



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/12**

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

Contratto CVN-CORILA n. 11808 UPE/MGA/cer

Documento **MACROATTIVITÀ: ITTIOFAUNA
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2017**

Responsabile scientifico

Prof. Piero Franzoi
(DAIS-UNIVE)

Verifica

Dott.ssa Paola Del Negro
(OGS)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1. INTRODUZIONE	4
1.1 Premessa.....	4
1.2 Struttura e obiettivi dello studio.....	5
2. MATERIALI E METODI	7
2.1 Attività di campo e laboratorio.....	7
2.1.1 Ittioplancton.....	9
2.1.2 Popolamento ittico di basso fondale	11
2.1.3 Parametri ambientali per la caratterizzazione delle stazioni e per l'applicazione dei modelli di distribuzione.....	13
2.2 Analisi dei dati	15
2.2.1 Monitoraggio dell'ittioplancton e del popolamento ittico di basso fondale	15
2.2.2 Modelli di distribuzione dell'habitat	16
3. RISULTATI E DISCUSSIONE	18
3.1 Monitoraggio dell'ittioplancton.....	18
3.1.1 Confronto fra cicli di monitoraggio (B/11: 2015-2016; B/12: 2016-2017) - Ittioplancton	36
3.2 Monitoraggio del popolamento ittico di basso fondale	48
3.2.1 Confronto fra cicli di monitoraggio (B/11: 2015-2016; B/12: 2016-2017) - Postlarve e stadi giovanili.....	63
3.3 Modelli di distribuzione spaziale	75
3.3.1 Applicazione del modello dei giovanili di <i>S. aurata</i> ai parametri ambientali del 2017.....	80
3.3.2 Confronto tra anni per <i>S. aurata</i>	86
3.3.3 Applicazione del modello dei giovanili di <i>P. flesus</i> ai parametri ambientali del 2017	91
3.3.4 Confronto tra anni per <i>P. flesus</i>	94
4. CONCLUSIONI	97
BIBLIOGRAFIA	100
APPENDICE: STATISTICHE RELATIVE AI GLM APPLICATI SUI DATI DI DENSITÀ DI UOVA, LARVE E GIOVANILI	105

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

1.1 Premessa

Un aspetto cruciale della funzionalità ecologica degli ambienti lagunari è rappresentato dalla connettività mare-laguna ed in particolare dal mantenimento dei flussi di organismi dal mare alla laguna e viceversa (Gillanders, 2002; Gillanders *et al.*, 2003; Able, 2005; Herzka, 2005; Vasconcelos *et al.*, 2012). Un elemento del tutto significativo di questa connettività ecologica è rappresentato dalla componente dei “migratori marini” (Franzoi *et al.*, 2010), specie ittiche a riproduzione marina che compiono migrazioni periodiche fra l’ambiente marino e quello lagunare, in modo da sfruttare la grande disponibilità di risorse trofiche presenti negli ecosistemi costieri di transizione. Dopo la riproduzione in mare, le uova e le larve di queste specie arrivano sottocosta grazie al trasporto operato dalle correnti marine (Legget *et al.*, 1984; Miller *et al.*, 1984; Miller, 1988; Elliott e Hemingway, 2002). Questo ingresso di migratori giovanili all’interno degli ambienti acquatici di transizione è in genere legato al flusso di marea, anche se non si configura come un trasporto meramente passivo. Le larve possiedono infatti sia ritmi endogeni di comportamento che sistemi sensoriali precocemente funzionali in modo da percepire i “segnali” ambientali. Con il procedere dello sviluppo e all’aumentare delle dimensioni corporee, aumentano poi le capacità di nuoto che consentono agli individui di compiere spostamenti attivi. Una volta entrati all’interno degli ambienti di transizione, i migratori giovanili si insediano rapidamente negli habitat di basso fondale, dove la forza delle correnti di marea è molto minore, riducendo così il rischio di essere trasportati nuovamente in mare con il flusso della marea uscente (Bohelert e Mundy, 1987; Elliott e Hemingway, 2002). Dopo un periodo di crescita all’interno degli habitat di transizione, di durata variabile a seconda della specie, gli individui migrano in mare per reclutare nella popolazione adulta (Rossi, 1986). Gli ambienti acquatici di transizione rappresentano quindi habitat essenziali per le specie ittiche di migratori marini, svolgendo la funzione di aree elettive di nursery per gli stadi giovanili (Boesh e Turner, 1984; Deegan *et al.*, 2000; Elliott e Hemingway, 2002; Vasconcelos *et al.*, 2007, 2008). Gli habitat di estuario e di laguna offrono infatti ai giovani pesci condizioni e risorse vantaggiose in termini di sopravvivenza, accrescimento e sviluppo (Beck *et al.*, 2001; Elliott e Hemingway, 2002).

I giovani individui che ogni anno si distribuiscono sui bassi fondali della laguna di Venezia entrano in laguna attraverso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia. La presenza e l’abbondanza delle uova, delle larve e delle postlarve delle specie di migratori marini nelle aree lagunari prossime alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia è strettamente legata alla circolazione idraulica e alle condizioni chimico fisiche dell’acqua, essendo influenzata non solo dai flussi di marea, ma anche dai cambiamenti della configurazione (profilo, portata) o struttura (morfologia, scabrosità) delle bocche di porto. Per questo motivo, questa componente biotica rappresenta un adeguato bio-monitore della connettività fra mare e laguna, anche in relazione al futuro funzionamento delle paratie mobili.

L’attività di monitoraggio ha previsto campionamenti stagionali sia di ittioplancton che di giovanili in stazioni prefissate distribuite lungo degli ideali transekti mare-laguna. Inoltre, per due specie di migratori marini (l’orata *Sparus aurata* e la passera *Platichthys flesus*) sono state indagate le relazioni tra i principali parametri ambientali e le presenze di avannotti sui bassi fondali lagunari, mediante l’applicazione di modelli di distribuzione dell’habitat già sviluppati in studi precedenti (Zucchetta *et al.*, 2009, 2010; Cavraro *et al.*, 2017). Questi tipi di strumenti sono stati utilizzati come un’integrazione a supporto dell’interpretazione delle osservazioni raccolte in campo.

Il precedente triennio di monitoraggio (Studio B.6.72 B/9, B/10 e B/11) ha mostrato l’esistenza di una sostanziale connettività biologica tra mare costiero e laguna, con l’ingresso in laguna delle

uova e delle larve di taxa marini appartenenti ad otto famiglie di Teleostei. In particolare, i risultati dei primi tre cicli di monitoraggio hanno permesso:

- di confermare l'importanza della componente ittica dei migratori marini per valutare la connettività mare-laguna;
- di individuare nel periodo che va dal tardo autunno alla primavera quello caratterizzato dalle maggiori presenze degli stadi iniziali di vita di migratori marini, sia in termini di numero di specie che di densità osservate.

1.2 Struttura e obiettivi dello studio

In modo del tutto simile a quanto fatto nel precedente ciclo di monitoraggio (Studio B.6.72 B/11), per il secondo anno consecutivo anche nel presente studio l'attività di monitoraggio di uova, larve, postlarve e giovanili di pesci è stata effettuata alla scala dell'intero bacino lagunare, per i seguenti motivi:

- l'elevato stato di avanzamento dei lavori in tutte e tre le bocche di porto lagunari, che prefigura una situazione di "stato quasi zero" a livello dell'intero bacino lagunare, prima dell'entrata in funzione a regime del sistema di paratie mobili;
- i tre sottobacini lagunari in cui è suddivisa la laguna di Venezia, che sono influenzati rispettivamente dalle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, si differenziano marcatamente tra di loro in termini di caratteristiche idrodinamiche, morfologiche, biologiche e per quanto concerne le pressioni antropiche che su di essi insistono (Molinarioli *et al.*, 2009; Solidoro *et al.*, 2004; 2010). Per poter quindi considerare l'intero spettro della variabilità ambientale presente all'interno dell'ecosistema lagunare veneziano, risulta quindi fondamentale estendere la valutazione della connettività mare-laguna e della funzione di nursery svolta dagli habitat di basso fondale nei confronti della fauna ittica, alla scala dell'intero bacino lagunare.

Nei primi due anni di monitoraggio (Studi B.6.72 B/9-B/10), invece, le attività sono state concentrate nel solo bacino afferente la bocca di porto di Lido; questa prima parte di monitoraggi presenta, con l'attuale, differenze non solo spaziali ma anche temporali.

Il monitoraggio ha previsto 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 l'effettuazione di 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 l'effettuazione di un ciclo di campionamenti su basso fondale utilizzando come strumento campionario 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 l'effettuazione di un ciclo di campagne di rilevamento di parametri chimico-fisici condotte sull'intero bacino lagunare.

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

Il periodo di monitoraggio, differente per le diverse componenti biologiche studiate, è lo stesso di quello del precedente ciclo di monitoraggio (B/11):

- 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 rilevamenti dei parametri chimico-fisici finalizzati all'applicazione dei modelli di distribuzione dell'habitat per l'orata e la passera.

Le attività sono state indirizzate principalmente a:

- a. 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;
- b. definire un set di indicatori quantitativi, in grado di supportare eventuali attività di mitigazione o comunque necessari per la gestione futura del sistema lagunare.

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 permetterà, 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.

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 l'anno scorso, le attività di monitoraggio sono state condotte in tutti e tre i 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 tre distinte attività di campionamento: la raccolta di campioni di ittioplancton (uova e larve) con bongo net in mare ed in zone lagunari di canale, la raccolta di campioni di fauna ittica allo stadio postlarvale e giovanile con sciabica sia in aree marine che lagunari di basso fondale e la raccolta di parametri chimico-fisici per l'applicazione dei modelli di distribuzione. Le modalità di campionamento sono state standardizzate per garantire i confronti nello spazio e nel tempo. Di seguito viene riportato il dettaglio delle attività svolte.

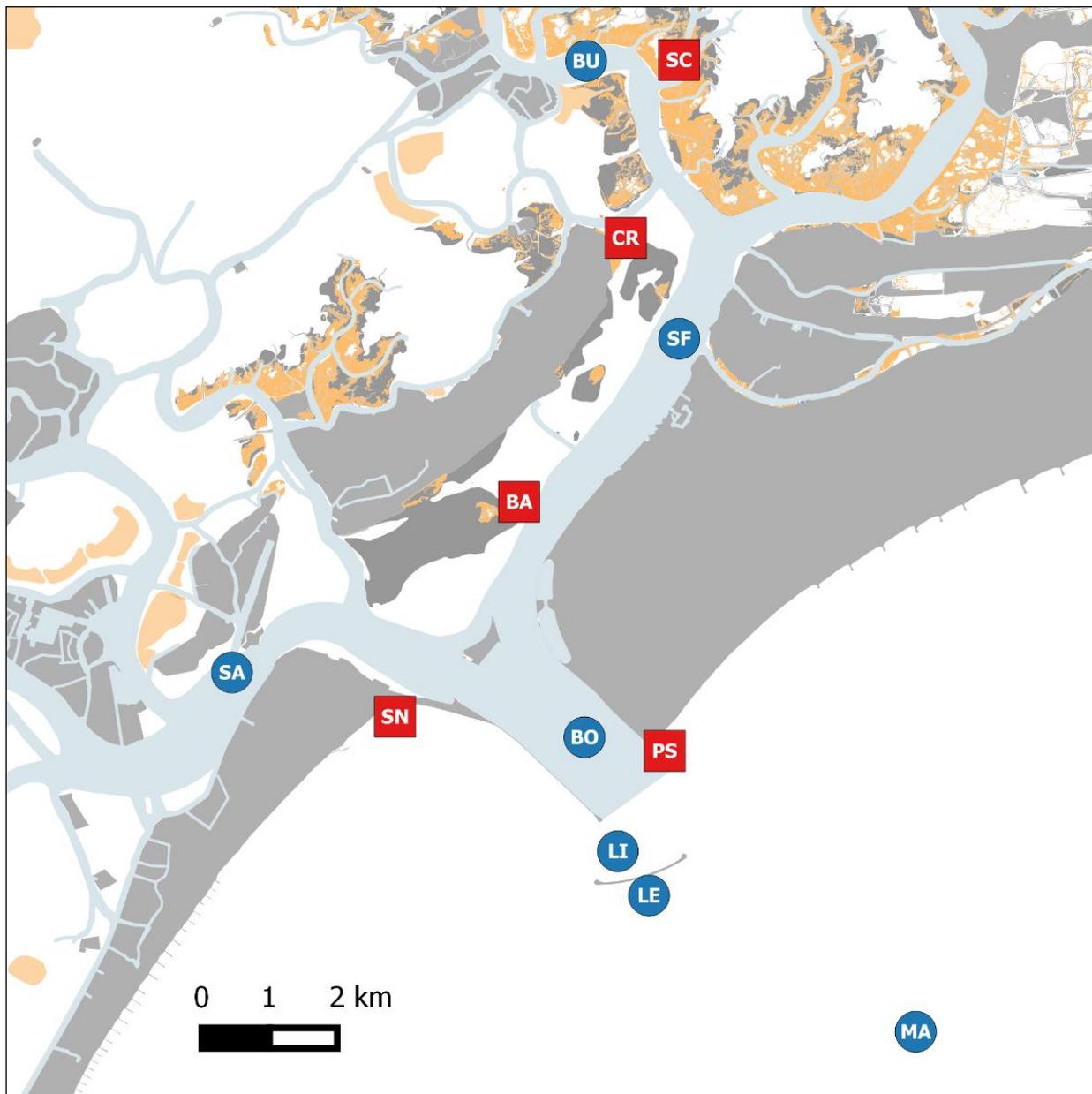


Figura 1. Ubicazione delle stazioni di campionamento con bongo net (in blu) e con sciabica (in rosso) nell'area della bocca di porto di Lido, laguna nord.

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

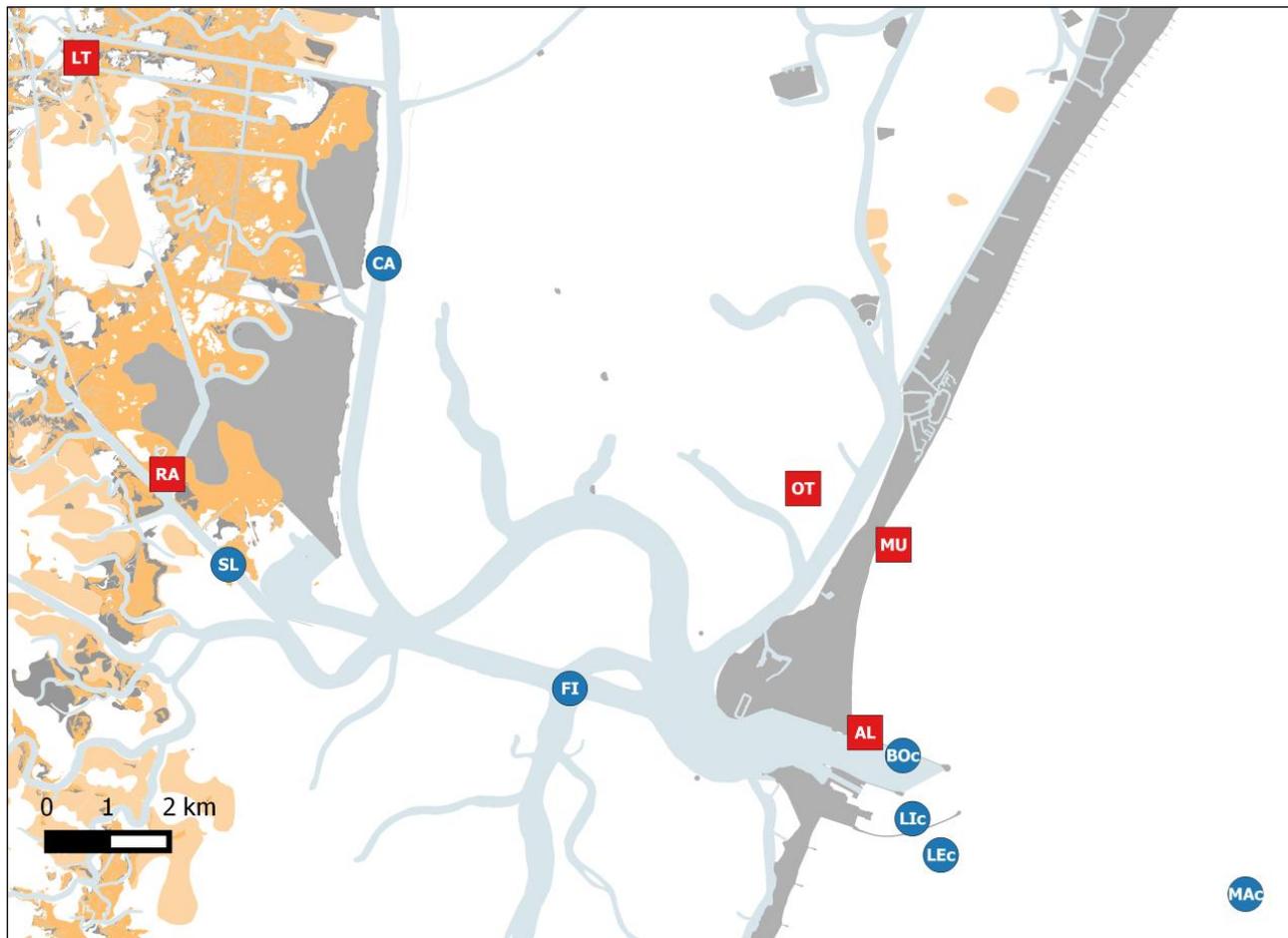


Figura 2. Ubicazione delle stazioni di campionamento con bongo net (in blu) e con sciabica (in rosso) nell'area della bocca di porto di Malamocco, laguna centrale.

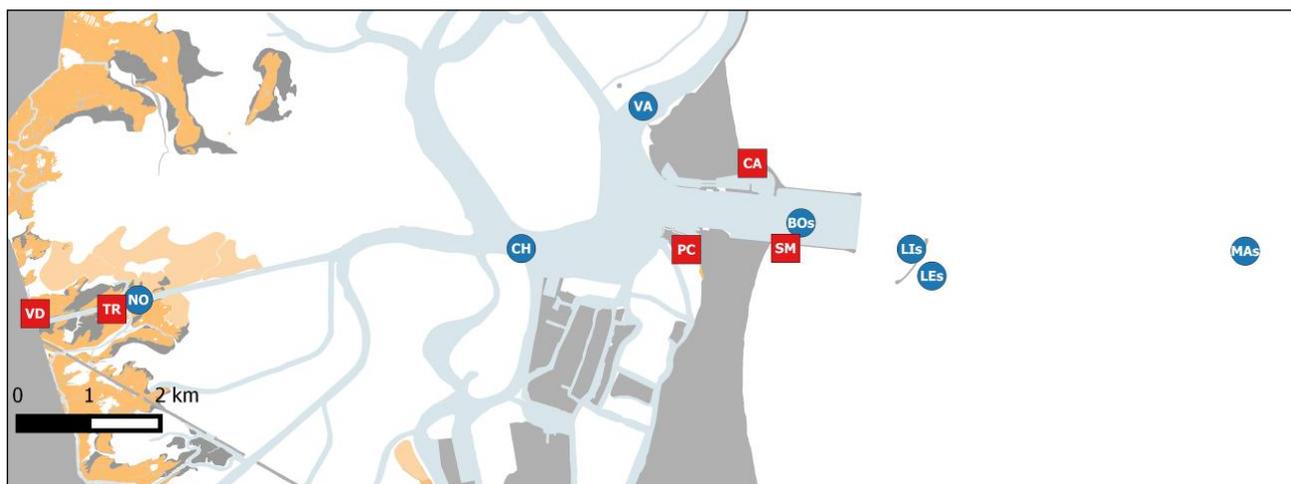


Figura 3. Ubicazione delle stazioni di campionamento con bongo net (in blu) e con sciabica (in rosso) nell'area della bocca di porto di Chioggia, laguna sud.

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

2.1.1 *Ittioplancton*

Sono stati individuati degli ideali transetti mare-laguna attraverso le tre bocche di porto; lungo ognuno dei tre transetti così individuati sono state collocate sette stazioni di campionamento, tre in mare, in prossimità della bocca di porto, una all'interno della bocca stessa e tre 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 campionate l'anno scorso (Studio B.6.72 B/11). Da novembre 2016 a marzo 2017 sono state condotte, in ogni transetto, quattro campagne giornaliere di campionamento (tab. 2).

Tabella 1. Coordinate delle stazioni di campionamento campionate con bongo net. deg = gradi (WGS84).

Sottobacino	Stazione	X_deg	Y_deg
Nord	MA	12,4690	45,3981
	LE	12,4336	45,4108
	LI	12,4295	45,4150
	BO	12,4251	45,4256
	SA	12,3783	45,4316
	SF	12,4376	45,4628
	BU	12,4253	45,4887
Centrale	MA	12,3871	45,3207
	LE	12,3422	45,3248
	LI	12,3380	45,3286
	BO	12,3366	45,3352
	FI	12,2876	45,3422
	SL	12,2373	45,3552
	CA	12,2602	45,3867
Sud	MA	12,3630	45,2286
	LE	12,3234	45,2264
	LI	12,3208	45,2288
	BO	12,3069	45,2312
	VA	12,2870	45,2416
	CH	12,2716	45,2289
	NO	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	02/12/2016	30/11/2016	01/12/2016
2	30/01/2017	27/01/2017	28/01/2017
3	27/02/2017	28/02/2017	01/03/2017
4	29/03/2017	30/03/2017	28/03/2017

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 (Smith e Richardson, 1977) (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

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

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 uno e due 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 Popolazione ittica di basso fondale

In ognuno dei tre sottobacini sono state individuate cinque stazioni di campionamento in aree di basso fondale (colonna d'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 corrispondono a quelle identificate nello Studio B/11. In ogni sottobacino sono state effettuate tre campagne giornaliere di campionamento, da marzo a maggio 2017 (tab. 4).

Tabella 3. Coordinate delle stazioni di campionamento campionate con sciabica. deg = gradi (WGS84).

Sottobacino	Stazione	X_deg	Y_deg
Nord	PS	12,4357	45,4243
	SN	12,4000	45,4275
	BA	12,4164	45,4476
	CR	12,4305	45,4722
	SC	12,4376	45,4888

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

Sottobacino	Stazione	X_deg	Y_deg
Centrale	AL	12,3310	45,3376
	MU	12,3352	45,3573
	OT	12,3219	45,3632
	RA	12,2283	45,3646
	LT	12,2156	45,4082
Sud	SM	12,3049	45,2289
	CA	12,3007	45,2365
	PC	12,2924	45,2288
	TR	12,2200	45,2234
	VD	12,2103	45,2230

Tabella 4. Date di campionamento per le attività di raccolta di post-larve e giovanili con sciabica.

Campagna	Bocca di Lido	Bocca di Malamocco	Bocca di Chioggia
1	09/03/2017	06/03/2017	08/03/2017
2	23/03/2017	20/03/2017	21/03/2017
3	03/05/2017	05/05/2017	02/05/2017

I campioni di ittiofauna sono stati raccolti utilizzando 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.



Figura 6. Fasi di campionamento con sciabica.

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

Durante ogni 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, tolti dal congelatore, sono stati scongelati a circa 6°C per 24 ore. 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 ($\pm 0,01$ g oppure $\pm 0,001$ g). Per ogni taxon sono state poi effettuate misure di lunghezza (Lunghezza Totale, LT, e Lunghezza Standard, LS, ± 1 mm oppure $\pm 0,1$ mm) e peso umido ($\pm 0,01$ g oppure $\pm 0,001$ g) degli 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.

