.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di giovanili raccolti nel corso del 2016 (B/11) (fig. A7), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 18% della varianza complessiva. Di questa, il 79% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 60% dal primo asse RDA1 e il 19% dal secondo asse RDA2). Diversamente da quanto osservato per i campionamenti con bongo net, il periodo di indagine più ristretto nel tempo non permette di apprezzare una netta distinzione stagionale tra le campagne. Nonostante alcuni vettori dei parametri ambientali siano fortemente correlati con gli assi (la salinità con il primo asse RDA1 e la torbidità con il secondo asse RDA2), l'esigua percentuale di varianza complessiva spiegata non consente di formulare ulteriori interpretazioni. Sembra comunque di un certo rilievo, nell'influencare la configurazione delle osservazioni, la presenza di due specie residenti, il nono *Aphanius fasciatus* (APFA) e il latterino *Atherina boyeri* (ABO), e di due specie migratrici, i cefali *Chelon auratus* e *C. ramada*.

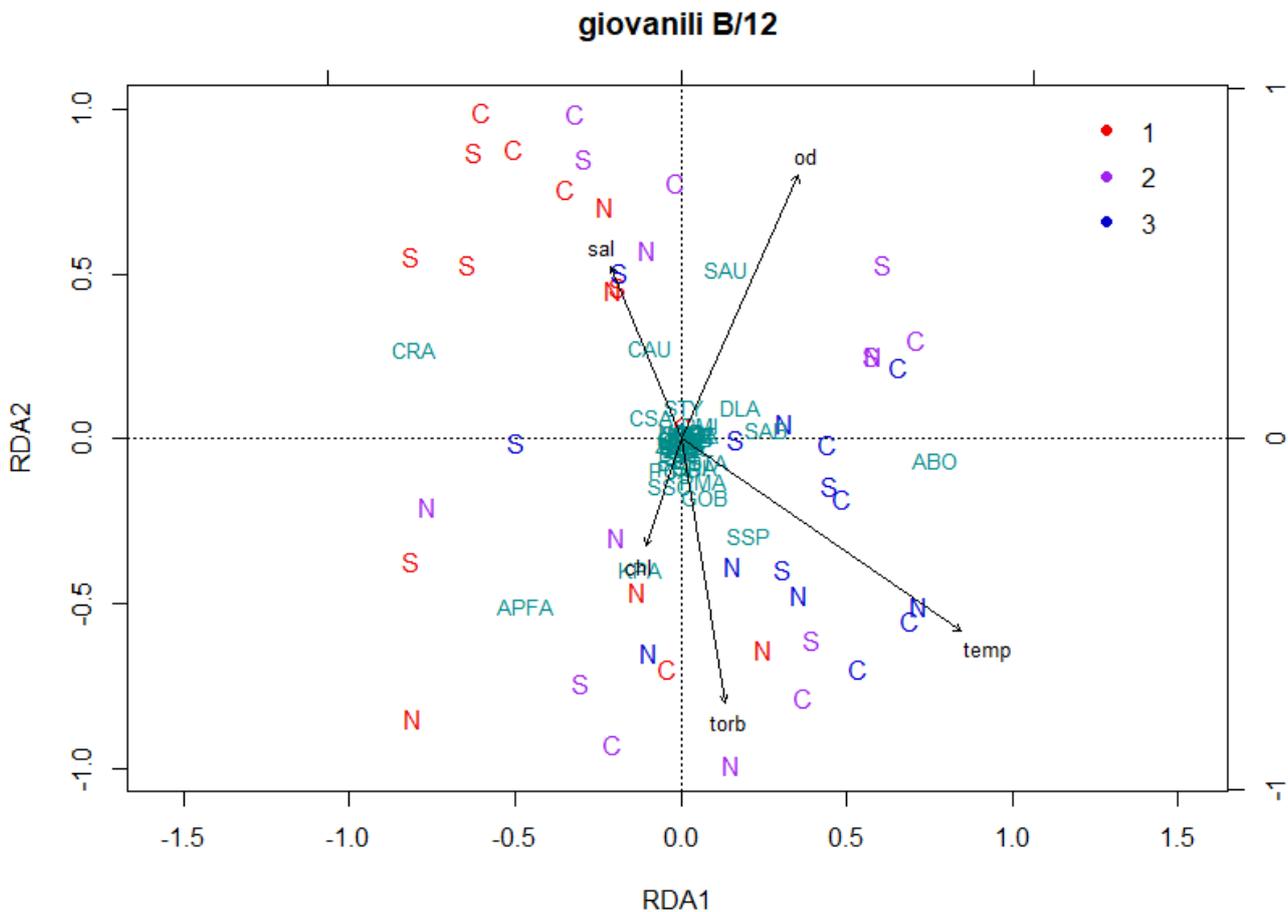


Figura A8. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di giovanili campionati nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 3 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/12.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di giovanili raccolti nel corso del 2017 (B/12) (fig. A8), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 23% della varianza complessiva. Di questa, il 76% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 54% dal primo asse RDA1 e il 22% dal secondo asse RDA2). In questo caso, nonostante il periodo di indagine ristretto nel tempo, è possibile osservare una parziale distinzione stagionale tra la prima campagna (in rosso) e la terza (in blu). Queste differenze sono da imputare, per quanto riguarda i parametri ambientali, principalmente a salinità, temperatura e torbidità. Non si osservano invece differenze sostanziali tra sottobacini. Anche in questo caso, a differenziare le osservazioni contribuiscono principalmente il nono *Aphanius fasciatus* (APFA), il latterino *Atherina boyeri* (ABO), i cefali *Chelon auratus* e *C. ramada*, ma anche l'orata *Sparus aurata* (SAU), il ghiozzetto *Knivitschia panizzae* (KPA) e lo spratto (*Sprattus sprattus*).