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 durante ogni campionamento della fauna ittica sono stati anche filtrati 200 ml di acqua su filtri Whatman GF/F di 47 mm di diametro per la successiva determinazione, in laboratorio, della concentrazione di clorofilla totale, secondo il metodo di Lorenzen (1966) utilizzando il fluorimetro Trylogy® Laboratory Fluorometer.

Durante l'ultima campagna di raccolta degli individui giovanili, in tutte le 15 stazioni campionate con sciabica, sono stati raccolti campioni di sedimento con un carotiere manuale (carote con diametro di 3 cm), sui quali è stata poi determinata la granulometria (% di sabbia), con il metodo proposto da Sfriso *et al.* (2003), ed il contenuto percentuale di sostanza organica (± 0.01 mg), con il metodo proposto da Heiri *et al.* (2001).

Nel periodo marzo-aprile 2017 (tab. 5) sono state inoltre effettuate cinque campagne di rilevamento dei parametri ambientali, seguendo il protocollo precedentemente descritto, in 37 stazioni distribuite sull'intero bacino lagunare (fig. 7) e coincidenti con quelle campionate l'anno precedente. Queste campagne sono state progettate per allestire un database con una adeguata copertura spaziale per l'applicazione dei modelli di distribuzione spaziale per orata e passera.

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

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

Campagna	Data
1	10/03/2017
2	17/03/2017
3	27/03/2017
4	11/04/2017
5	19/04/2017

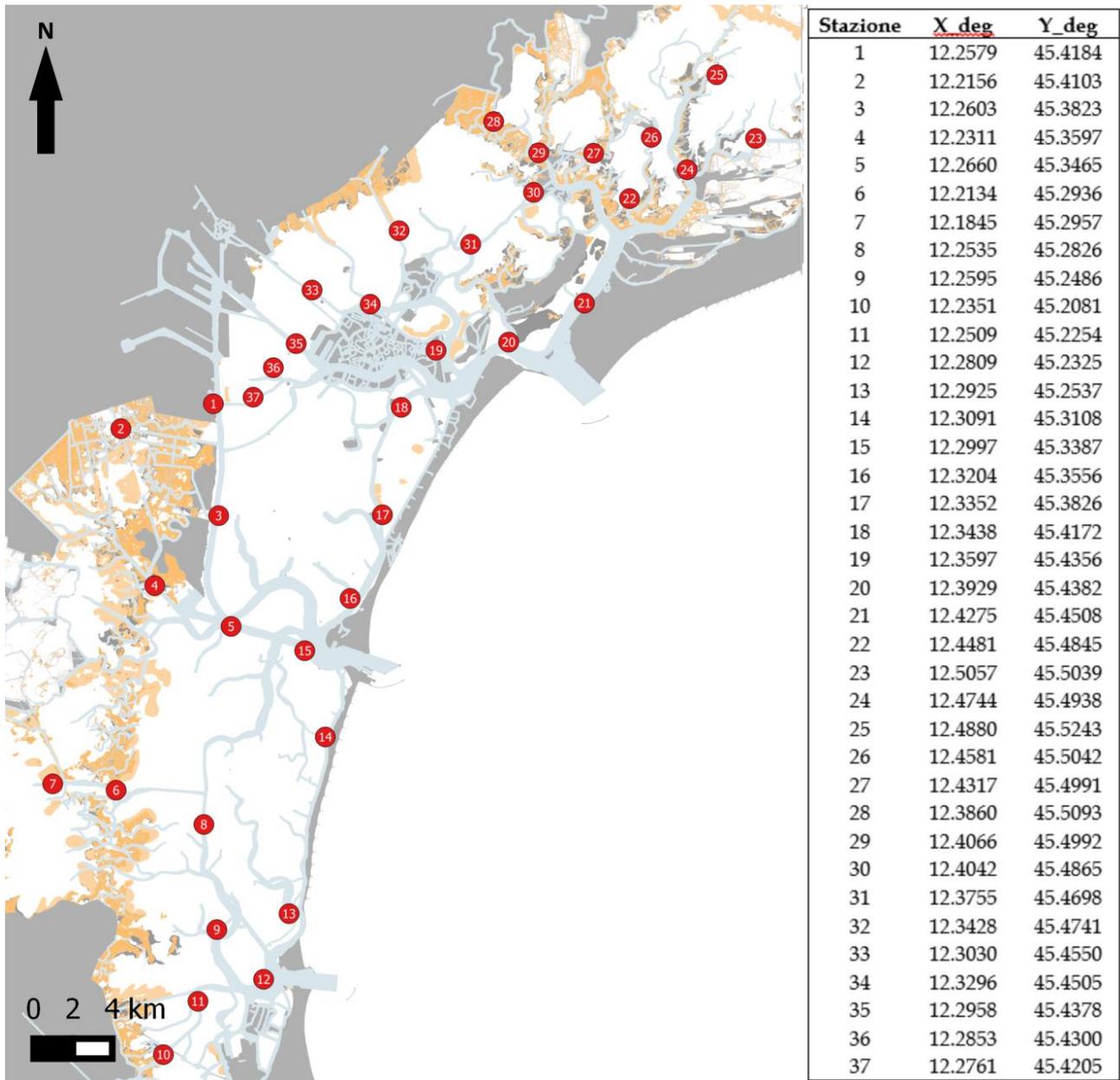


Figura 7. Mappa e coordinate dei siti di campionamento dei parametri ambientali per l'applicazione dei modelli di distribuzione. deg = gradi (WGS84).

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 e B/11), 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 due fattori basati su GLM (Generalised Linear Models) con famiglia binomiale negativa, testando l'effetto dell'esclusione dei fattori (test chi-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. 6). Successivamente sono state anche testate le differenze con il precedente anno di monitoraggio (B/11). 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. 7).

Tabella 6. Monitoraggio dell'ittioplancton: classificazione delle stazioni sulla base della posizione rispetto alla bocca di porto.

sottobacino nord		sottobacino centrale		sottobacino sud	
posizione	stazione	posizione	stazione	posizione	stazione
mare	MAn	mare	MAc	mare	MAs
mare	LEn	mare	LEc	mare	LEs
mare	LIn	mare	Llc	mare	Lls
bocca	BOn	bocca	BOc	bocca	BOs
laguna	SA	laguna	FI	laguna	VA
laguna	SF	laguna	SL	laguna	CH
laguna	BU	laguna	CA	laguna	NO

Tabella 7. Monitoraggio degli individui campionati con sciabica: classificazione delle stazioni sulla base della posizione rispetto alla bocca di porto.

sottobacino nord		sottobacino centrale		sottobacino sud	
posizione	stazione	posizione	stazione	posizione	stazione
mare	PS	mare	AL	mare	CA
mare	SN	mare	MU	mare	SM
laguna	BA	laguna	OT	laguna	PC
laguna	CR	laguna	RA	laguna	TR
laguna	SC	laguna	LT	laguna	VD

Per quantificare sinteticamente il grado di connettività mare-laguna è stato utilizzato l'indice di colonizzazione delle acque lagunari I_c (PROVV.OO.PP.-CORILA, 2014-2016),

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

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

dove $DENS_L$ rappresenta la densità di organismi 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 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 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.

2.2.2 Modelli di distribuzione dell'habitat

Per valutare l'idoneità potenziale delle aree lagunari di basso fondale 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 2017, coerentemente con le campagne di rilievo dei giovanili (tab. 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 2001-2012. Per poter valutare questa situazione di riferimento, è stato utilizzato un data-base ottenuto integrando serie di dati raccolti in precedenti cicli di monitoraggio e provenienti da diverse fonti (tab. 8). Inoltre, essendo quello descritto in questo rapporto il secondo anno di monitoraggio effettuato a scala dell'intero bacino lagunare, sono riportati i confronti con i risultati registrati nella precedente fase di questo studio (PROVV.OO.PP.-CORILA, 2016). Per valutare le capacità predittive dei modelli impiegati, sono state confrontate le predizioni ottenute usando i dati dei parametri ambientali raccolti durante le campagne di monitoraggio dei giovanili e confrontandoli con le presenze effettivamente registrate. Le capacità predittive sono state valutate usando la statistica AUC (Area Under the receiver operator Curve), seguendo le indicazioni di Fielding & Bell, 1997.

I confronti sono stati effettuati:

- a) Paragonando qualitativamente le mappe di probabilità di presenza nei diversi periodi.
- b) Testando quantitativamente le differenze delle probabilità di presenza registrate nelle stazioni di monitoraggio dei parametri ambientali tramite analisi ANOVA. In particolare sono stati considerati i confronti tra bacini e tra campagne nel 2017 (two-way ANOVA), tra bacini e tra mesi nel 2017 (two-way ANOVA) e tra bacini, mesi e anni nel confronto tra il 2016 e il 2017 (three-way ANOVA). Gli effetti significativi sono stati indagati con il test post hoc di Tukey.
- c) Osservando le mappe che riportano le differenze di probabilità tra periodi diversi. Queste sono mappe di differenza di probabilità di presenza tra marzo 2017 e 2016 e tra aprile 2017 e 2016 e mappe di anomalia di probabilità per marzo 2017 e aprile 2017. Queste ultime descrivono la

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

differenza di probabilità di presenza media stimata per uno dei mesi di questa fase dello studio rispetto alla probabilità di presenza media registrata nello stesso mese del periodo compreso tra il 2001 e il 2012.

Tabella 8. Fonti dei dati utilizzati per l'allestimento del database ambientale.

Fonte - progetto	Frequenza	Periodo	N° stazioni
MAG. ACQUE Sezione Anti Inquinamento - Stazioni periodiche SAMA	mensile	2005-2008	18
MAG. ACQUE Sezione Anti Inquinamento - Monitoraggio continuo rete SAMANET	semioraria	2004-2012	10
MAG. ACQUE - CVN Progetto MELa 1	mensile	2001-2003	30
MAG. ACQUE - CVN Progetto MELa 3	mensile/quindicinale	2004-2005	23
MAG. ACQUE - CVN Progetto MELa 4	mensile/quindicinale	2007-2009	15
UniVe DAIS - CEMAS	mensile	2009-2010	38
PROVV.OO.PP.-CORILA, 2016	circa ogni 10 gg, tra febbraio e aprile 2016	2016	37

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Monitoraggio dell'ittioplancton

L'analisi dei parametri ambientali rilevati durante i campionamenti con bongo net (tab. 9) ha evidenziato pattern generalmente confrontabili in tutte e tre le bocche di porto, anche se con alcune eccezioni.

La temperatura mostra il normale andamento stagionale, con i valori minimi osservati a fine gennaio (II campagna). Da un punto di vista spaziale, invece, si osserva l'inversione dell'andamento lungo il gradiente mare-laguna nel corso delle quattro campagne; le stazioni più interne dei tre transetti mostrano infatti valori più bassi rispetto al mare nel tardo autunno (I campagna) e a fine gennaio (II campagna), mentre all'inizio e alla fine di marzo (III e IV campagna) evidenziano valori più elevati.

La concentrazione di ossigeno disciolto e di clorofilla seguono il medesimo andamento stagionale, coerentemente con la ripresa della produzione primaria sia in mare che in laguna. Per l'ossigeno disciolto, da un punto di vista spaziale, si osserva in genere una diminuzione dei valori di concentrazione procedendo dal mare verso le aree più interne alla laguna.

Anche la salinità mostra, in linea generale, una diminuzione lungo il gradiente mare-laguna, con valori confrontabili tra i tre sottobacini, ad eccezione del sottobacino sud durante la II campagna, che presenta mediamente una salinità marcatamente inferiore ai sottobacini nord e centrale.

La torbidità, al contrario, aumenta lungo il gradiente bocca di porto-gronda lagunare, in particolare nel sottobacino centrale durante le prime due campagne.

Tabella 9. Parametri ambientali registrati nelle 21 stazioni campionate con bongo net durante le 4 campagne, suddivisi per sottobacino lagunare.

Temperatura (° C)

sottobacino nord							
campagna	MAn	LEn	LIn	BOn	SA	SF	BU
I	12.68	12.82	13.43	13.01	12.31	12.78	10.96
II	5.41	5.29	5.41	5.17	4.80	5.14	4.54
III	8.43	8.34	8.40	8.32	8.34	8.40	8.49
IV	12.68	12.31	12.43	12.65	12.20	13.19	14.10
sottobacino centrale							
campagna	MAc	LEc	Llc	BOc	FI	SL	CA
I	12.37	12.62	12.94	12.83	12.81	10.85	10.49
II	6.65	5.93	5.62	5.82	5.70	4.32	4.05
III	8.53	8.47	8.74	8.57	8.91	9.20	9.76
IV	13.04	12.47	11.99	12.35	12.31	13.76	14.44
sottobacino sud							
campagna	MAs	LEs	Lls	BOs	VA	CH	NO
I	12.74	13.24	13.15	14.06	13.35	13.54	8.73
II	5.63	5.61	5.95	5.95	5.87	5.94	2.23
III	8.72	8.75	8.64	8.60	8.47	8.65	9.26
IV	12.12	12.16	12.17	11.90	11.90	12.02	13.21

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

Salinità (psu)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	39.94	39.53	40.79	39.90	39.39	39.33	36.66
II	39.50	41.00	41.00	40.00	40.00	40.50	39.50
III	37.54	37.88	37.45	37.18	36.52	37.26	35.49
IV	36.79	37.04	37.14	37.20	37.51	36.19	34.40
sottobacino centrale							
campagna	MA _c	LE _c	LI _c	BO _c	FI	SL	CA
I	36.01	35.80	38.02	37.38	37.50	36.26	35.09
II	44.10	42.20	41.77	42.10	41.86	40.55	38.57
III	38.13	37.52	36.95	37.20	36.25	34.36	34.66
IV	36.54	36.30	37.53	36.75	36.96	35.73	34.93
sottobacino sud							
campagna	MA _s	LE _s	LI _s	BO _s	VA	CH	NO
I	37.46	37.69	38.94	40.99	39.04	39.50	33.19
II	36.50	34.50	35.00	35.00	33.00	34.00	30.00
III	37.49	37.62	38.35	37.65	38.34	37.52	26.88
IV	35.97	35.64	35.66	36.07	36.19	35.95	30.40
Ossigeno disciolto (% saturazione)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	89.26	88.26	86.66	90.74	84.67	89.89	92.21
II	78.51	79.85	77.57	77.80	80.68	77.30	78.66
III	98.26	92.41	96.06	95.53	95.40	95.73	98.28
IV	103.54	100.97	102.95	100.98	102.09	95.44	89.89
sottobacino centrale							
campagna	MA _c	LE _c	LI _c	BO _c	FI	SL	CA
I	87.83	89.54	86.68	91.70	93.91	89.52	89.74
II	81.78	81.53	80.31	85	80.21	81.33	80.79
III	99.79	99.58	97.08	96.96	94.63	97.01	95.10
IV	118.33	119.81	111.38	114.32	110.39	109.94	107.60
sottobacino sud							
campagna	MA _s	LE _s	LI _s	BO _s	VA	CH	NO
I	90.32	85.13	86.62	87.15	89.69	89.70	87.32
II	85.09	80.10	80.12	80.88	78.58	80.04	79.2
III	98.93	96.21	96.38	97.55	94.52	91.39	76.46
IV	107.13	109.78	105.97	104.44	105.07	105.38	86.21
Torbidità (ftu)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	2.27	2.30	2.70	2.82	4.14	3.79	4.46
II	1.93	3.34	3.20	5.26	6.32	6.59	6.08
III	3.98	7.70	7.19	10.92	11.74	12.65	10.81
IV	1.18	0.67	1.68	1.36	2.92	6.90	10.76
sottobacino centrale							
campagna	MA _c	LE _c	LI _c	BO _c	FI	SL	CA
I	6.46	5.25	9.32	6.86	9.27	12.81	22.25
II	1.37	6.74	8.30	7.93	12.09	20.27	13.98
III	3.38	3.43	4.02	3.67	5.14	5.67	16.26

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

IV	0.56	0.14	1.98	0.75	1.65	6.47	5.62
sottobacino sud							
campagna	MAs	LEs	LIs	BOs	VA	CH	NO
I	2.48	4.78	4.56	3.53	4.26	4.97	5.20
II	2.20	3.14	3.08	3.20	3.51	3.65	3.8
III	2.47	3.30	6.58	4.79	6.37	6.32	8.43
IV	0.29	1.22	3.70	4.67	1.09	3.94	5.15
Clorofilla ($\mu\text{g L}^{-1}$)							
sottobacino nord							
campagna	MA _n	LE _n	LI _n	BO _n	SA	SF	BU
I	1.02	0.89	0.80	0.92	0.80	0.96	0.57
II	0.43	0.44	0.43	0.46	0.47	0.45	0.32
III	1.15	1.47	1.20	1.16	1.45	1.24	1.25
IV	1,80	1,63	1,37	1,08	1,77	1,49	1,61
sottobacino centrale							
campagna	Mac	LE _c	LI _c	BO _c	FI	SL	CA
I	1.51	1.49	1.38	1.08	1.40	1.22	1.67
II	0.49	0.69	0.50	0.46	0.39	1.00	0.79
III	0.76	1.03	0.60	1.03	0.92	1.19	1.55
IV	2,37	2,32	1,70	1,74	1,97	1,50	1,39
sottobacino sud							
campagna	MAs	LEs	LIs	BOs	VA	CH	NO
I	0.84	0.78	0.96	0.76	0.55	0.98	1.10
II	0.18	0.24	0.17	0.19	0.25	0.24	0.33
III	1.15	1.07	1.33	0.96	1.23	1.02	1.27
IV	2,62	2,35	2,50	2,79	2,38	2,60	2,60

L'ordinamento dei campioni mediante analisi delle componenti principali (PCA) ha permesso di spiegare, nel complesso, il 72% della varianza dei dati ambientali, senza evidenziare differenze marcate fra i tre sottobacini (fig. 8). Ad influenzare l'ordinamento delle osservazioni sono invece la componente temporale, lungo l'asse orizzontale, e quella spaziale del gradiente mare-laguna, lungo l'asse verticale. Le campagne risultano infatti relativamente ben distinguibili (fig. 8), anche se la I e la III si raggruppano insieme nel centro del grafico. Il primo asse (PC1, che spiega il 50% della varianza) è dunque associato alle differenze stagionali tra le quattro campagne, mostrando di essere influenzato dalle variazioni di temperatura, ossigeno disciolto e clorofilla; questi tre parametri, infatti, mostrano lo stesso andamento stagionale, con i valori minimi registrati durante la II campagna, seguiti da un progressivo aumento durante la III e la IV. Il secondo asse (PC2, che spiega il 22% della varianza) è invece legato maggiormente alla variabilità spaziale tra le stazioni, risultando influenzato essenzialmente dalla salinità e dalla torbidità ed evidenziando, dall'alto verso il basso, il gradiente mare-laguna. Procedendo dal mare verso la gronda lagunare si osserva, generalmente, una diminuzione della salinità e un aumento della torbidità. Anche se all'interno di ciascuna campagna si possono abbastanza chiaramente distinguere i tre sottobacini, le differenze tra questi risultano comunque di minore entità rispetto a quelle tra campagne.

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

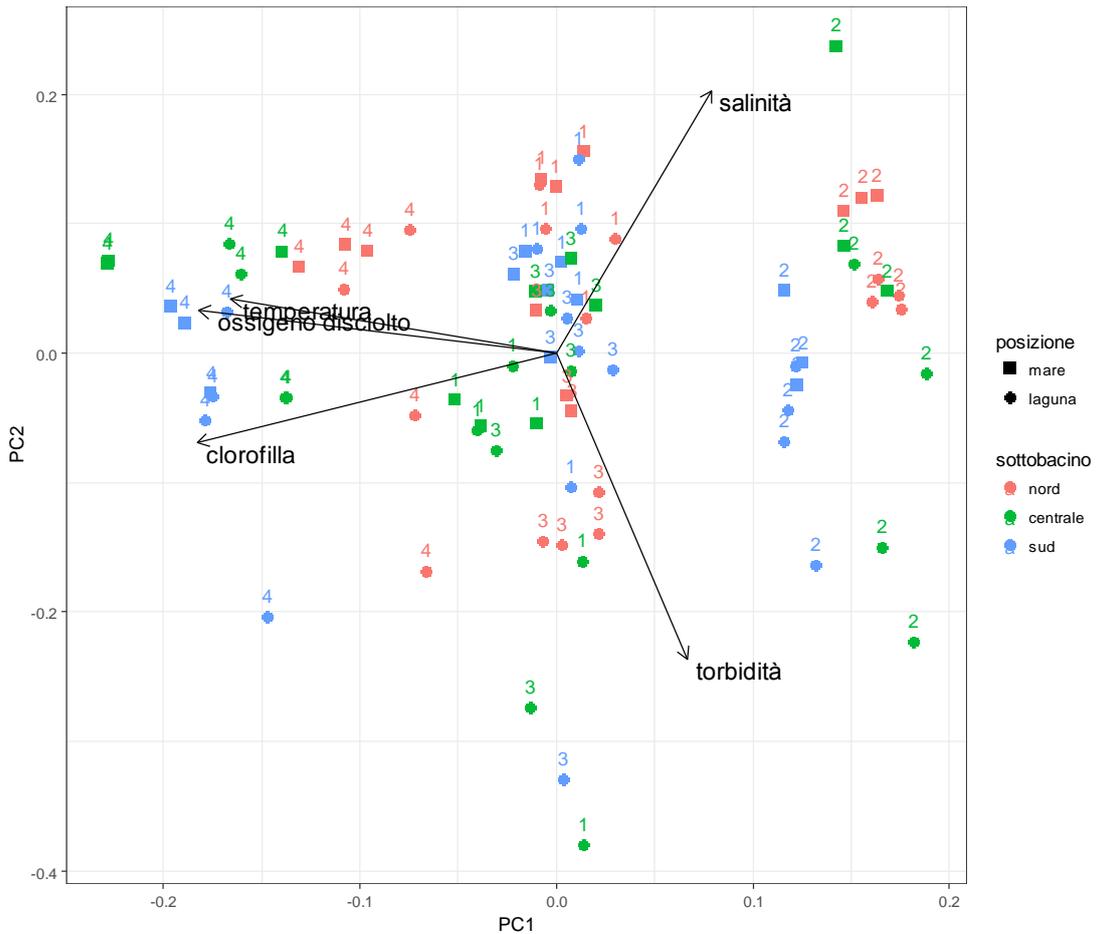


Figura 8. Ordinamento mediante PCA delle stazioni di campionamento di uova e larve basato sui parametri ambientali registrati durante i campionamenti. I numeri accanto ai simboli indicano la campagna.

Nei campioni di ittioplancton analizzati sono state rinvenute nel complesso 17 taxa appartenenti a 14 famiglie di teleostei (tab. 10). Di questi taxa, quattro sono stati rinvenuti solo allo stadio di uovo (*Bothidae* n.i., *Callionymidae* n.i., *Engraulis encrasicolus*, *Echiichthys vipera*), cinque solo allo stadio di larva (*Arnoglossus* n.i., *Gobiidae* n.i., *Merluccius merluccius*, *Scophthalmidae* n.i. e *Sparidae* n.i.), mentre per otto taxa sono state rinvenute sia uova che larve (*Sardina pilchardus*, *Sprattus sprattus*, *Gadidae* n.i., *Gaidropsarus* n.i., *Dicentrarchus labrax*, *Platichthys flesus*, *Buglossidium luteum*, *Solea solea*) (tab. 10).

In termini di numero di taxa rinvenuti, il gruppo funzionale più rappresentato è risultato essere quello dei marini occasionali, con 10 taxa, seguito dai migratori marini con sei taxa e dai residenti lagunari con un solo taxon.

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

Tabella 10. 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	Guild	Stadio		Sigla
			Uovo	Larva	
Bothidae	<i>Arnoglossus</i> n.i.	ms		X	ARNni
	Bothidae n.i.	ms	X		BOTni
Callionymidae	Callionymidae n.i.	ms	X		CALni
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	mm	X	X	SPI
	<i>Sprattus sprattus</i>	mm	X	X	SSP
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	mm	X		EEN
Gadidae	Gadidae n.i.	ms	X	X	GADni
Gobiidae	Gobiidae n.i.	r		X	GOBni
Lotidae	<i>Gaidropsarus</i> n.i.	ms	X	X	GALni
Merluccidae	<i>Merluccius merluccius</i>	ms		X	MME
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mm	X	X	DLA
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	mm	X	X	PFL
Scophthalmidae	Scophthalmidae n.i.	ms		X	SCONi
Sparidae	Sparidae n. i.	ms		X	SPANi
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	ms	X	X	BLU
	<i>Solea solea</i>	mm	X	X	SSO
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	ms	X		EVI

In termini di composizione percentuale (calcolata sulle densità medie per sottobacino e per campagna) del popolamento rappresentato dalle sole uova (fig. 9), si osserva, in tutti e tre i sottobacini lagunari, un popolamento dominato da taxa migratori marini nelle prime due campagne. Unica eccezione la I campagna del bacino centrale, dove il contributo percentuale dei taxa marini occasionali raggiunge il 70%. I taxa marini occasionali risultano invece più abbondanti durante la III e IV campagna. Tra i migratori marini, si nota una successione temporale tra le differenti specie, con la I campagna dominata dalla sardina e la seconda dallo spratto. Significativo risulta essere anche il contributo della passera, nel sottobacino centrale durante la II campagna e nei sottobacini nord e sud durante la III, e della spigola, nel sottobacino sud durante la III campagna.

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

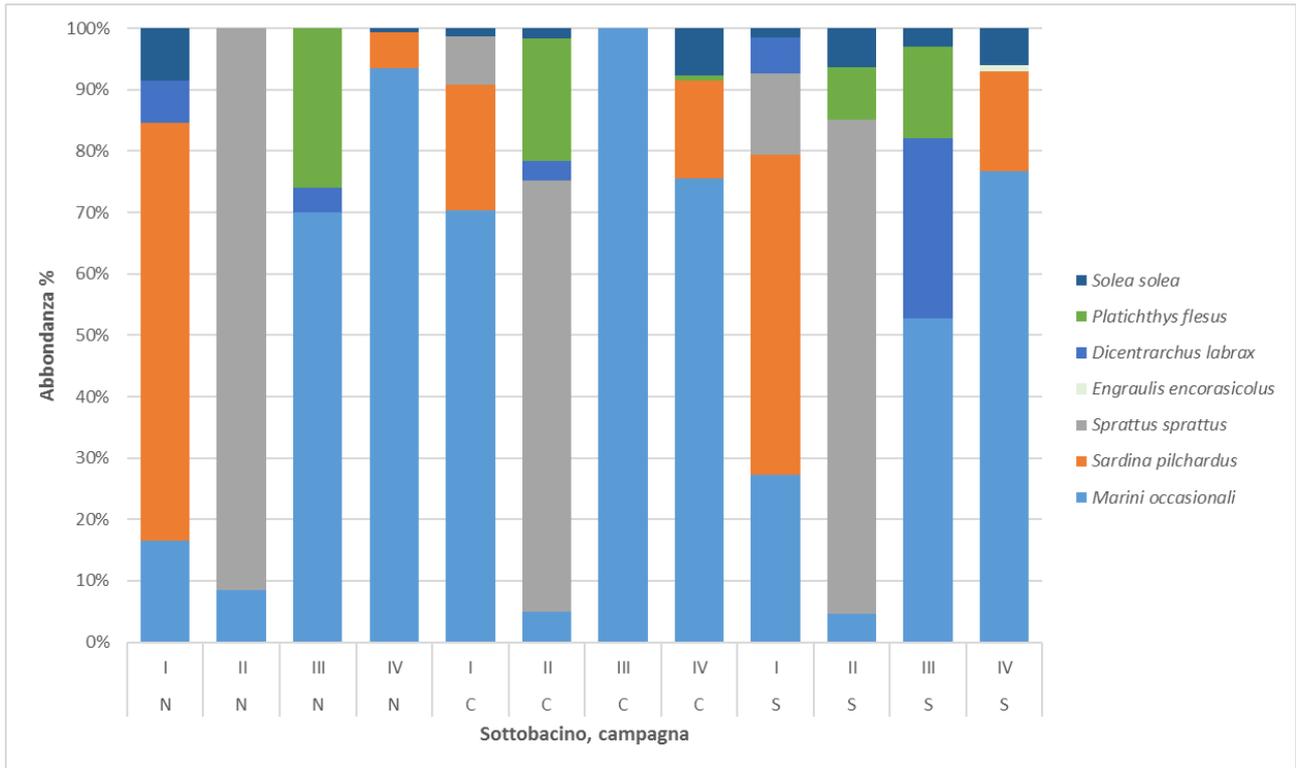


Figura 9. Ittioplancton - sole uova: Abbondanze percentuali calcolate sulle densità medie totali di uova per campagna, separatamente per sottobacino (C = sottobacino centrale; N = sottobacino nord; S = sottobacino sud).

Nella figura 10 vengono mostrate le differenze di composizione percentuale (calcolata sulle densità medie per stazione) del popolamento ittioplanctonico (sole uova) relativamente all'intero periodo di monitoraggio. Le tre stazioni più interne (BU, CA e NO) sono dominate da specie marine migratrici, e in particolare dalla sardina. I taxa migratori, soprattutto sardina e spratto, sono dominanti anche nella stazione MA dei sottobacini centrale e sud. Lungo il gradiente mare-laguna, mentre nei sottobacini nord e centrale risultano percentualmente più abbondanti i taxa marini occasionali (ad eccezione di BOC), nel sottobacino sud si osserva un aumento del contributo percentuale di specie marine migratrici spostandosi dalle stazioni in lunata verso la gronda lagunare.

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



Figura 10. Ittioplancton - sole uova: Abbondanze percentuali calcolate sulle densità medie totali di uova per stazione di campionamento, separatamente per sottobacino.

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

Al contrario di quanto osservato per le uova (fig. 9), nel caso delle larve (fig. 11) il contributo percentuale dei taxa marini occasionali è del tutto marginale. Con un pattern sostanzialmente simile fra i tre sottobacini, la comunità ittioplanctonica allo stadio larvale risulta dominata dalla sardina durante la prima campagna, dallo spratto durante la II e III e dai gobidi durante la IV campagna. La presenza di una significativa quota di larve di gobidi durante la I campagna nel sottobacino sud potrebbe essere attribuita al reclutamento di *Pomatoschistus minutus*, che inizia a riprodursi già nel tardo autunno. Alcune differenze si osservano comunque nel sottobacino centrale, dove durante la I campagna l'abbondanza percentuale della sardina non è dominante, ma risulta confrontabile con quella della sogliola e dello spratto.

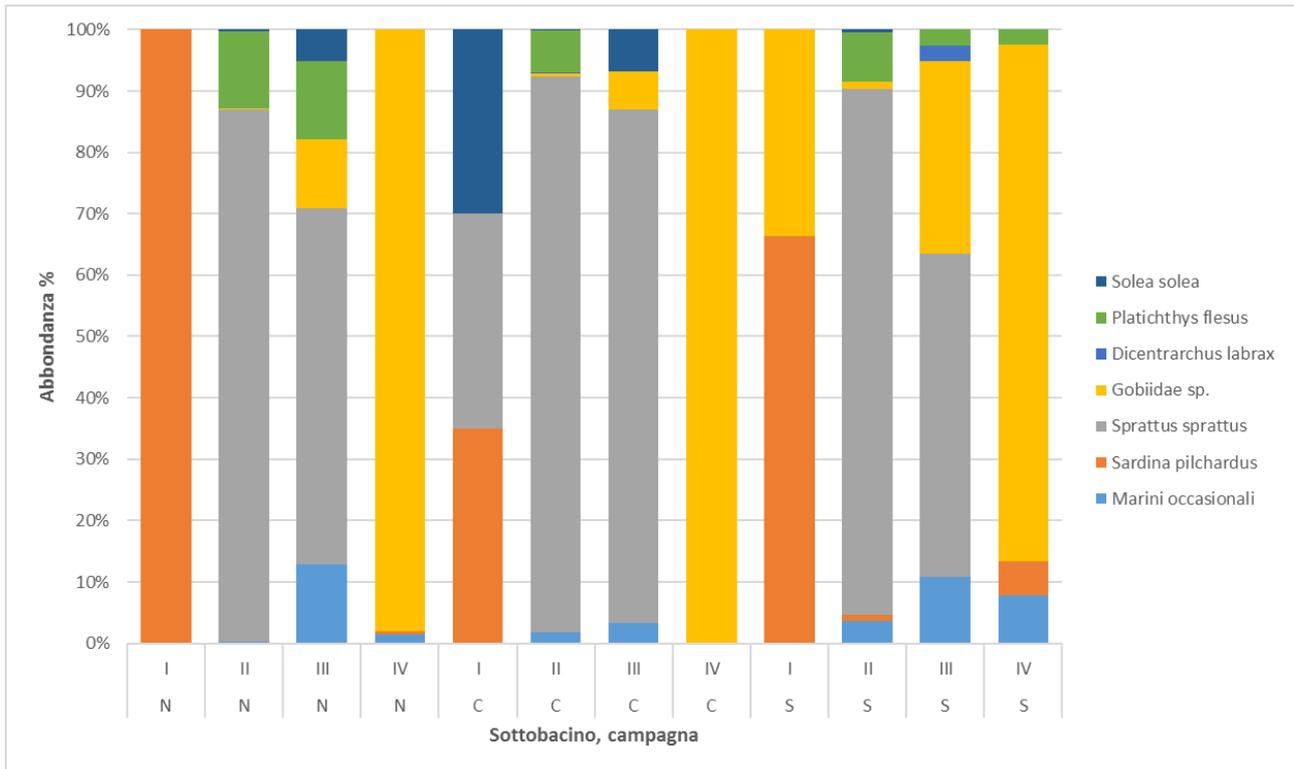


Figura 11. Ittioplancton - sole larve: Abbondanze percentuali calcolate sulle densità medie totali di larve per campagna, separatamente per sottobacino (C = sottobacino centrale; N = sottobacino nord; S = sottobacino sud).

Analizzando invece le differenze di composizione percentuale del popolamento larvale, sulla base delle densità medie per stazione e relativamente all'intero periodo di monitoraggio (fig. 12), in tutti e tre sottobacini si osserva una netta dominanza dello spratto lungo tutto il gradiente mare-gronda lagunare. Seppure con abbondanze molto inferiori, anche le larve di passera risultano presenti lungo tutto il gradiente mare-gronda, in tutti e tre i sottobacini lagunari. Le larve di gobidi mostrano abbondanze percentuali più elevate nelle stazioni lagunari, sia nel sottobacino nord che in quello centrale; questo pattern non è stato invece osservato nel sottobacino meridionale, dove il contributo percentuale di questo taxon è risultato non trascurabile soprattutto nelle stazioni vicine alla bocca di porto (LIs, BOs, VA).

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

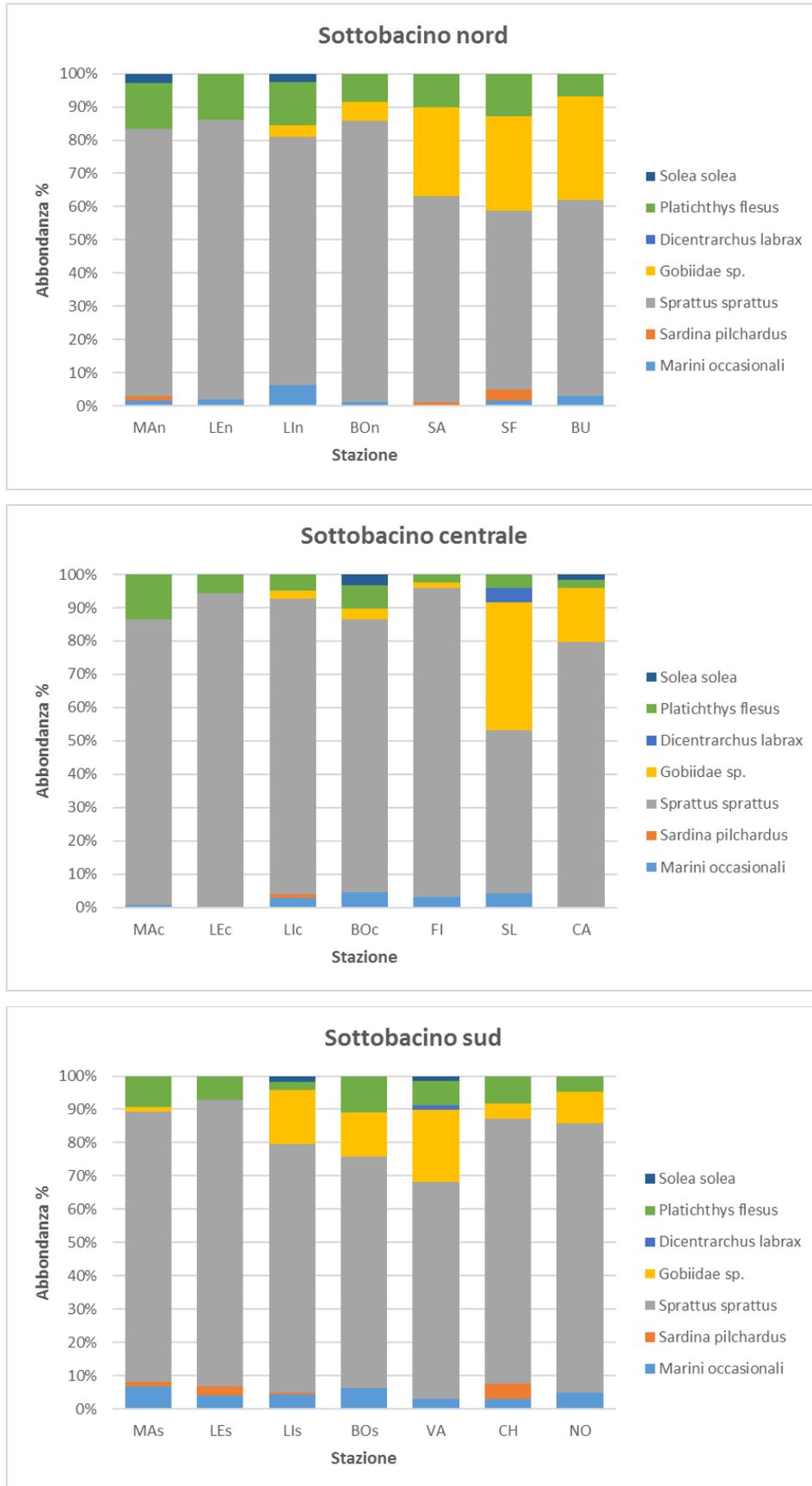


Figura 12. Ittioplancton - sole larve: Abbondanze percentuali calcolate sulle densità medie totali di larve per stazione di campionamento, separatamente per sottobacino.

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

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. 11).

Tabella 11. 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.

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.	*	*	*	*
Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Campagna	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.	n.s.
Campagna x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Campagna x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Per le uova e per le larve (di tutta la comunità, dei soli migratori e dello spratto) non sono state evidenziate differenze significative delle densità ittioplanctoniche né tra sottobacini né tra le differenti posizioni all'interno di ogni sottobacino (tab. 11). Per quanto riguarda la componente delle sole uova, l'unica differenza significativa è risultata quella relativa alla distribuzione delle uova di spratto nelle diverse campagne di campionamento (fig. 14, tab. 11). Nel caso delle larve è stata riscontrata una differente distribuzione dei valori di densità fra le quattro campagne di indagine; in questo caso, le differenze osservate sono essenzialmente riconducibili alla differente distribuzione delle larve di spratto, dato che questo taxon è risultato essere dominante nel popolamento ittioplanctonico (fig. 11, 12, 16; tab. 11).

Considerata la frequenza dei campionamenti, l'assenza di differenze statisticamente significative nel caso delle uova dei migratori marini è probabilmente riconducibile ai differenti periodi riproduttivi delle singole specie, che determinano un'elevata variabilità, in termini temporali, delle presenze nei campioni (fig. 9, 14). Anche la distribuzione verticale in colonna d'acqua di uova e larve potrebbe contribuire alla variabilità osservata durante i campionamenti.

Seppure le differenze spaziali nella distribuzione delle densità ittioplanctoniche non siano risultate significative (tab. 11), si possono comunque fare alcune considerazioni (fig. 13).

I tre sottobacini presentano densità di uova totali confrontabili (fig. 13A), seppure con alcune differenze nelle dinamiche temporali osservate nei differenti sottobacini. Nel sottobacino settentrionale i valori medi minimi di densità sono stati osservati nella II e nella III campagna, mentre quelli massimi sono stati registrati nella IV campagna. Nel sottobacino centrale i valori medi di densità sono risultati minimi nella III campagna di campionamento, mentre sono risultati confrontabili nelle altre campagne. Infine, nel sottobacino meridionale i valori medi minori di densità di uova (tutti i taxa rinvenuti) sono stati osservati nella III campagna, soprattutto nelle stazioni lagunari; i valori medi maggiori di densità sono stati registrati nella II campagna nelle stazioni lagunari e nella IV campagna nelle stazioni di mare e di bocca di porto (fig. 13A).

Anche nel caso della densità di uova dei soli migratori marini (fig. 13B), si evidenzia una sostanziale confrontabilità tra i tre sottobacini, anche se con alcune differenze negli andamenti temporali. Nel sottobacino nord i valori medi maggiori di densità sono stati riscontrati nella prima campagna, mentre quelli minimi sono stati osservati nella III campagna nelle stazioni marine e nella IV campagna in quelle lagunari. In laguna centrale i valori medi massimi sono stati registrati

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

nella II campagna, mentre non sono state praticamente trovate uova di migratori marini nei campioni di ittioplancton raccolti nella III campagna. Anche nel sottobacino sud i valori massimi sono stati osservati nella II campagna e quelli minimi nella III (soprattutto stazioni di bocca e laguna) (fig. 13B).

La frequenza di rinvenimento delle uova di specie migratrici nell'arco temporale indagato dipende ovviamente dal periodo riproduttivo delle singole specie (fig. 14). Ad eccezione della sogliola nel sottobacino sud, in tutti gli altri casi le uova delle specie marine migratrici sono state rinvenute solo in una o due campagne. Lo spratto è risultata essere la specie più abbondante, raggiungendo i valori di densità più elevati nei sottobacini centrale e sud, in particolare durante la II campagna. Ben rappresentata è anche la sardina, presente durante la I e la IV campagna in tutti i sottobacini. Più occasionale e sporadica è risultata la presenza nei campioni di uova di passera, spigola e acciuga.

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

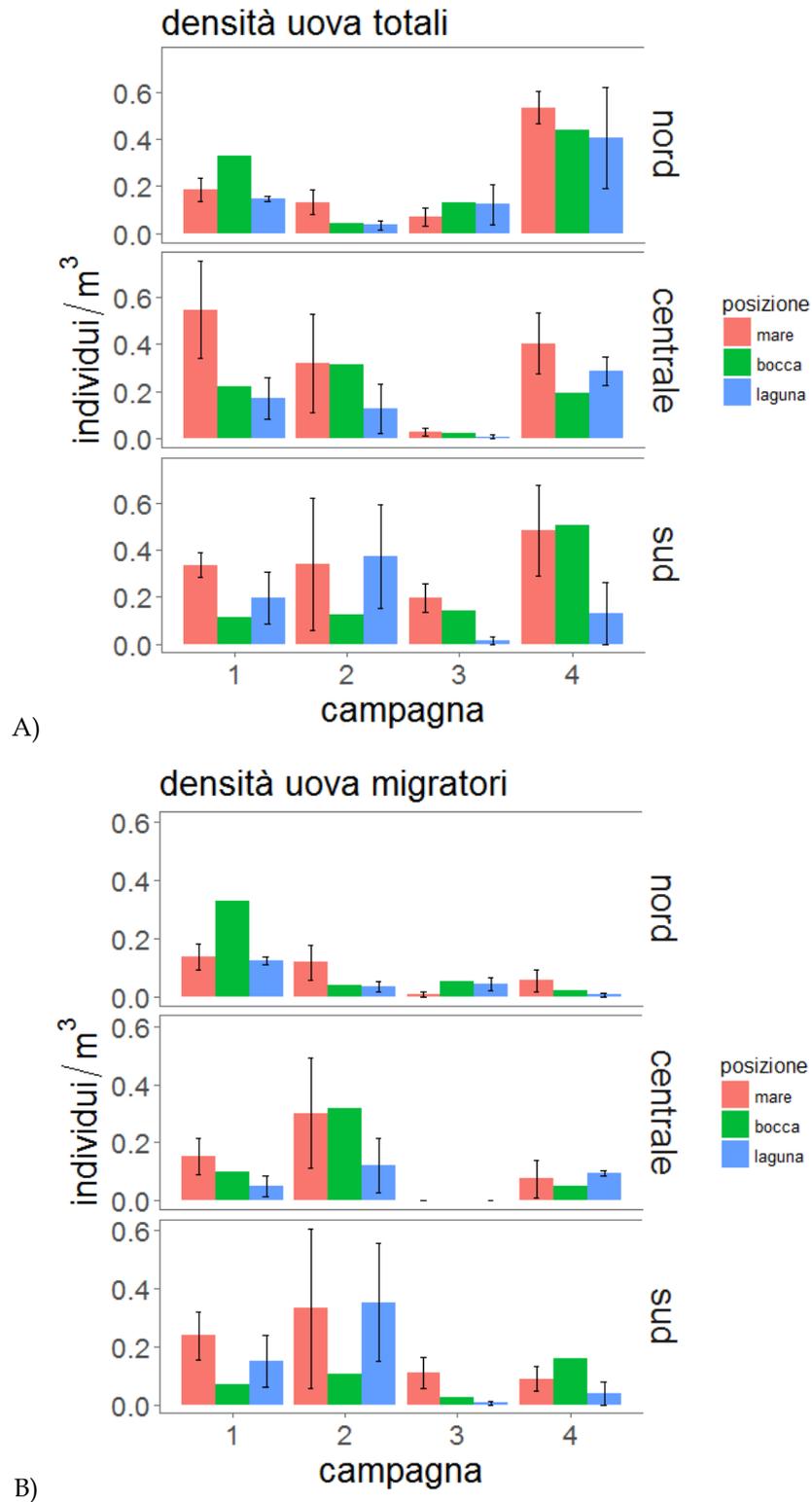


Figura 13. Densità medie (\pm E.S.) delle uova totali (A) e delle uova di migratori marini (B) raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