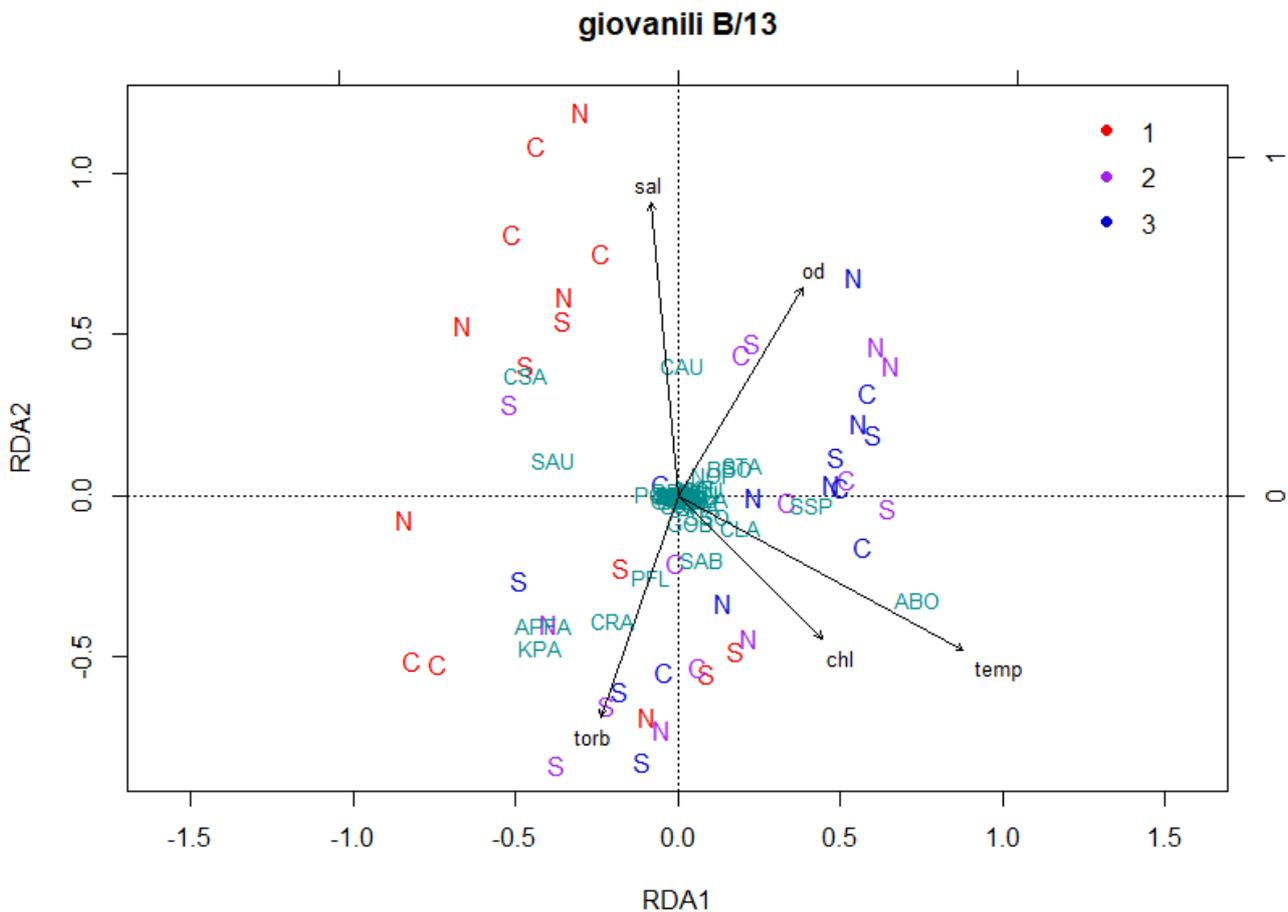


Figura A9. Analisi multivariata (RDA) sui dati di densità di giovanili campionati nelle stazioni dei tre sottobacini (N = nord, C = Centro, S = sud), durante le 3 campagne di campionamento (colori in legenda) dello Studio B/13.

L'influenza dei parametri ambientali sulle densità di giovanili raccolti nel corso del 2018 (B/13) (fig. A9), analizzata mediante un approccio multivariato (Redundancy Analysis, RDA), ha permesso di spiegare, nel complesso, il 22% della varianza complessiva. Di questa, il 76% risulta spiegato dai parametri ambientali (rispettivamente il 52% dal primo asse RDA1 e il 24% dal secondo asse RDA2). Come nel 2017, anche in questo caso, nonostante il periodo di indagine ristretto nel tempo, è possibile osservare una parziale distinzione stagionale tra la prima campagna (in rosso) e le altre due (in viola e blu). Queste differenze sono da imputare, per quanto riguarda i parametri ambientali, principalmente alla temperatura e, in misura minore, anche alla salinità. Come nei due precedenti anni di indagine, non si osservano invece differenze sostanziali tra sottobacini. Lo stesso pool di specie individuato nel 2017 contribuisce in larga parte a differenziare le osservazioni, con l'aggiunta del cefalo *Chelon saliens*.