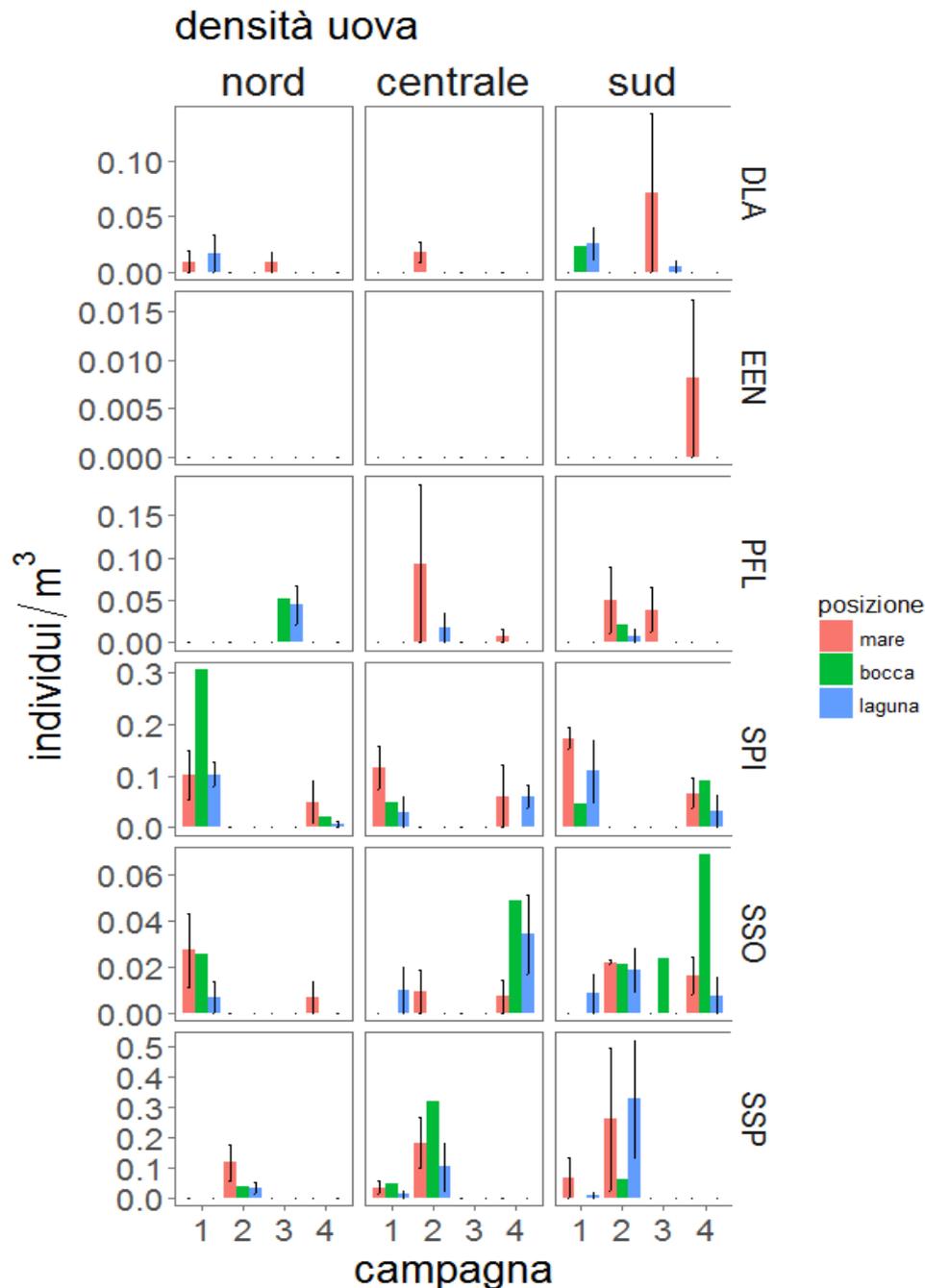


Figura 14. Densità medie (\pm E.S.) delle uova dei taxa migratori marini campionati (dla = *Dicentrarchus labrax*; een = *Engraulis encrasicolus*; pfl = *Platichthys flesus*; spi = *Sardina pilchardus*; sso = *Solea solea*; ssp = *Sprattus sprattus*), raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

Nel caso delle larve si osserva lo stesso andamento temporale delle densità in tutti e tre i sottobacini, con un picco di densità durante la II campagna (fig. 15), dovuto essenzialmente alle larve di spratto (fig. 16); le elevate densità di questa specie, infatti, sono tali da influenzare l'andamento generale nel tempo delle larve. Le densità di larve di conseguenza mostrano lo stesso pattern sia considerando tutto il popolamento larvale (fig. 15A) che quello costituito dalle larve dei soli migratori marini (fig. 15B). Pur non essendo significative, si osservano comunque delle differenze tra sottobacini, in particolare nel sottobacino centrale le densità più elevate di larve sono state osservate in mare (fig. 15).

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

Come per le uova, anche le larve delle specie migratrici non sono state rinvenute in tutte le campagne (fig. 15B), ma in genere mostrano un picco di densità in una o due date di campionamento, mentre risultano quasi o del tutto assenti nelle altre. Per quanto riguarda la distribuzione spaziale, solo la passera e lo spratto sono risultate essere presenti in tutte le posizioni all'interno di tutti e tre i sottobacini (fig. 16). Le larve di sardina hanno presentato le maggiori densità nel sottobacino sud, dove sono state rinvenute sia in mare che in laguna, mentre sono risultate molto meno abbondanti in laguna nord (sia stazioni marine che lagunari) e, soprattutto, in laguna centrale (presenti solo in stazioni marine) (fig. 16). Le larve di sogliola sono apparse più abbondanti nelle stazioni marine (sottobacini nord e sud) o di bocca (sottobacino centrale), mentre le larve di spigola sono state rinvenute solo nelle stazioni lagunari (fig. 16).

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

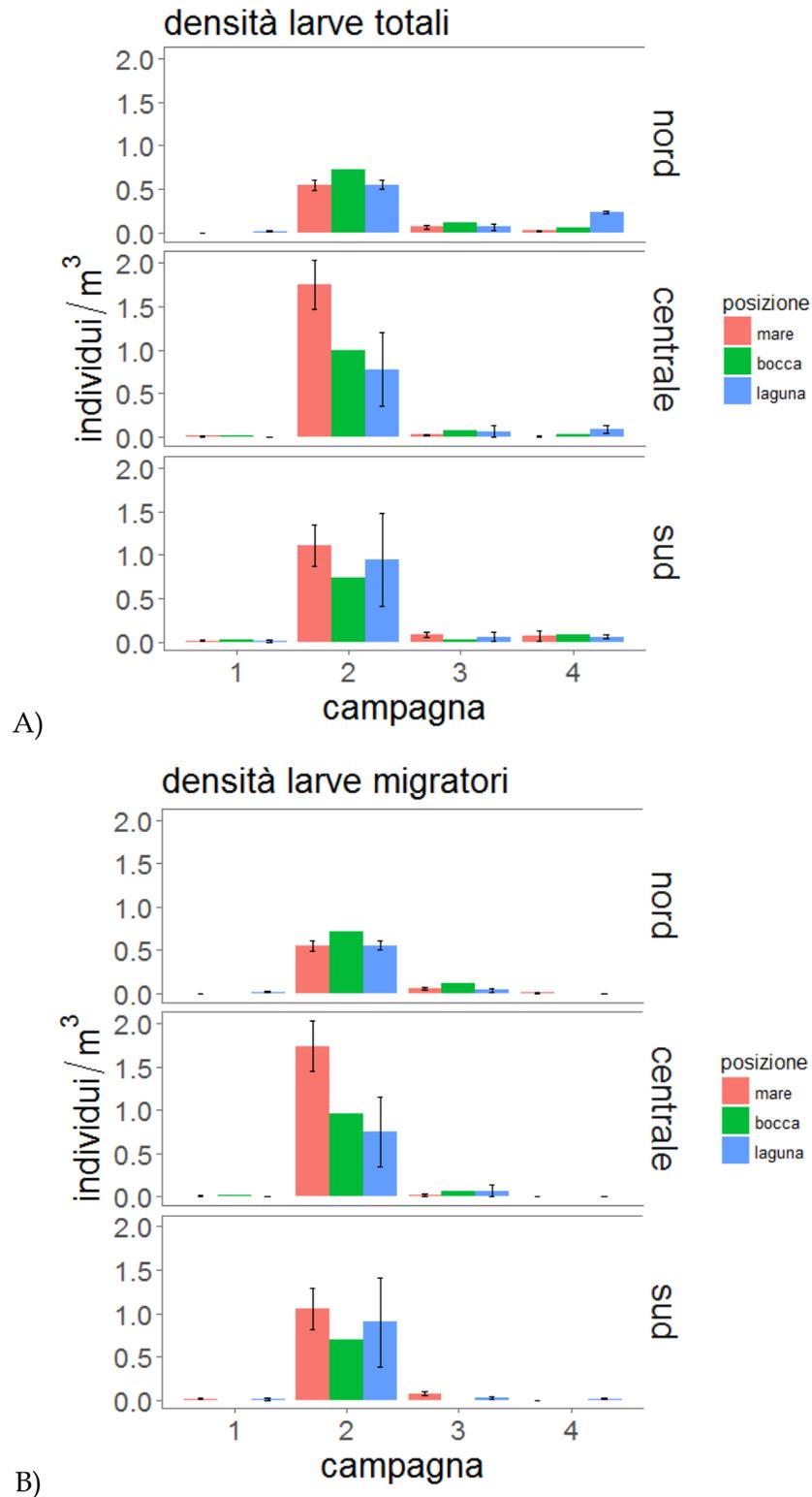


Figura 15. Densità medie (\pm E.S.) delle larve totali (A) e delle larve di migratori marini (B) raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

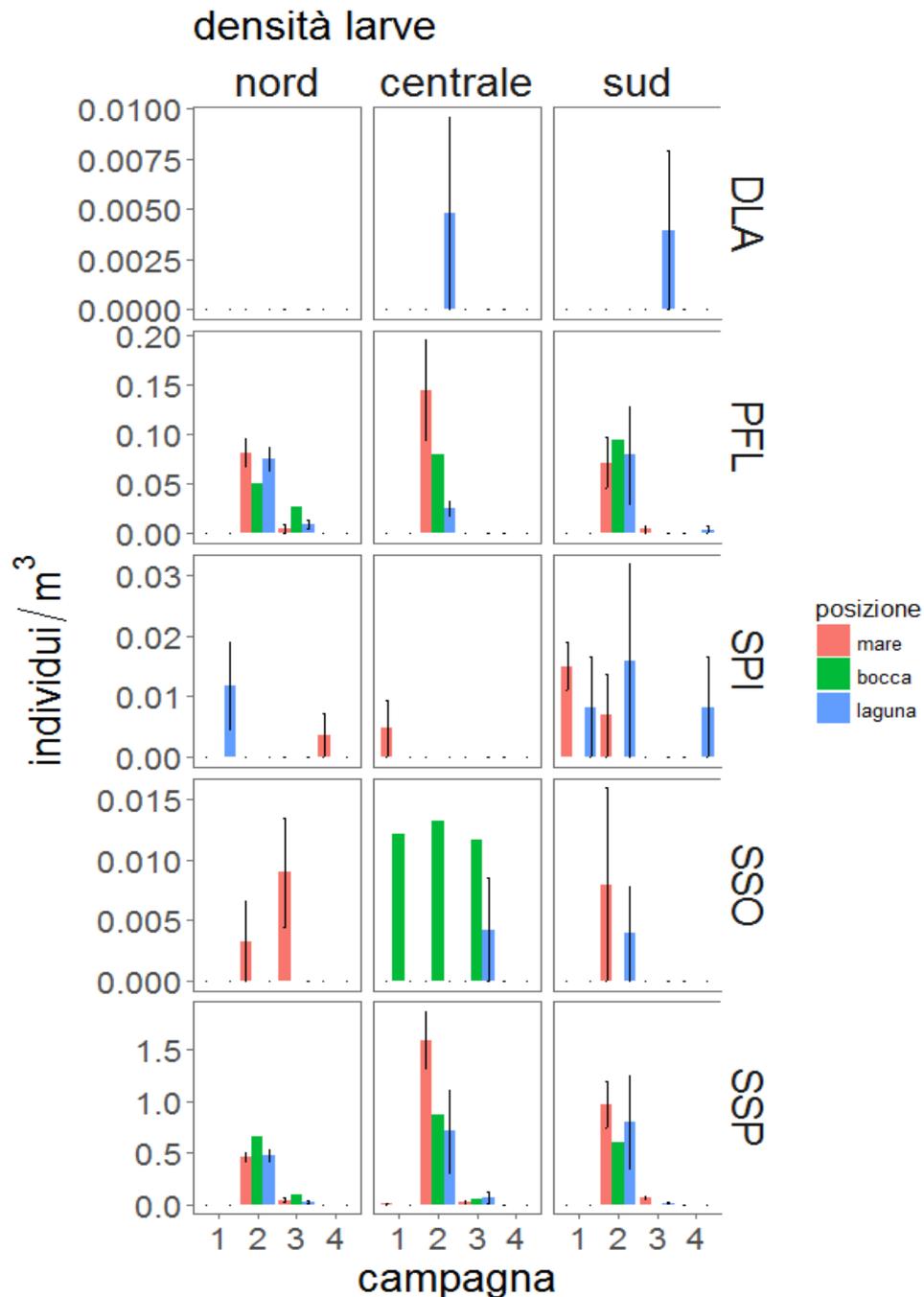


Figura 16. Densità medie (\pm E.S.) delle larve dei taxa migratori marini campionati (dla = *Dicentrarchus labrax*; pfl = *Platichthys flesus*; spi = *Sardina pilchardus*; sso = *Solea solea*; ssp = *Sprattus sprattus*), raggruppate per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

Le densità misurate nelle quattro campagne sono state utilizzate (in questo caso cumulando, per ciascun sottobacino, le stazioni di bocca con quelle lagunari) per calcolare l'indice di colonizzazione (Cavrarò *et al.*, 2017). Questo indice (tab. 12) è stato calcolato, separatamente per uova e larve, per l'intera comunità ittioplanctonica (fig. 17A, 18A), per la sola componente dei migratori (fig. 17B, 18B) e per lo spratto (fig. 19). L'indice presenta valori superiori a 0.5, ad indicare un accumulo di uova all'interno delle acque lagunari, nella I e soprattutto nella III campagna nel sottobacino nord, sia per le uova totali (fig. 17A) che per quelle dei migratori marini

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

(fig. 17B). Per questi ultimi, la soglia di 0.5 risulta superata anche nel sottobacino centrale durante la IV campagna (fig. 17B).

Tabella 12. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova e larve. "--" = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

sottobacino	campagna	uova			larve		
		totale	migratori	<i>S. sprattus</i>	totale	migratori	<i>S. sprattus</i>
nord	1	0.51	0.56	--	1.00	1.00	--
	2	0.21	0.24	0.24	0.52	0.52	0.53
	3	0.64	0.83	--	0.54	0.49	0.50
	4	0.44	0.16	--	0.92	0.00	--
centro	1	0.25	0.30	0.37	0.24	0.24	0.00
	2	0.36	0.36	0.46	0.32	0.32	0.32
	3	0.30	--	--	0.74	0.76	0.74
	4	0.40	0.53	--	0.91	--	--
sud	1	0.34	0.35	0.09	0.50	0.29	--
	2	0.48	0.47	0.50	0.45	0.45	0.44
	3	0.19	0.08	--	0.36	0.16	0.14
	4	0.32	0.43	--	0.48	1.00	--

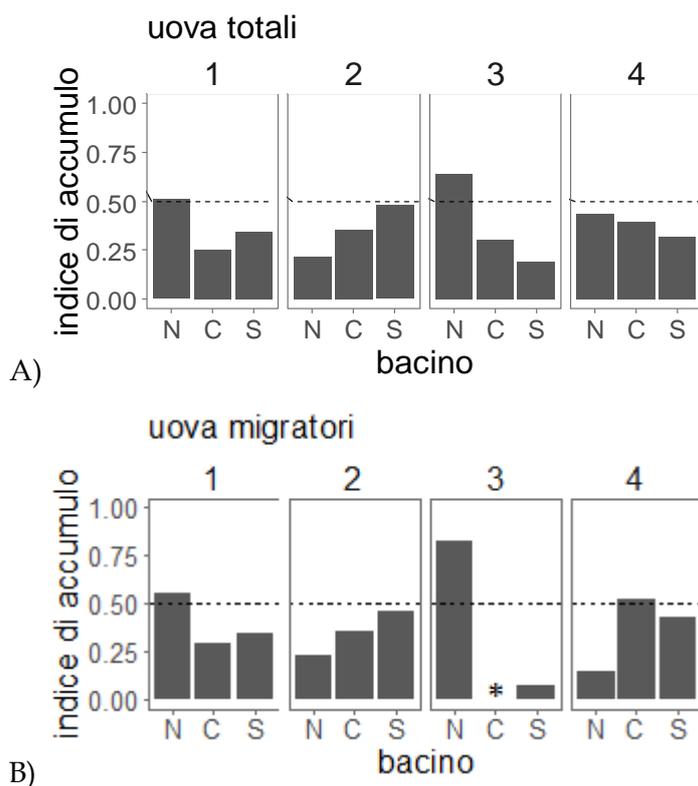


Figura 17. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova totali (A) e per uova di migratori marini (B), suddiviso per campagna e per sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile.

Per quanto riguarda la componente larvale nel suo complesso (larve totali) (fig. 18A), si osserva un accumulo all'interno dell'ambiente lagunare nel sottobacino nord, particolarmente accentuato nella I e nella IV campagna. Questo fenomeno è stato riscontrato anche nel sottobacino centrale ma

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

limitatamente alle ultime due campagne di campionamento; non si osserva invece alcun accumulo nel sottobacino meridionale (fig. 18A). Il contributo delle specie residenti, più frequenti nella stazioni lagunari, sembra limitarsi alla IV campagna nei sottobacini nord e centrale, in quanto valori simili dell'indice si osservano durante le prime tre campagne considerando sia l'intera comunità (fig. 18A) che la sola componente dei migratori marini (fig. 18B). Nel sottobacino sud invece, si osserva un accumulo delle larve di migratori marini proprio durante l'ultima campagna d'indagine (fig. 18B).

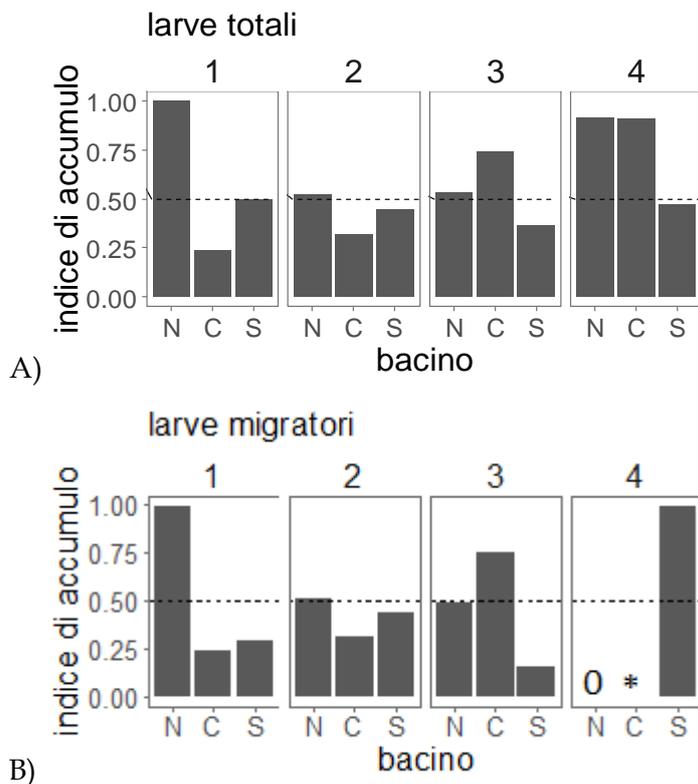


Figura 18. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova totali (A) e per uova di migratori marini (B), suddiviso per campagna e per sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile. 0 = larve trovate solo in mare

Nel caso dello spratto (fig. 19), non è stato osservato un sostanziale accumulo netto di uova all'interno dell'ambiente lagunare, in nessuno dei tre sottobacini; è stato invece riscontrato un accumulo lagunare delle larve di questo clupeide, soprattutto nel sottobacino centrale (III campagna).

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

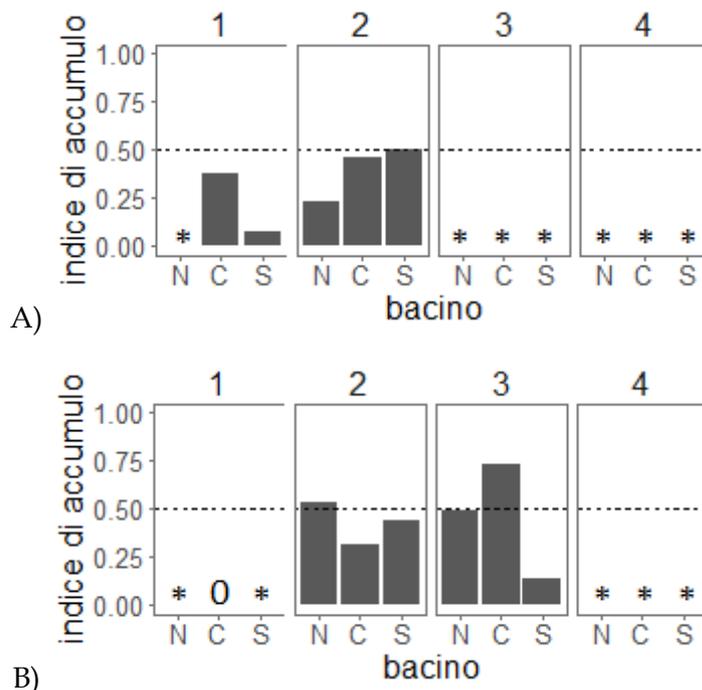


Figura 19. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le uova (A) e per le larve (B) di *Sprattus sprattus*, suddiviso per campagna e per sottobacino. * = nessun uovo/larva campionata nel transetto, indice non calcolabile. 0 = larve trovate solo in mare.

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

Mentre nei primi due cicli di monitoraggio (B.6.72 B/9 e B/10) il piano di campionamento era limitato al sottobacino nord e su scala annuale, la ripetizione dello stesso piano sperimentale nei due studi B.6.72 B/11 e B/12 ha consentito in questo rapporto di effettuare la sintesi ed il confronto dei dati raccolti in questi due ultimi cicli di monitoraggio. In questo modo, è stato possibile evidenziare l'entità della variazione interannuale degli ingressi di stadi iniziali di vita di pesci in laguna.

Nei due studi sono stati rinvenuti complessivamente 24 taxa di teleostei (19 nel B/11, 14 nel B/12), circa un terzo dei quali appartenenti alla guild dei migratori marini (tab. 13). Tra i due cicli di monitoraggio è possibile osservare alcune differenze nella composizione della comunità ittioplanctonica, che riguardano soprattutto le uova (18 taxa rinvenuti nel B/11 e 12 nel B/12) piuttosto che le larve (14 taxa nel B/11 e 13 nel B/12). Tali differenze sono da imputare principalmente alla guild dei marini occasionali, mentre le differenze sono risultate minori nel caso dei migratori marini. Le specie caratterizzate dalle maggiori abbondanze dei campioni (spratto, sardina, passera, acciuga e sogliola) sono state infatti rinvenute in entrambi i cicli, sia come uova che come larve. Nel caso della spigola, nel secondo ciclo sono state rinvenute soltanto le larve di questa specie. Del tutto occasionali sono risultate le presenze di uova di mugilidi e larve di orata (solo nel B/11).

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

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

Famiglia	Taxon	Guild	Uova		Larve	
			B/11	B/12	B/11	B/12
Bothidae	<i>Arnoglossus</i> n.i.	ms			X	X
	Bothidae n.i.	ms	X	X	X	
Callionymidae	Callionymidae n.i.	ms	X	X		
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i>	ms	X			
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	mm	X	X	X	X
	<i>Sprattus sprattus</i>	mm	X	X	X	X
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	mm	X	X	X	X
Gadidae	Gadidae n.i.	ms	X	X		X
Gobiidae	Gobiidae n.i.	r			X	X
Lotidae	<i>Gaidropsarus</i> n.i.	ms	X	X		X
Merluccidae	<i>Merluccius merluccius</i>	ms				X
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mm	X	X		X
Mugilidae	<i>Liza</i> n.i.	mm	X			
Sparidae	Sparidae n.i.	ms	X		X	
	<i>Sparus aurata</i>	mm			X	
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	mm	X	X	X	X
Scophthalmidae	Scophthalmidae n.i.	ms			X	X
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	ms	X	X	X	X
	<i>Microchirus</i> n.i.	ms	X			
	<i>Pegusa</i> n.i.	ms	X		X	
	<i>Solea solea</i>	mm	X	X	X	X
	Soleidae n.i.	ms	X			
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	ms	X	X		
Triglidae	Triglidae n.i.	ms			X	

Le eventuali differenze di densità di uova e di larve fra i due cicli di monitoraggio sono state testate considerando come fattori dell'analisi: lo studio (B/11 e B/12), il sottobacino (nord, centrale e sud), la campagna di campionamento (I, II, III e IV) e la posizione (mare, bocca e laguna) (tab. 14).

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

Tabella 14. 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.

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.	*	*	*	*
Posizione	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Studio	*	n.s.	*	*	n.s.	*
Sottobacino x Campagna	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.	n.s.
Sottobacino x Studio	n.s.	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.
Campagna x Studio	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Posizione x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Campagna x Posizione	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Campagna x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Posizione x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Campagna x Posizione x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sottobacino x Campagna x Posizione x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Nel caso delle uova totali, sono state evidenziate differenze statisticamente significative relativamente a posizione, campagna, studio e all'interazione di questi due ultimi fattori (fig. 20A, tab. 14). Nel primo ciclo di monitoraggio è stato osservato un trend temporale simile nei tre sottobacini, con l'aumento della densità media di uova dalla I alla IV campagna (fig. 20A). Nel secondo ciclo di indagine, le densità medie sono risultate complessivamente più basse, con andamenti differenti nei tre sottobacini (fig. 20A). Le densità di uova totali misurate nella IV campagna del B/11 sono risultate essere significativamente più elevate rispetto a quelle misurate in tutte le altre campagne di entrambi gli studi. Da un punto di vista spaziale, invece, in entrambi gli studi le densità di uova in mare sono risultate significativamente più elevate di quelle in laguna (fig. 20A). Nel caso delle uova dei migratori marini non sono state riscontrate differenze significative tra cicli di monitoraggio (tab. 14; fig. 20B). Sono risultate statisticamente significative, invece, le differenze fra campagne nei valori medi di densità delle uova di spratto (tab. 14); in entrambi i cicli di monitoraggio è evidenziabile un picco di densità delle uova di questo clupeide durante la seconda campagna di campionamento (fig. 21). Per quanto riguarda le altre specie di migratori marini (fig. 21), la cadenza temporale di rinvenimento delle uova nei campioni appare piuttosto irregolare. Da un punto di vista spaziale invece, mentre alcune specie (acciuga e spigola ad esempio) sono state rinvenute in modo occasionale lungo i tre transetti considerati, per altre specie (sardina, spratto, sogliola e, in misura minore, passera) è osservabile, in almeno una campagna, una presenza più regolare lungo il transetto mare-gronda, soprattutto durante il secondo ciclo di monitoraggio. Ciò è osservabile soprattutto nel sottobacino sud, forse come conseguenza della più breve distanza che separa la gronda lagunare dalla bocca di porto, che

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

potrebbe determinare una minore e più lenta dispersione degli stadi ittioplanctonici durante la fase di marea entrante.

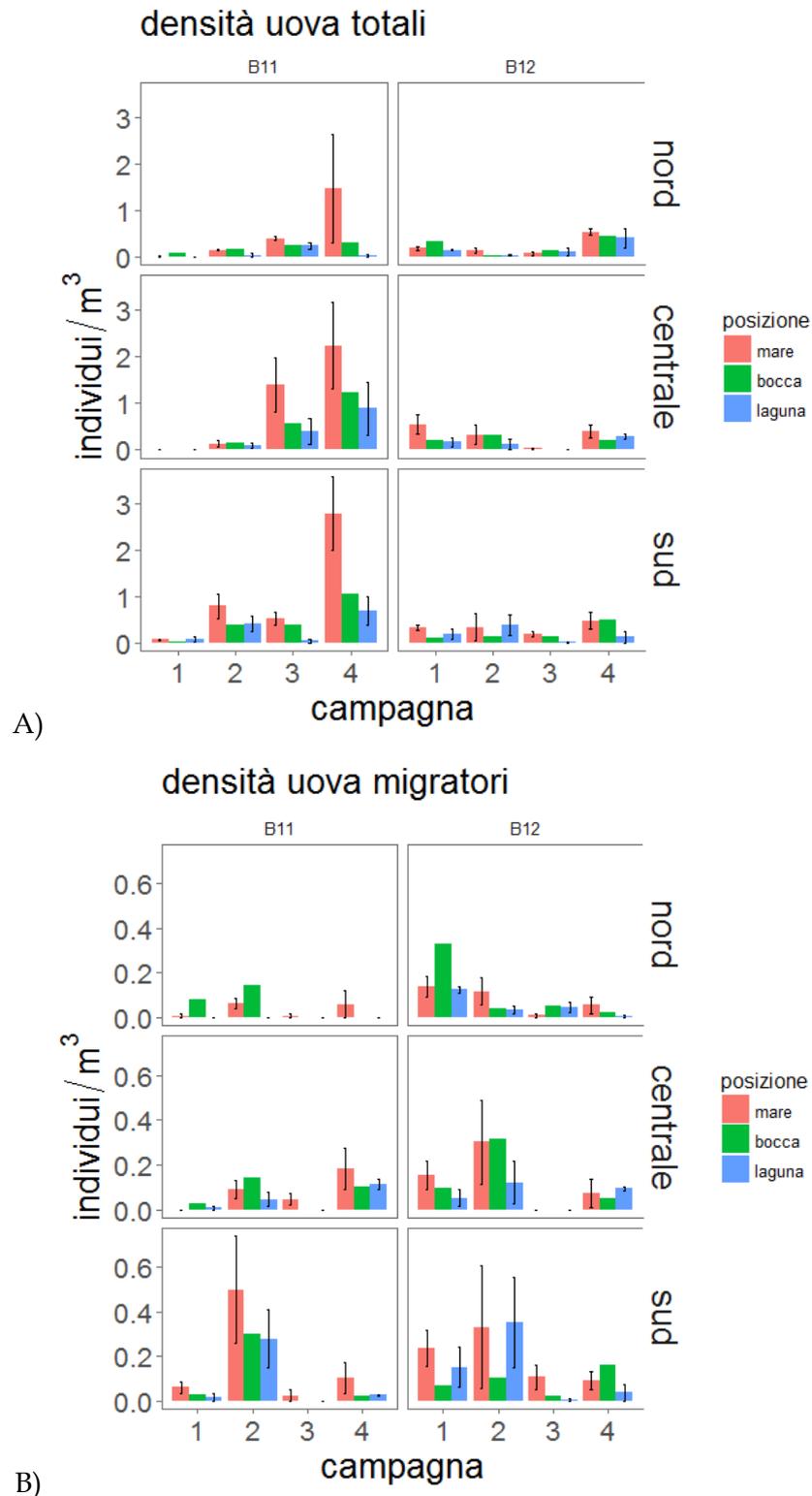


Figura 20. Densità medie (\pm E.S.) delle uova totali (A) e delle uova di migratori marini (B) raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

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

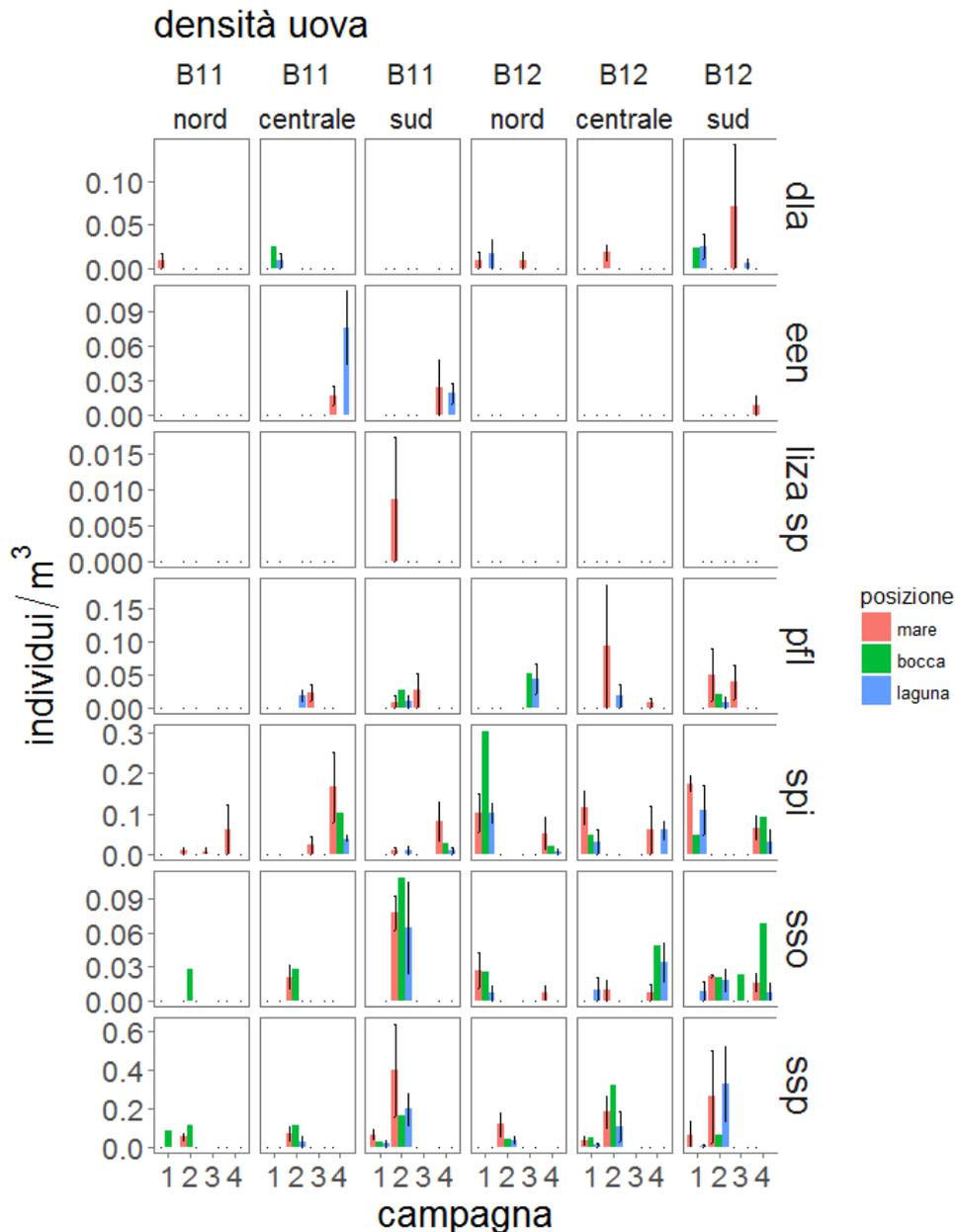


Figura 21. Densità medie (\pm E.S.) delle uova dei taxa migratori marini campionati (dla = *Dicentrarchus labrax*; een = *Engraulis encrasicolus*; liza sp = *Liza* sp; pfl = *Platichthys flesus*; spi = *Sardina pilchardus*; sso = *Solea solea*; ssp = *Sprattus sprattus*), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

Per quanto riguarda le densità medie di larve totali, larve di migratori marini e larve di spratto (fig. 22A, 22B, 23), sono state riscontrate differenze significative relativamente ai soli fattori "campagna" e "studio" (tab. 14). Nel caso delle larve totali, i valori medi di densità significativamente più elevati sono stati osservati nella II campagna dello studio B/12 (fig. 22A). Un pattern del tutto confrontabile è osservabile sia nel caso dei migratori marini nel loro complesso (fig. 22B) che in quello dello spratto (fig. 23); quest'ultima specie è infatti quella di gran lunga dominante il popolamento larvale nel primo e, in particolare, nel secondo ciclo di monitoraggio. Appare infatti evidente l'aumento delle densità medie delle larve di spratto, che nel corso del B/12 sono state rinvenute, in tutti e tre i sottobacini e in tutte e tre le "posizioni" considerate, con densità marcatamente superiori a quelle registrate nel B/11. Un pattern analogo è

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

stato osservato anche per le larve di passera, anche se questa specie è risultata caratterizzata da abbondanze inferiori di un ordine di grandezza a quelle osservate per le larve di spratto (fig. 23). Da un punto di vista spaziale, nessuna differenza significativa è stata osservata, invece, confrontando tra loro posizioni, sottobacini e cicli di monitoraggio (tab. 14).

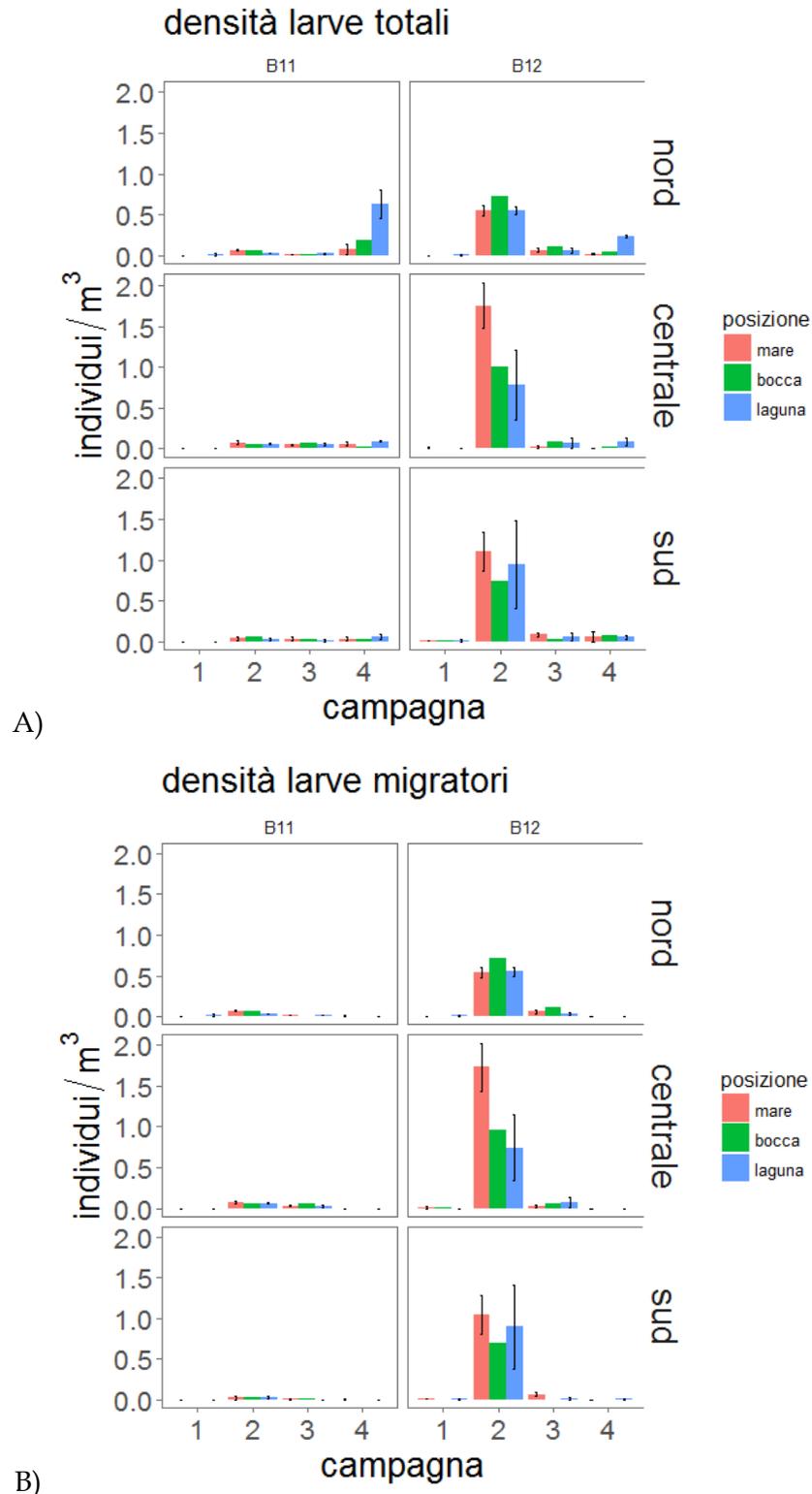


Figura 22. Densità medie (\pm E.S.) delle larve totali (A) e delle larve di migratori marini (B) raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

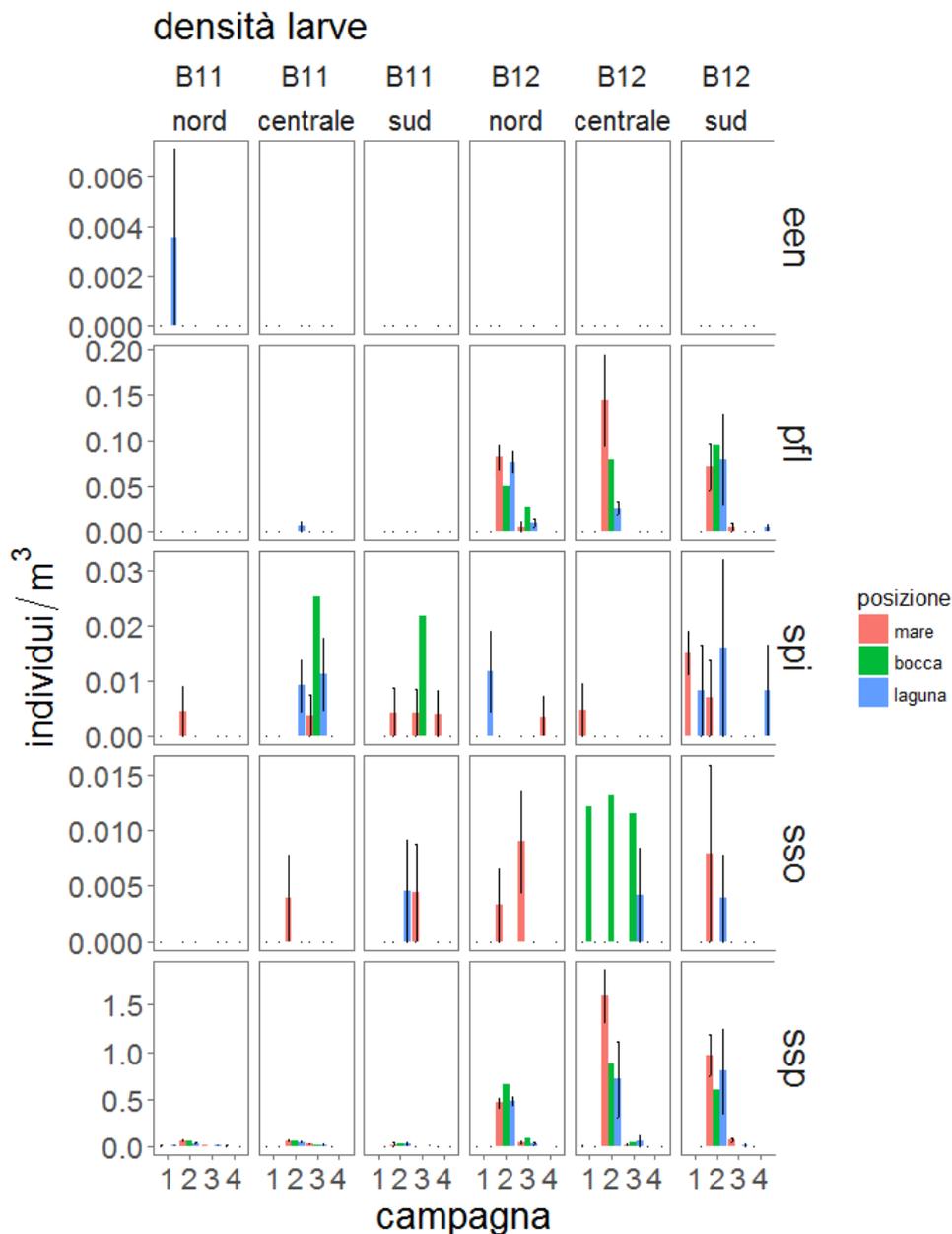


Figura 23. Densità medie (\pm E.S.) delle larve dei taxa migratori marini campionati (een = *Engraulis encrasicolus*; pfl = *Platichthys flesus*; spi = *Sardina pilchardus*; sso = *Solea solea*; ssp = *Sprattus sprattus*), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna; i colori indicano le differenti posizioni.

Considerando l'indice di accumulo relativo alle uova totali (tab. 15), solo nel sottobacino nord sono stati riscontrati valori superiori a 0.5 in entrambi gli studi, anche se durante campagne differenti (fig. 24A). Nel caso delle uova di migratori marini (fig. 24B, tab. 15), valori dell'indice superiori a 0.5 sono stati osservati, in entrambi i cicli di monitoraggio, oltre che nel sottobacino nord, anche nel sottobacino centrale (nella I campagna del B/11 e nella IV campagna del B/12). In entrambi i cicli di studio non è invece mai stato riscontrato un accumulo di uova di teleostei nel sottobacino sud (fig. 24).

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

Tabella 15. Confronto dell'indice di colonizzazione tra il ciclo di monitoraggio B/11 e B/12, calcolato per le uova. "--" = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

sottobacino	campagna	Uova			
		totale		migratori	
		B/11	B/12	B/11	B/12
nord	1	0.72	0.51	0.72	0.56
	2	0.31	0.21	0.36	0.24
	3	0.38	0.64	0.00	0.83
	4	0.06	0.44	0.33	0.16
centro	1	0.61	0.25	1.00	0.30
	2	0.45	0.36	0.44	0.36
	3	0.24	0.30	0.00	--
	4	0.30	0.40	0.36	0.53
sud	1	0.48	0.34	0.24	0.35
	2	0.34	0.48	0.36	0.47
	3	0.20	0.19	0.00	0.08
	4	0.22	0.32	0.23	0.43

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

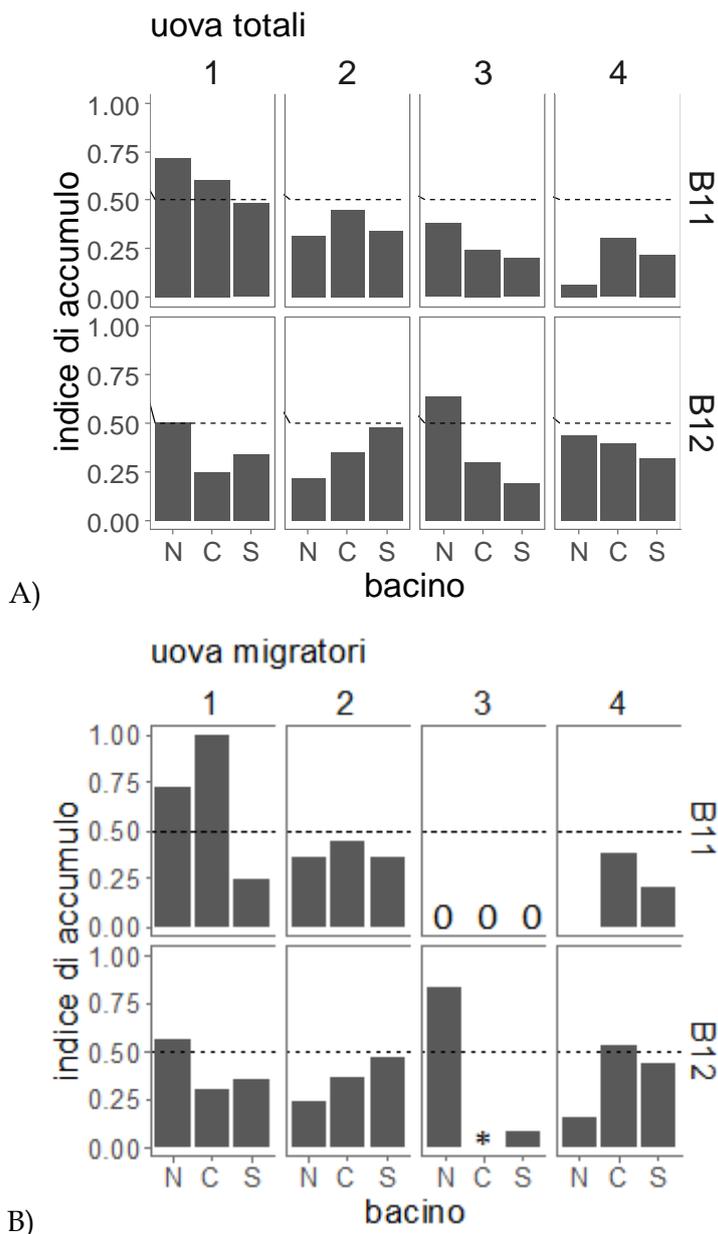


Figura 24. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per uova totali (A) e per uova di migratori marini (B), suddiviso per ciclo di monitoraggio, per campagna e per sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile.

Per le larve totali (tab. 16) invece si osservano più frequentemente valori superiori a 0.5, sempre nei sottobacini nord e centrale (fig. 25A). Solo durante la IV campagne del B/11 anche nel sottobacino sud è stato calcolato un valore dell'indice superiore alla soglia. Per il resto, i pattern osservati nei due cicli di monitoraggio risultano sostanzialmente simili. Considerando le larve dei soli migratori (fig. 25B, tab. 16), invece, le differenze tra i due studi aumentano: durante il B/12 infatti si è osservato un maggiore accumulo di larve nei sottobacini centrale (III campagna) e sud (IV campagna).

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

Tabella 16. Confronto dell'indice di colonizzazione tra il ciclo di monitoraggio B/11 e B/12, calcolato per le uova. "--" = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

sottobacino	campagna	Larve			
		totale		migratori	
		B/11	B/12	B/11	B/12
nord	1	0.73	1.00	0.73	1.00
	2	0.37	0.52	0.37	0.52
	3	0.62	0.54	0.42	0.49
	4	0.87	0.92	0.00	0.00
centro	1	0.43	0.24	--	0.24
	2	0.45	0.32	0.46	0.32
	3	0.53	0.74	0.52	0.76
	4	0.57	0.91	--	--
sud	1	--	0.50	--	0.29
	2	0.49	0.45	0.54	0.45
	3	0.37	0.36	0.39	0.16
	4	0.63	0.48	0.00	1.00

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

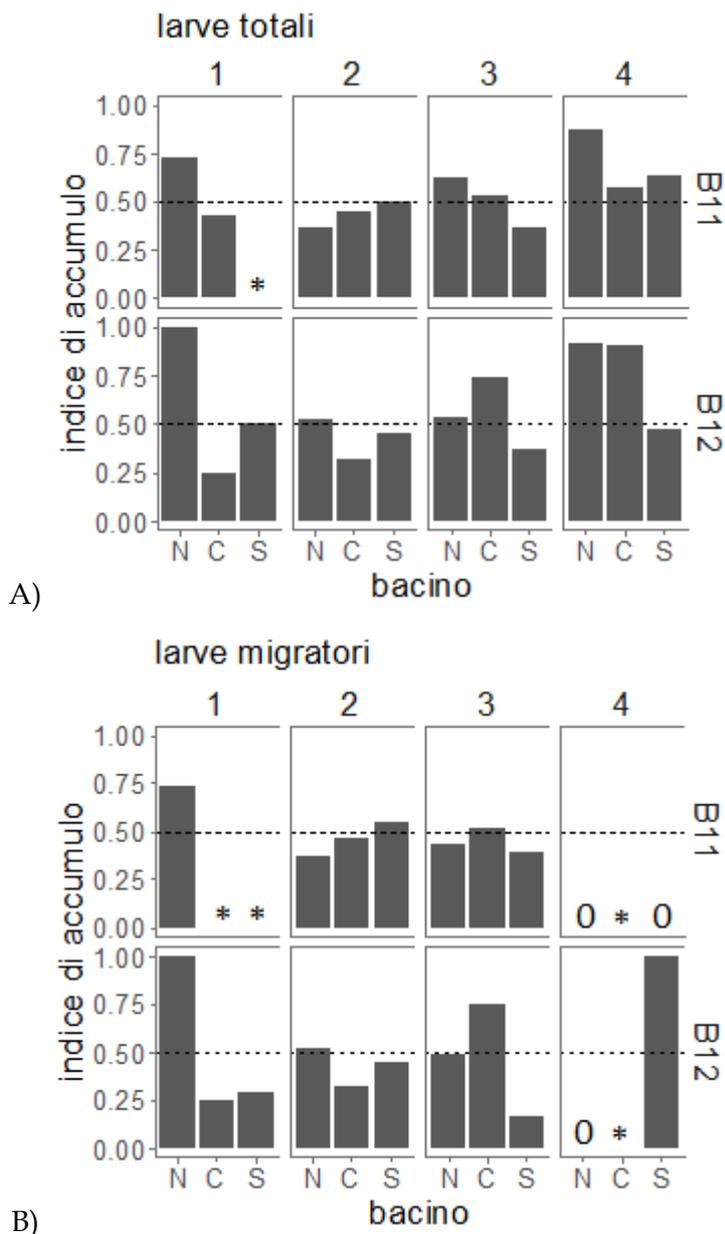


Figura 25. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le larve totali (A) e per le larve di migratori marini (B), suddiviso per ciclo di monitoraggio, per campagna e per sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile.

Nel caso dello spratto (fig. 26, tab. 17), mentre le uova si sono accumulate all'interno del sottobacino nord solo durante la I campagna del B/11, le larve hanno mostrato un pattern differente nei due cicli di monitoraggio. In particolare, l'accumulo di larve nel sottobacino sud durante la III e IV campagna del B/11 non si è ripetuto nel B/12, dove invece valori superiori a 0.5 sono stati osservati nei sottobacini nord (II campagna) e centrale (III campagna).

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

Tabella 17. Confronto dell'indice di colonizzazione tra il ciclo di monitoraggio B/11 e B/12, calcolato per le uova e le larve di *Sprattus sprattus*. "--" = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

sottobacino	campagna	<i>Sprattus sprattus</i>			
		uova		larve	
		B/11	B/12	B/11	B/12
nord	1	1.00	--	0.67	--
	2	0.35	0.24	0.39	0.53
	3	--	--	0.42	0.50
	4	--	--	0.00	--
centro	1	--	0.37	--	0.00
	2	0.42	0.46	0.45	0.32
	3	--	--	0.35	0.74
	4	--	--	--	--
sud	1	0.24	0.09	--	--
	2	0.32	0.50	0.56	0.44
	3	--	--	1.00	0.14
	4	--	--	--	--

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

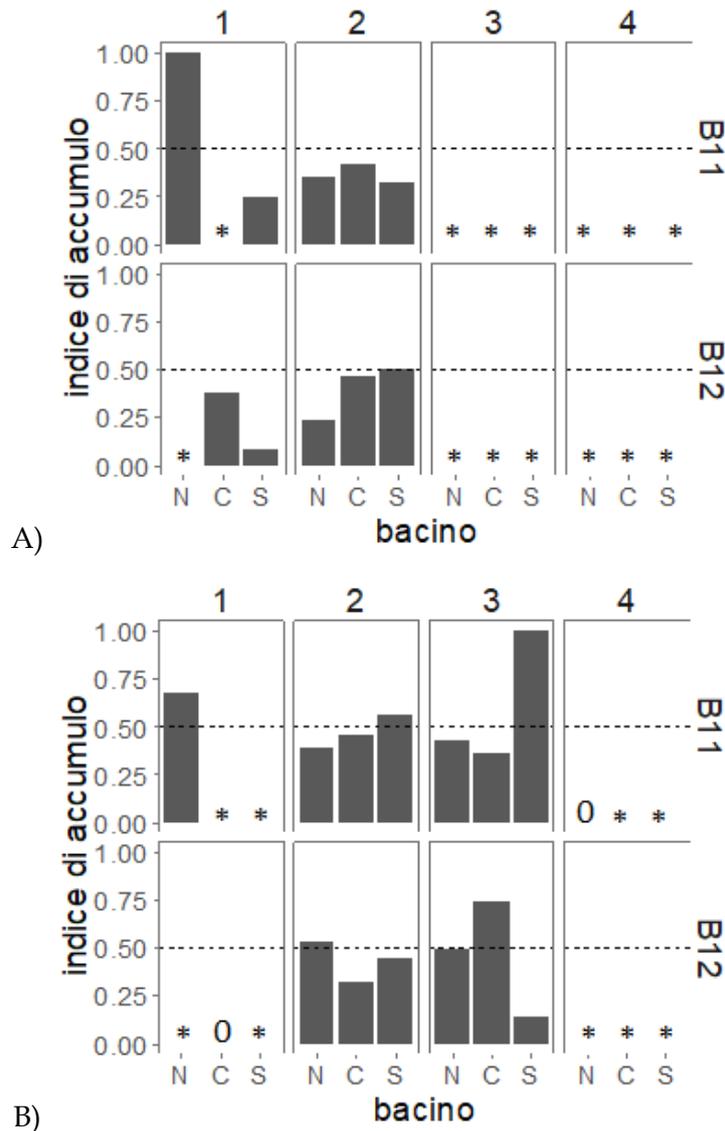


Figura 26. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le uova (A) e per le larve (B) di *Sprattus sprattus*, suddiviso per ciclo di monitoraggio, per campagna e per sottobacino. * = nessuna larva campionata nel transetto, indice non calcolabile.

3.2 Monitoraggio del popolamento ittico di basso fondale

L'analisi dei parametri ambientali rilevati durante i campionamenti con la sciabica (tab. 18) ha evidenziato il normale aumento stagionale delle temperature nel corso delle tre campagne, con un aumento dei valori nelle stazioni lagunari, rispetto a quelle marine, durante la II e III campagna. Per quanto riguarda la salinità sono state invece riscontrate delle differenze tra sottobacini lungo i tre transetti campionati. Nel sottobacino nord, in particolare, non è stata osservata una diminuzione della salinità procedendo dal mare verso la gronda lagunare, come invece riscontrato negli altri due sottobacini. Al contrario, in questo sottobacino durante la II campagna, e in modo meno marcato anche durante la III, la salinità in mare è risultata più bassa che nelle stazioni lagunari, probabilmente per effetto degli apporti fluviali da nord (fiumi Sile e Piave). I valori di torbidità invece hanno mostrato un andamento più prevedibile, con un aumento, in tutti i sottobacini, procedendo dal mare verso la gronda. Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto e la clorofilla, non sono riconoscibili degli evidenti pattern spaziali o temporali, ma è stata osservata una generale omogeneità tra sottobacini, ad eccezione dell'ossigeno disciolto nel sottobacino

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

centrale, che mostra in tutte le campagne un picco nella stazione OT, e della clorofilla durante la II campagna, quando i sottobacini nord e sud presentano alcuni valori marcatamente più elevati rispetto alla media lagunare del periodo.

Tabella 18. 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	12.31	13.17	9.79	11.71	11.87	
II	13.37	13.48	12.16	12.95	13.38	
III	17.69	17	17.93	22.36	16.36	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	10.89	10.18	11.65	11.08	12.70	
II	13.18	12.49	14.28	15.17	14.64	
III	18.03	19.11	19.69	21.05	20.07	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	10.78	10.38	10.54	8.63	9.38	
II	13.74	13.53	14.96	15.41	15.67	
III	15.45	16.35	17.58	20.61	23.58	
Salinità (psu)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	34.00	34.38	35.40	33.51	34.84	
II	23.93	28.51	32.90	32.97	33.61	
III	28.86	30.46	30.75	30.48	31.17	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	36.60	36.06	35.07	31.66	31.65	
II	31.29	31.05	34.76	28.62	27.69	
III	33.64	34.24	34.11	26.88	23.3	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	36.36	35.48	36.83	23.18	28.45	
II	34.60	32.78	34.88	26.83	18.45	
III	34.06	35.76	34.3	26.22	22.92	

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

Ossigeno disciolto (% saturazione)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	97.56	112.16	88.67	99.97	100.23	
II	102.47	105.71	80.58	69.55	90.43	
III	93.36	86.56	90	107.73	82.93	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	87.59	100.30	128.40	101.06	90.16	
II	101.14	103.41	122.38	111.19	83.52	
III	87.78	91.22	107.86	102.72	96.26	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	100.18	111.00	100.35	85.64	85.67	
II	98.69	106.26	109.97	95.96	96.45	
III	87.04	93.88	91.61	113.64	77.91	
Torbidità (ftu)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	1.19	3.14	2.54	2.94	3.92	
II	1.91	1.50	1.65	8.50	3.49	
III	10.12	10.04	7.47	26.63	10.68	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	5.98	6.39	2.23	3.95	11.86	
II	1.73	0.54	0.02	7.72	13.31	
III	1.41	13.59	5.07	13.63	27.19	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	3.38	7.03	4.38	5.66	8.74	
II	0.71	2.84	3.11	16.18	26.26	
III	2.86	9.34	3.89	21.07	25.49	
Clorofilla ($\mu\text{g L}^{-1}$)						
sottobacino nord						
campagna	PS	SN	BA	CR	SC	
I	0.90	1.53	1.19	1.40	0.84	
II	2.68	2.28	10.79	2.45	2.60	
III	0.67	1.32	0.52	2.14	0.85	
sottobacino centrale						
campagna	AL	MU	OT	RA	LT	
I	0.90	0.51	0.64	0.95	1.02	
II	5.64	3.15	0.52	1.79	1.36	
III	0.34	0.40	0.23	1.10	1.59	
sottobacino sud						
campagna	CA	SM	PC	TR	VD	
I	1.41	0.93	2.20	2.30	1.85	
II	2.81	3.35	2.98	11.15	18.21	
III	0.74	1.17	0.81	3.87	4.30	

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

L'analisi delle componenti principali effettuata sui parametri ambientali (fig. 27) ha permesso di spiegare il 57% della varianza totale. L'ordinamento delle osservazioni ha evidenziato innanzitutto una maggiore variabilità dei campioni lagunari, al contrario di quelli marini che appaiono maggiormente raggruppati tra di loro. Da un punto di vista temporale, si osserva una debole stagionalità nella distribuzione delle osservazioni, con solamente la III campagna che si separa, in parte, dalle prime due (fig. 27). Al primo asse (PC1), che spiega il 40% della varianza totale, è in parte associato un primo gradiente di confinamento, influenzato soprattutto dalla salinità e dalla torbidità. Al secondo asse (PC2), che spiega il 17% della varianza totale, è invece associato un secondo gradiente di confinamento, influenzato questa volta dalla temperatura, dal contenuto di sostanza organica nel sedimento, dall'ossigeno disciolto e dalla concentrazione di clorofilla. Da questo quadro emerge come i tre sottobacini, pur non essendo chiaramente separati dall'ordinamento delle osservazioni, mostrino comunque alcune caratteristiche distintive. In particolare, i sedimenti del sottobacino nord risultano maggiormente arricchiti in sostanza organica. Il sottobacino centrale invece, per effetto del canale dei petroli, mostra una maggiore influenza marina anche nelle stazioni lagunari, mentre per il sottobacino sud si evidenziano le conseguenze di un gradiente mare-laguna compresso e influenzato dall'apporto d'acqua dolce del canale Novissimo.

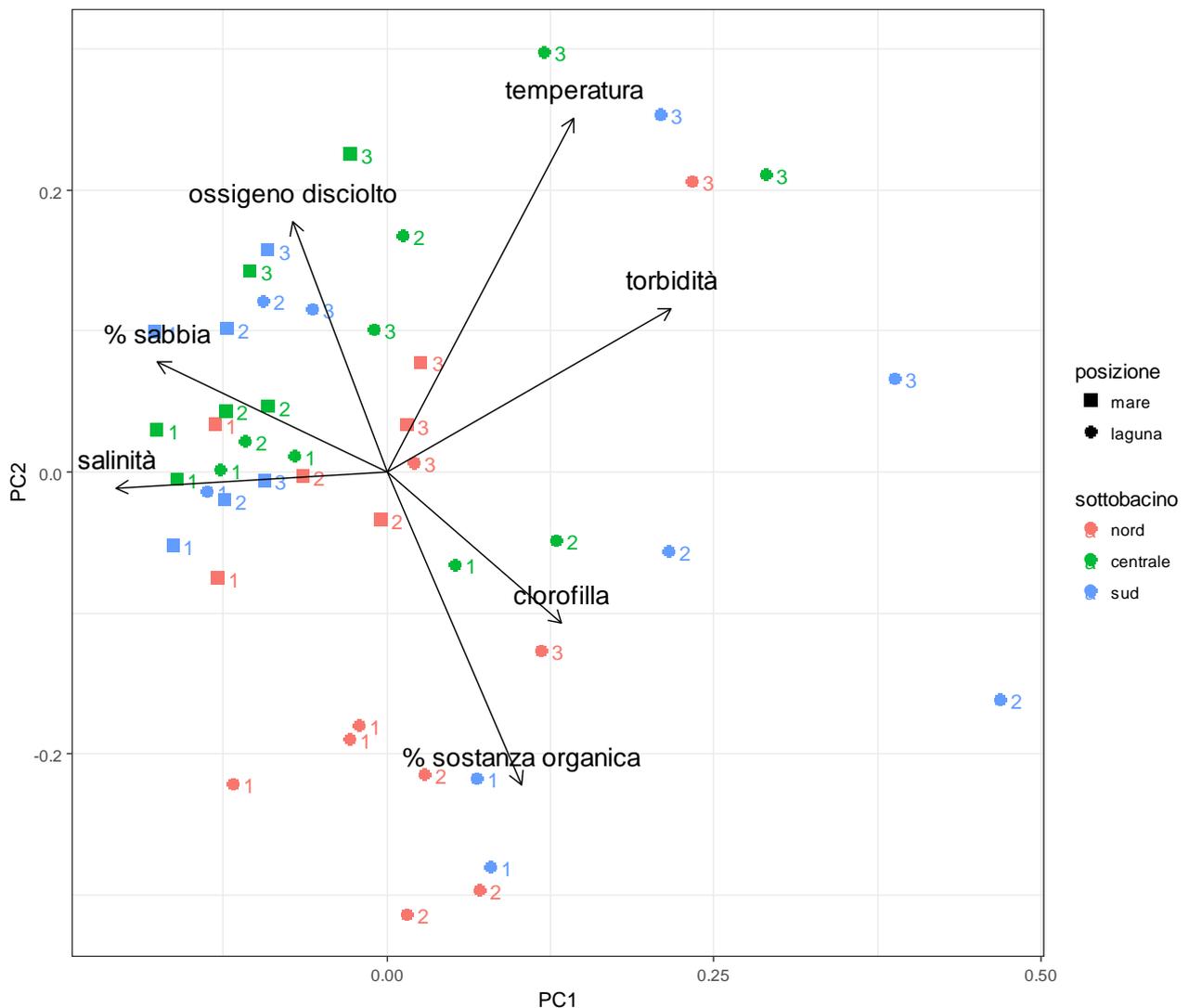


Figura 27. Ordinamento mediante PCA delle stazioni di campionamento con sciabica, basato sui parametri ambientali registrati durante i campionamenti. I numeri accanto ai simboli indicano la campagna

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

L'analisi dei campioni raccolti con la sciabica ha consentito l'identificazione di 37 taxa di teleostei, appartenenti a 19 famiglie (tab. 19). I taxa campionati sono state raggruppati in tre guild funzionali: 14 (*A. boyeri*, *S. pavo*, *A. fasciatus*, *G. niger*, *H. guttulatus*, *K. panizzae*, *P. canestrinii*, *P. marmoratus*, *Z. zebrus*, *Z. ophiocephalus*, *N. ophidion*, *S. abaster*, *S. taenionotus* e *S. typhle*) appartengono alla guild dei residenti estuarini, 11 (*A. sphynx*, *A. kessleri*, *S. roissali*, *U. cirrosa*, *S. rhombus*, *S. maximus*, *S. porcus*, *Microchirus* sp., *Pegusa* sp., *C. lucerna* e *E. vipera*) a quella delle specie marine occasionali e 12 (*B. belone*, *S. pilchardus*, *S. sprattus*, *P. minutus*, *D. labrax*, *C. labrosus*, *L. aurata*, *L. ramada*, *L. saliens*, *P. flesus*, *S. solea*, *S. aurata*) a quella dei migratori marini.

Tabella 19. Lista dei taxa ritrovati durante i campionamenti con sciabica. In grassetto sono evidenziati i migratori marini. r = residenti, mm = migratori marini, ms = marini occasionali.

Famiglia	Taxon	Guild	Sigla
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	r	ABO
Belonidae	<i>Belone belone</i>	mm	BBE
Blenniidae	<i>Salaria pavo</i>	r	SPA
	<i>Aidablennius sphynx</i>	ms	ASP
Bothidae	<i>Arnoglossus kessleri</i>	ms	AKE
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	mm	SPI
	<i>Sprattus sprattus</i>	mm	SSP
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>	r	APFA
Gobiidae	<i>Gobius niger</i>	r	GNI
	<i>Hippocampus guttulatus</i>	r	HGU
	<i>Knipowitschia panizzae</i>	r	KPA
	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	r	PCA
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	r	PMA
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	mm	PMI
	<i>Zebrus zebrus</i>	r	ZZE
	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	r	ZOP
Labridae	<i>Symphodus roissali</i>	ms	SRO
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mm	DLA
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	mm	CLA
	<i>Liza aurata</i>	mm	LAU
	<i>Liza ramada</i>	mm	LRA
	<i>Liza saliens</i>	mm	LSA
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	mm	PFL
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i>	ms	UCI
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus rhombus</i>	ms	SRH
	<i>Scophthalmus maximus</i>	ms	SMA
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i>	ms	SPO
Soleidae	<i>Solea solea</i>	mm	SSO
	<i>Microchirus</i> sp.	ms	Micr.sp.
	<i>Pegusa</i> sp.	ms	Pegusa.sp.
Sparidae	<i>Sparus aurata</i>	mm	SAU
Syngnathidae	<i>Nerophis ophidion</i>	r	NOP
	<i>Syngnathus abaster</i>	r	SAB
	<i>Syngnathus taenionotus</i>	r	STA
	<i>Syngnathus typhle</i>	r	STY
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	ms	EVI
Triglidae	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	ms	CLU

Analizzando la composizione percentuale delle catture con sciabica nei tre sottobacini durante le tre campagne (fig. 28), si osserva una dominanza di taxa migratori, ad eccezione della III campagna nel sottobacino centrale e dalla II campagna nel sottobacino sud, dove si osserva un rilevante contributo di specie residenti (soprattutto *A. boyeri*). Tra i migratori marini, il mugilide *L. ramada* risulta essere la specie con l'abbondanza relativa più elevata, in particolare nelle prime due campagne nei sottobacini nord e centrale, e nella I e III campagna del sottobacino sud. Anche *L. aurata* contribuisce in modo significativo al popolamento ittico di basso fondale, soprattutto nella III campagna nel sottobacino nord, nella I e II campagna nel sottobacino centrale, e in tutte e tre le campagne nel sottobacino sud. In questo ciclo di monitoraggio, invece, è risultato del tutto irrilevante il contributo della terza specie del genere *Liza*, *L. saliens*. Nel caso della componente postlarvale e giovanile, diversamente da quanto osservato per la componente ittioplanctonica, risulta essere meno importante il contributo dei clupeidi; le presenze di postlarve e giovanili di spratto e sardina rappresentano infatti una componente non trascurabile del popolamento ittico soltanto nella III campagna del sottobacino nord (spratto) e nella III campagna del sottobacino sud (sardina). Infine, le postlarve e i giovanili di orata sono stati rinvenuti in tutti i sottobacini e in tutte le campagne, ma l'abbondanza relativa di questo sparide è risultata significativa soltanto nella II campagna del sottobacino sud (fig. 28).

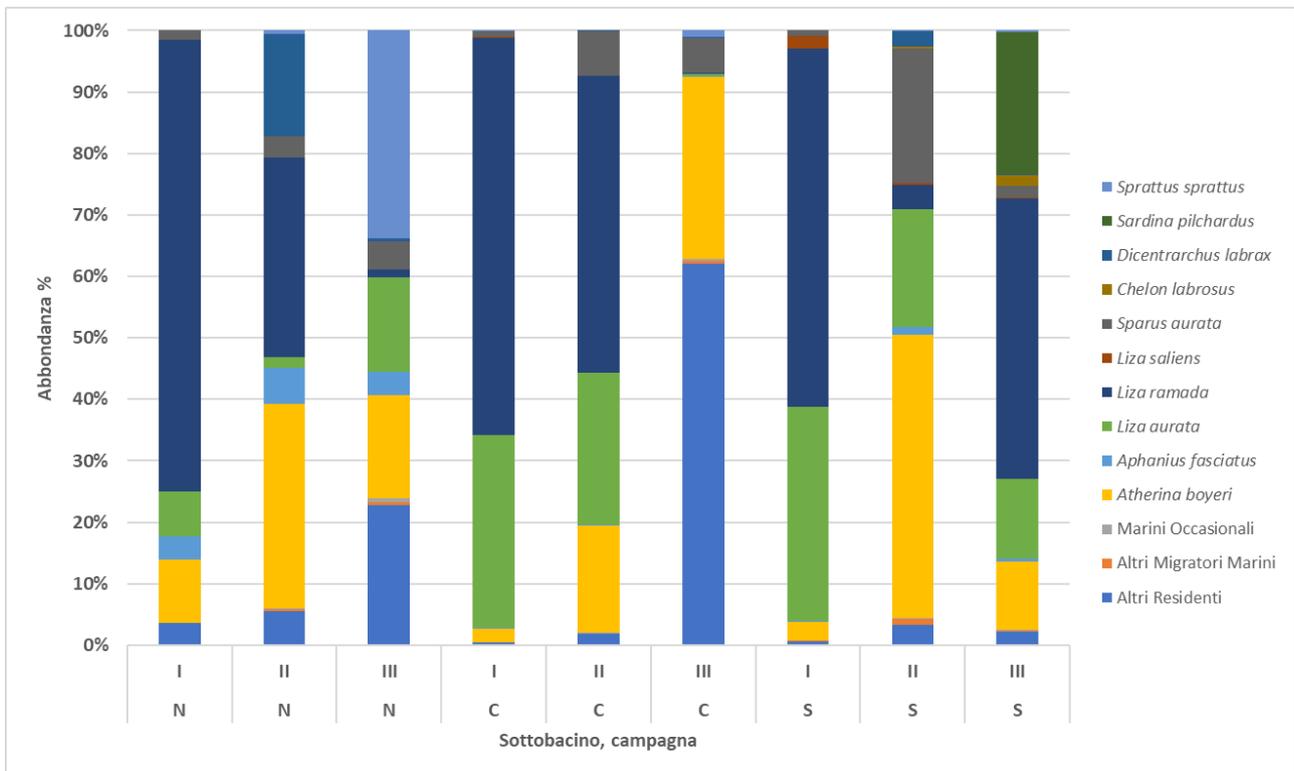


Figura 28. Abbonanze percentuali calcolate sulle densità medie totali di individui campionati con sciabica per campagna, separatamente per sottobacino (N = sottobacino nord; C = sottobacino centrale; S = sottobacino sud).

In figura 29 viene mostrata, per ognuno dei tre sottobacini, la composizione percentuale del popolamento ittico campionato nelle diverse stazioni, sulla base delle densità medie calcolate per l'intero periodo di monitoraggio. Nel sottobacino nord, il popolamento ittico risulta dominato dalle specie di migratori marini (soprattutto *L. ramada* nelle stazioni marine e in CR, lo spratto nella stazione lagunare più vicina alla bocca a mare, BA), con la sola eccezione della stazione più interna e vicina alla gronda (SC), dove sono di gran lunga più importanti le specie di residenti lagunari. Anche nel sottobacino sud si osserva la dominanza, in termini di abbondanza percentuale, delle

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

specie di migratori marini rispetto a quelle appartenenti alla guild dei residenti lagunari, con la sola eccezione della stazione lagunare TR, dove l'importanza di queste due guild è risultata confrontabile. In entrambi questi sottobacini, la specie marina migratrice più importante in termini percentuali è risultata essere *L. ramada*, anche se nel sottobacino settentrionale questo mugilide ha caratterizzato soprattutto il popolamento ittico delle stazioni marine, mentre in quello meridionale è risultato importante soprattutto nelle stazioni lagunari più interne. Invece, nel sottobacino centrale è stata riscontrata la netta dominanza delle specie residenti, con la sola eccezione della stazione marina AL dove sono risultati nettamente più importanti i mugilidi *L. ramada* e *L. aurata* (fig. 29).

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

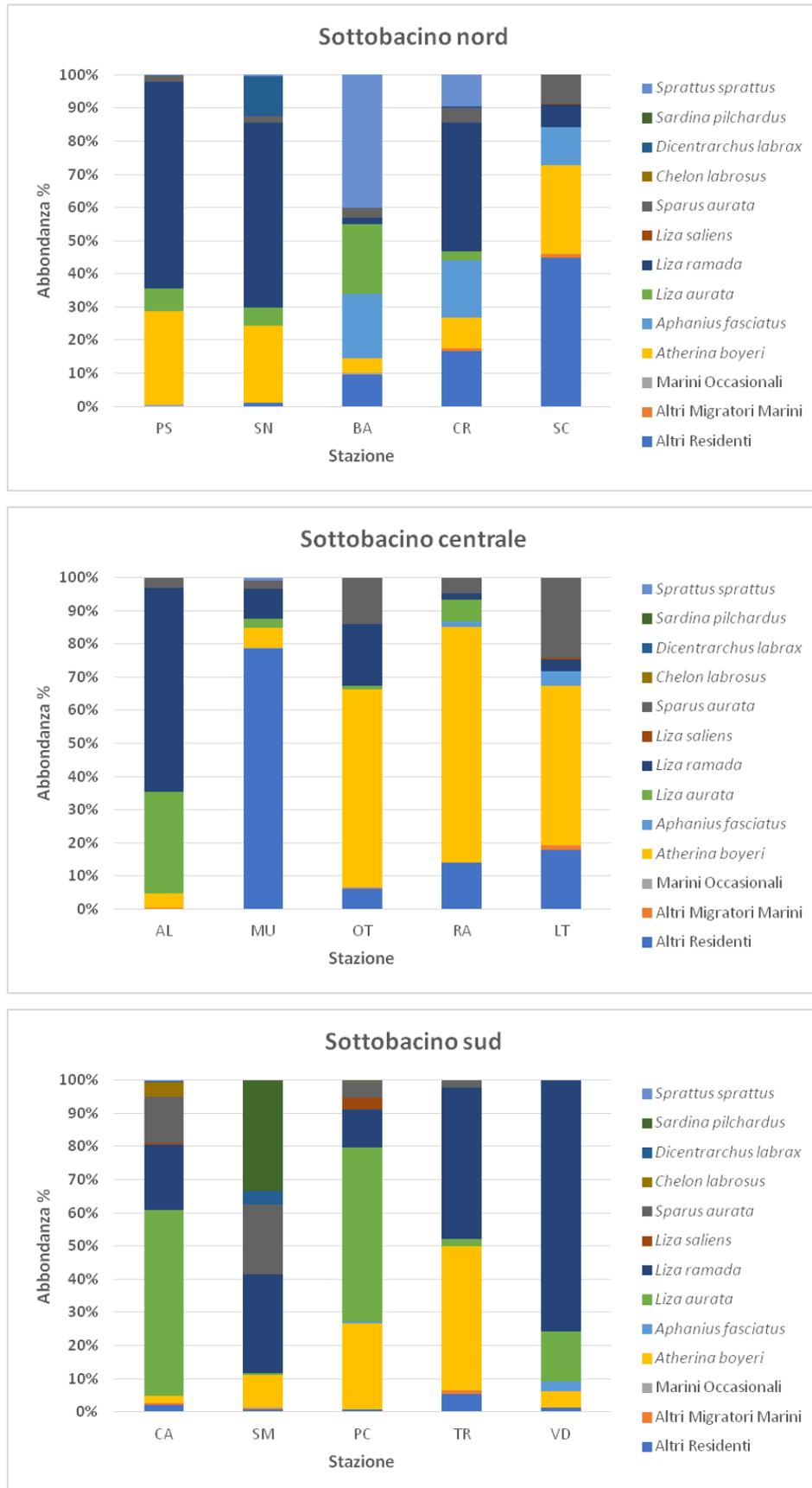


Figura 29. Abbondanze percentuali calcolate sulle densità medie totali di individui campionati con sciabica per stazione, separatamente per sottobacino.

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

Sia considerando l'intera comunità neotonica che la sola componente di migratori giovanili, l'analisi delle densità di individui ottenute dai campionamenti con sciabica (tab. 20) mostra un effetto significativo di tutti i fattori considerati (Sottobacino, Campagna e Posizione), anche se la significatività dell'interazione tra due o tre fattori può rendere difficile l'interpretazione dei pattern osservati. Anche nel caso dell'orata è evidenziabile un effetto significativo di tutti e tre i fattori considerati singolarmente, come pure è risultata significativa l'interazione fra campagna e posizione (tab. 20).

Infatti, nel caso del popolamento ittico totale sono risultate significative le interazioni sottobacino x posizione e campagna x sottobacino, mentre nel caso dei giovanili di migratori marini è risultata significativa l'interazione fra i tre fattori considerati. Anche per *L. aurata* è evidenziabile un'interazione significativa fra sottobacino, campagna e posizione. Analogamente, un effetto significativo di questi fattori (sia da soli sia in interazione) è stato osservato anche per tre delle quattro specie di migratori giovanili più frequenti e abbondanti nel popolamento ittico di basso fondale (*L. aurata*, *L. ramada* e l'orata). Nel caso di *L. saliens*, invece, sono risultate significative soltanto le differenze fra sottobacini. Un quadro sostanzialmente simile è stato ottenuto considerando le biomasse invece che il numero di individui (tab. 21).

Tabella 20. 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 *L. aurata*, *L. ramada*, *L. 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.

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

Tabella 21. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra campagne, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando le densità medie di biomassa campionate con sciabica calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei migratori e per *L. aurata*, *L. ramada*, *L. 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.

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

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

Considerando sia l'intera comunità che i soli migratori giovanili, sono evidenziabili differenze fra i valori di densità osservati nei tre sottobacini, con valori più elevati nel sottobacino centrale nel caso delle stazioni marine e valori più elevati nel sottobacino meridionale nel caso delle stazioni lagunari (fig. 30A, 30C). Nel corso delle tre campagne le densità di individui mostrano una significativa diminuzione in mare, nei sottobacini nord e centrale, e, nel solo sottobacino nord, un lieve aumento all'interno della laguna (fig. 30A, 30C). Il sottobacino sud, al contrario, non mostra sostanziali differenze tra le campagne, sia in mare che in laguna.

Per quanto riguarda le densità totali medie in termini di biomassa (fig. 30B), i valori maggiori sono stati osservati nella II campagna di campionamento nelle stazioni marine del sottobacino nord e, soprattutto, di quello centrale (fig. 30B). Nel caso dei migratori marini (fig. 30D), nei sottobacini nord e centrale il pattern delle biomasse è risultato sostanzialmente simile a quello osservato per le densità numeriche; nel sottobacino sud, invece, il pattern osservato è risultato diverso, con valori maggiori nella III campagna, sia in mare che in laguna (fig. 30D).

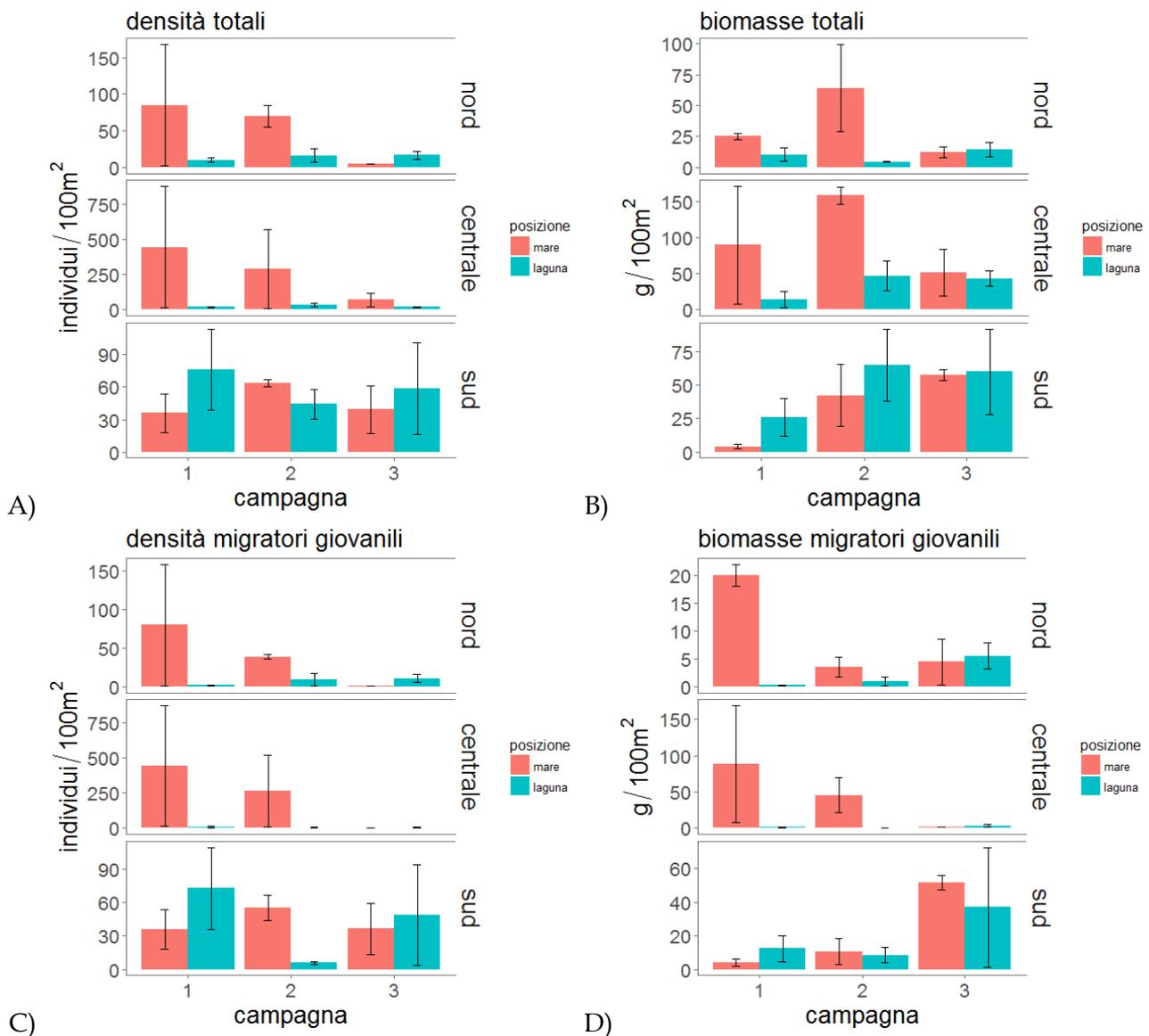


Figura 30. Densità medie (\pm E.S.) di individui (A, C) e di biomassa (B, D) campionate con sciabica. A, B = intero popolamento ittico; C, D = componente migratrice marina.

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

Sono stati poi analizzati i valori medi di densità e biomassa delle singole specie di migratori marini (fig. 31, 32). Le specie più abbondanti nei campioni sono risultate, nell'ordine, *L. ramada* e *L. aurata*. Le densità e le biomasse medie maggiori di questi mugilidi sono state registrate nelle stazioni marine del sottobacino centrale durante la I e, in misura minore, la II campagna di campionamento; nel caso della biomassa media di *L. aurata* (fig. 32), valori relativamente elevati sono stati osservati anche nel sottobacino meridionale nell'ultima campagna, sempre in mare. Anche nel caso dell'orata sono evidenziabili differenze significative fra sottobacini, campagne e posizioni (tab. 20, 21). I valori maggiori di densità media di questo sparide sono stati registrati nelle stazioni marine dei sottobacini centrale e meridionale durante la II campagna (fig. 31); i valori più elevati di biomassa sono stati invece riscontrati nelle stazioni lagunari del sottobacino centrale, nell'ultima campagna (fig. 32). Invece, nel caso di *L. saliens* le uniche differenze statisticamente significative sono risultate quelle tra sottobacini (tab. 20, 21), con valori maggiori in laguna sud (fig. 31).

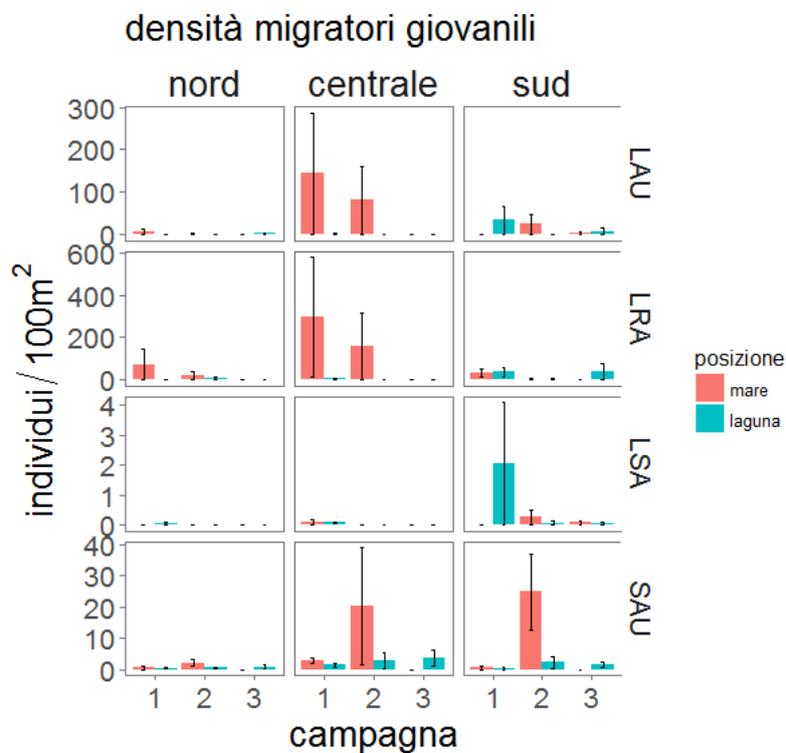


Figura 31. Densità medie (\pm E.S.) di individui campionati appartenenti alle 4 specie più abbondanti. LAU = *Liza aurata*, LRA = *Liza ramada*, LSA = *Liza saliens*, SAU = *Sparus aurata*.

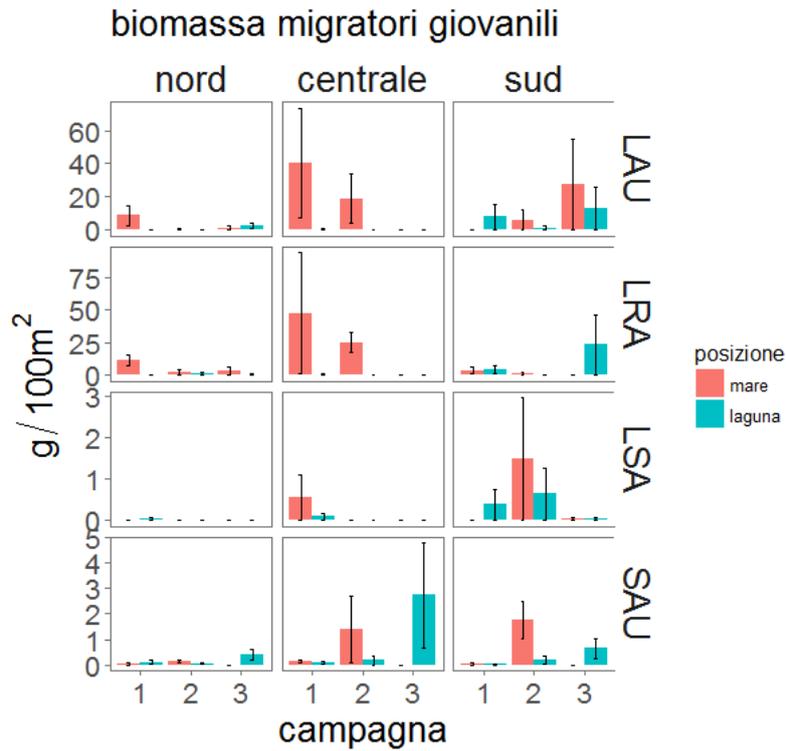


Figura 32. Densità medie (\pm E.S.) di biomassa campionata appartenente alle 4 specie più abbondanti. LAU = *Liza aurata*, LRA = *Liza ramada*, LSA = *Liza saliens*, SAU = *Sparus aurata*.

Per quanto riguarda le presenze delle altre specie di migratori giovanili, queste sono risultate caratterizzate da basse abbondanze (*Pomatoschistus minutus*, *Platichthys flesus*, *Solea solea*), da un'elevata sporadicità delle catture (*Sardina pilchardus*, *Sprattus sprattus*, *Dicentrarchus labrax*, *Chelon labrosus*), o da entrambe (*Belone belone*) (fig. 33, 34).

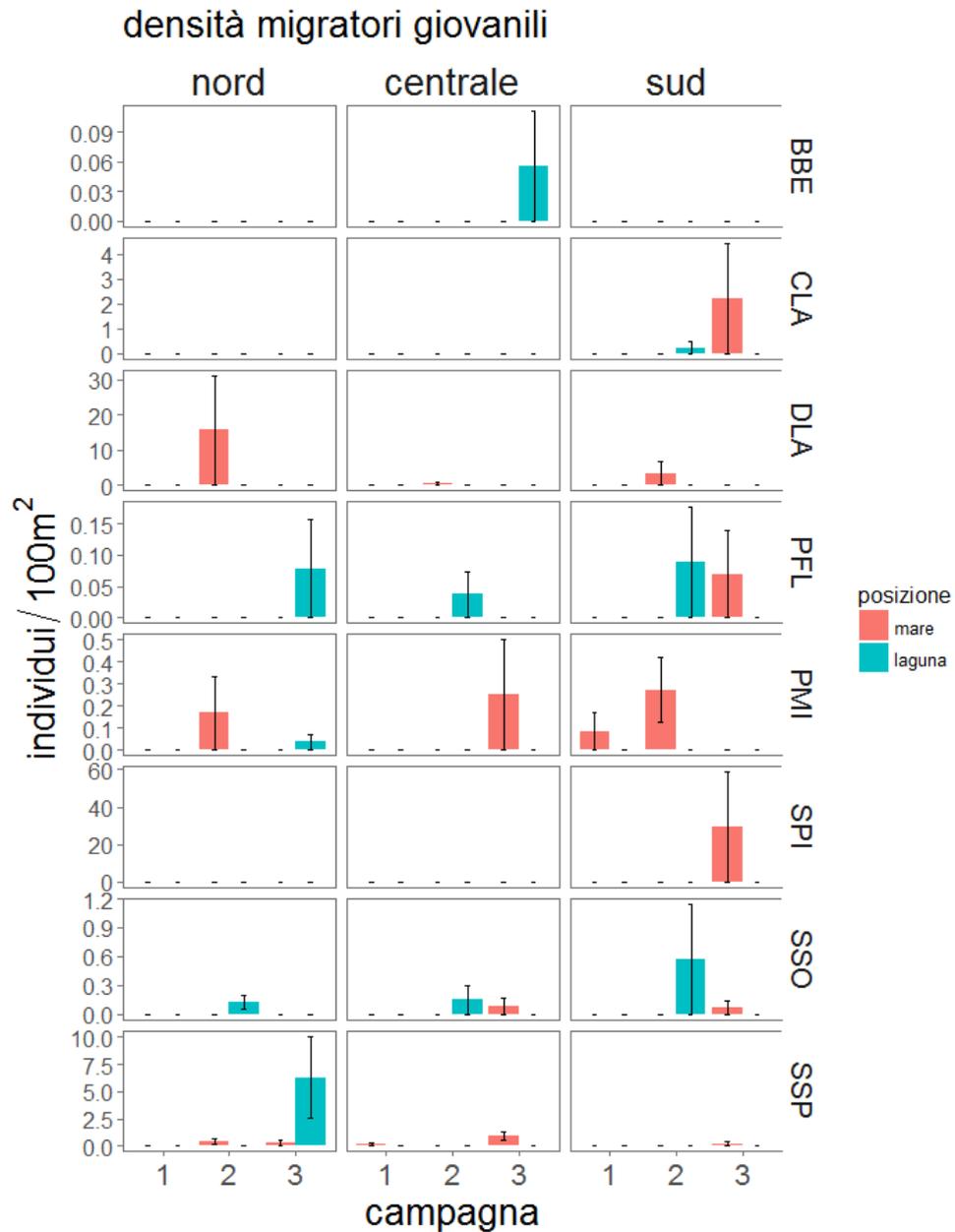


Figura 33. Densità medie (\pm E.S.) di individui campionati appartenenti alle altre specie di migratori marini (BBE = *Belone belone*; CLA = *Chelon labrosus*; DLA = *Dicentrarchus labrax*; PFL = *Platichthys flesus*; PMI = *Pomatoschistus minutus*; SPI = *Sardina pilchardus*; SSO = *Solea solea*; SSP = *Sprattus sprattus*).

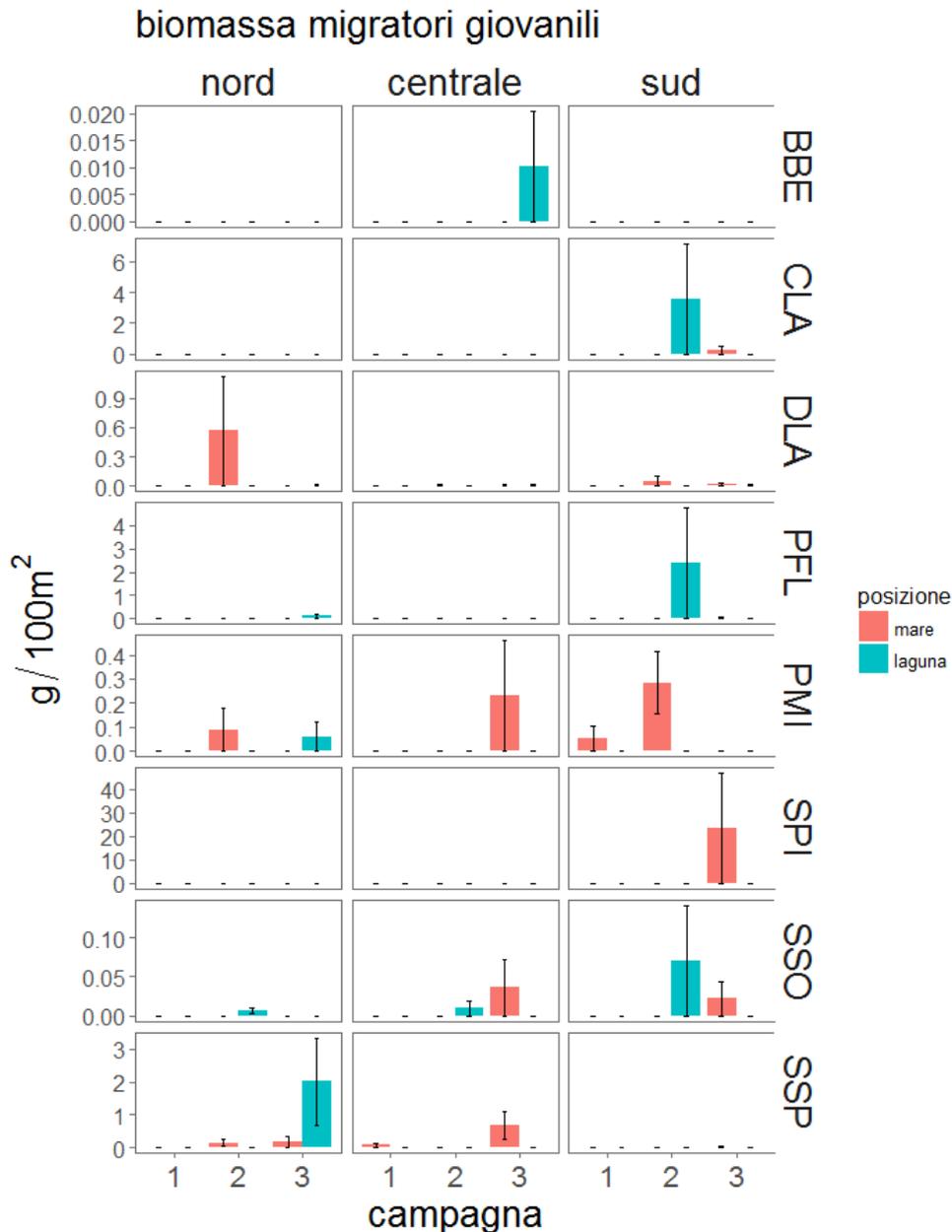


Figura 34. Densità medie (\pm E.S.) di biomassa campionata appartenente alle altre specie di migratori marini (BBE = *Belone belone*; CLA = *Chelon labrosus*; DLA = *Dicentrarchus labrax*; PFL = *Platichthys flesus*; PMI = *Pomatoschistus minutus*; SPI = *Sardina pilchardus*; SSO = *Solea solea*; SSP = *Sprattus sprattus*).

L'indice di accumulo, calcolato separatamente per l'intera comunità nectonica e per la componente migratrice (fig. 35, tab. 22), mostra una maggiore concentrazione di individui durante la III campagna, in particolare considerando i migratori giovanili, per i quali la soglia di 0.5 viene superata in tutti i sottobacini (fig. 35B).

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

Tabella 22. Indice di colonizzazione calcolato per la densità di individui campionati con sciabica. "--" = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile.

sottobacino	campagna	totale	migratori	<i>L. aurata</i>	<i>L. ramada</i>	<i>L. saliens</i>	<i>S. aurata</i>
nord	1	0.10	0.02	0.00	0.01	1.00	0.44
	2	0.19	0.19	0.03	0.30	--	0.25
	3	0.79	0.95	0.97	0.48	--	1.00
centro	1	0.04	0.02	0.01	0.02	0.46	0.35
	2	0.10	0.01	0.00	0.00	--	0.12
	3	0.20	0.75	1.00	1.00	--	1.00
sud	1	0.68	0.67	0.97	0.51	1.00	0.40
	2	0.41	0.09	0.01	0.52	0.19	0.09
	3	0.60	0.57	0.69	0.99	0.39	1.00

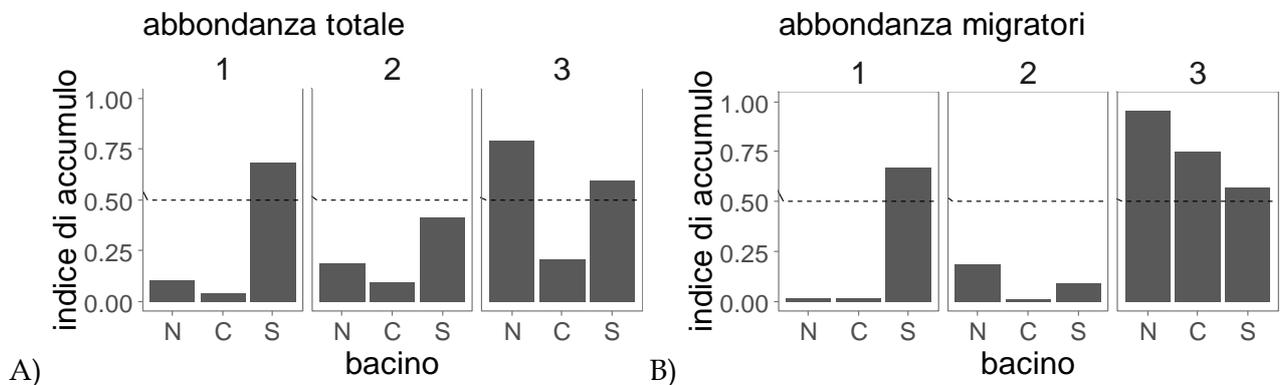


Figura 35. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per l'intero popolamento ittico campionato con sciabica (A) e per la sola componente migratrice marina (B), suddiviso per campagna e per sottobacino.

Tre delle quattro specie analizzate con più dettaglio (*L. aurata*, *L. ramada* e *L. orata*) confermano questo accumulo di individui nella III campagna in tutti i sottobacini, tranne per *L. ramada* nel sottobacino nord (fig. 36). Fa eccezione *L. saliens*, che è risultata più abbondante nelle stazioni lagunari solo durante la I campagna, nei sottobacini nord e sud.

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

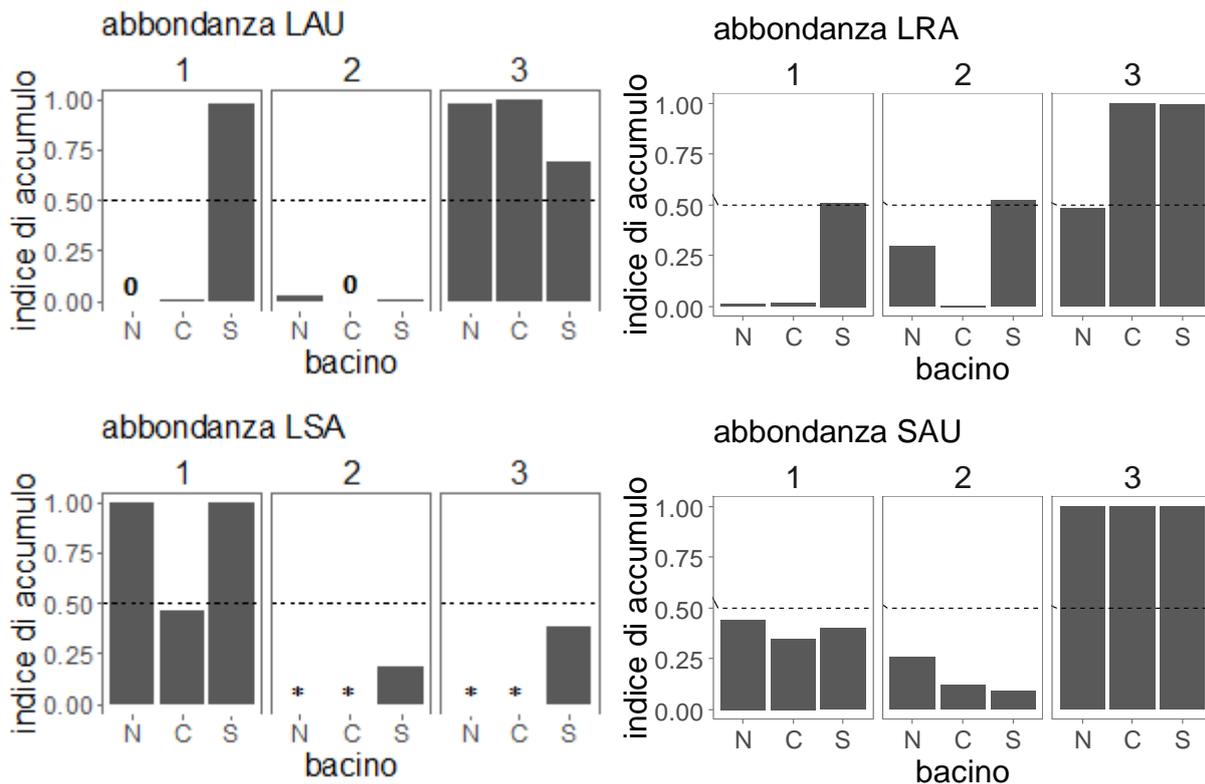


Figura 36. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le 4 specie più abbondanti (LAU = *Liza aurata*; LRA = *Liza ramada*; LSA = *Liza saliens* e SAU = *Sparus aurata*), suddiviso per campagna e per sottobacino. * = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile. 0 = individui trovati solo in mare.

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

Nel corso dei due cicli di monitoraggio (B/11 e B/12) sono stati raccolti complessivamente 41 taxa (tab. 23). Di questi, 24 sono risultati presenti in entrambi gli studi. Le differenze nella composizione tassonomica della comunità ittica di basso fondale tra i due cicli di monitoraggio sono da imputare essenzialmente alla guild dei marini occasionali. La comunità dei marini migratori mostra infatti minori variazioni, come l'assenza dell'acciuga e la comparsa di *Belone belone* nel B/12. In questo studio sono state inoltre rinvenute anche tre nuove specie di residenti lagunari: *Gobius niger*, *Hippocampus guttulatus* e *Zebrus zebrus*.

Tabella 23. Lista dei taxa ritrovati durante i campionamenti con sciacca effettuati durante gli studi B/11 e B/12. In grassetto sono evidenziati i migratori marini. r = residenti, mm = migratori marini, ms = marini occasionali.

Famiglia	Taxon	Guild	Sigla	B/11	B/12
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	r	ABO	X	X
Belonidae	<i>Belone belone</i>	mm	BBE		X
Blenniidae	<i>Salaria pavo</i>	r	SPA	X	X
	<i>Aidablennius sphyinx</i>	ms	ASP		X
Bothidae	<i>Arnoglossus kessleri</i>	ms	AKE		X
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	mm	SPI	X	X
	<i>Sprattus sprattus</i>	mm	SSP	X	X
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>	r	APFA	X	X
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	mm	EEN	X	

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

Famiglia	Taxon	Guild	Sigla	B/11	B/12
Gobiidae	<i>Gobius niger</i>	r	GNI		X
	<i>Hippocampus guttulatus</i>	r	HGU		X
	<i>Knipowitschia panizzae</i>	r	KPA	X	X
	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	r	PCA	X	X
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	r	PMA	X	X
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	mm	PMI	X	X
	<i>Zebrus zebrus</i>	r	ZZE		X
	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	r	ZOP	X	X
Labridae	<i>Symphodus roissali</i>	ms	SRO		X
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	mm	DLA	X	X
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	mm	CLA	X	X
	<i>Liza aurata</i>	mm	LAU	X	X
	<i>Liza ramada</i>	mm	LRA	X	X
	<i>Liza saliens</i>	mm	LSA	X	X
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	mm	PFL	X	X
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i>	ms	UCI		X
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus rhombus</i>	ms	SRH	X	X
	<i>Scophthalmus maximus</i>	ms	SMA		X
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i>	ms	SPO		X
Soleidae	<i>Solea solea</i>	mm	SSO	X	X
	<i>Microchirus</i> sp.	ms	Micr.sp.		X
	<i>Pegusa</i> sp.	ms	Pegu.sp.		X
Sparidae	<i>Boops boops</i>	ms	BBO	X	
	<i>Diplodus puntazzo</i>	ms	DPU	X	
	<i>Sarpa salpa</i>	ms	SSA	X	
	<i>Sparus aurata</i>	mm	SAU	X	X
Syngnathidae	<i>Nerophis ophidion</i>	r	NOP	X	X
	<i>Syngnathus abaster</i>	r	SAB	X	X
	<i>Syngnathus taenionotus</i>	r	STA	X	X
	<i>Syngnathus typhle</i>	r	STY	X	X
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	ms	EVI		X
Triglidae	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	ms	CLU	X	X

L'analisi statistica, estesa al dataset comprendente gli ultimi due cicli di monitoraggio (B/11 e B/12), ha evidenziato la presenza di differenze significative sia per quanto riguarda la densità media di individui che per la biomassa media (tab. 24, 25). Nel sottobacino nord i valori medi di densità (totale e migratori giovanili) sono risultati maggiori nel primo ciclo di campionamento (III campagna) nel caso delle stazioni lagunari, mentre sono risultati maggiori nel secondo ciclo di indagine (I e II campagna) nel caso delle stazioni marine (fig. 37). Nel sottobacino sud sono state osservate densità medie (totale e migratori giovanili) maggiori in mare nel primo ciclo di campionamento (II campagna) (fig. 37). Nel caso delle biomasse medie (fig. 38), le differenze sono evidenti soprattutto nel caso dei migratori marini (fig. 38B): per quanto riguarda il bacino nord, le maggiori abbondanze lagunari sono state osservate nel I ciclo (IV campagna), mentre le maggiori abbondanze marine sono state riscontrate nel secondo ciclo (I campagna); nel sottobacino meridionale le maggiori biomasse medie sono state osservate in mare (II campagna) nel primo ciclo di monitoraggio (fig. 38).

Nel complesso, le densità dei soli migratori marini nei sottobacini nord e sud sono risultate confrontabili nei due cicli di indagine, se non si considera il picco assoluto di abbondanza

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

osservato in mare nella II campagna del I ciclo (fig. 37A). Nel sottobacino centrale invece, le densità in laguna sono risultate sostanzialmente confrontabili fra i due cicli, mentre in mare sono stati osservati picchi di abbondanza più elevati nell'ultimo periodo di monitoraggio (fig. 37).

Tabella 24. 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 *L. aurata*, *L. ramada*, *L. 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.

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

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

Tabella 25. Risultati del test chi-quadro sulla devianza per i GLM per i confronti tra cicli di monitoraggio, campagne e sottobacini e tra cicli di monitoraggio, sottobacini e posizioni, effettuato confrontando le densità medie di biomassa campionate con sciabica calcolate per l'intero popolamento, per la sola componente dei migratori e per *L. aurata*, *L. ramada*, *L. 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.

Fattore	Giovanili totali	Giovanili migratori	<i>L. aurata</i>	<i>L. ramada</i>	<i>L. saliens</i>	<i>S. aurata</i>
Sottobacino	*	*	*	*	*	*
Campagna	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*
Posizione	*	*	*	*	*	n.s.
Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Sottobacino x Campagna	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.
Sottobacino x Posizione	*	*	*	*	n.s.	n.s.
Sottobacino x Studio	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Campagna x Posizione	*	*	*	*	n.s.	n.s.
Campagna x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Posizione x Studio	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.
Sottobacino x Campagna x Posizione	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
Sottobacino x Campagna x Studio	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
Sottobacino x Posizione x Studio	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.
Campagna x Posizione x Studio	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Sottobacino x Campagna x Posizione x Studio	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 BOCCHE LAGUNARI

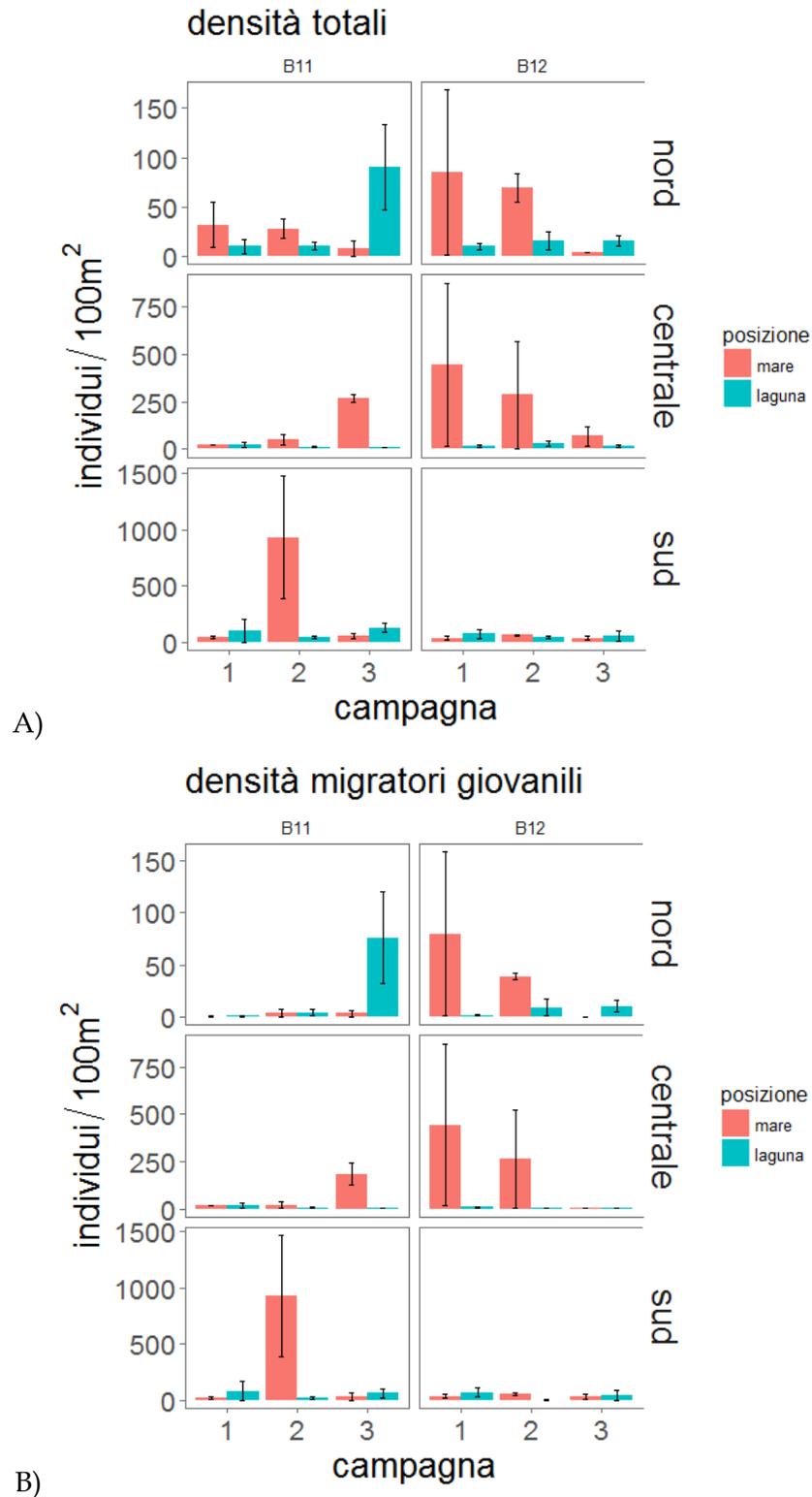


Figura 37. Densità medie (\pm E.S.) di individui appartenenti all'intero popolamento ittico (A) ed alla sola componente migratrice marina (B), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna.

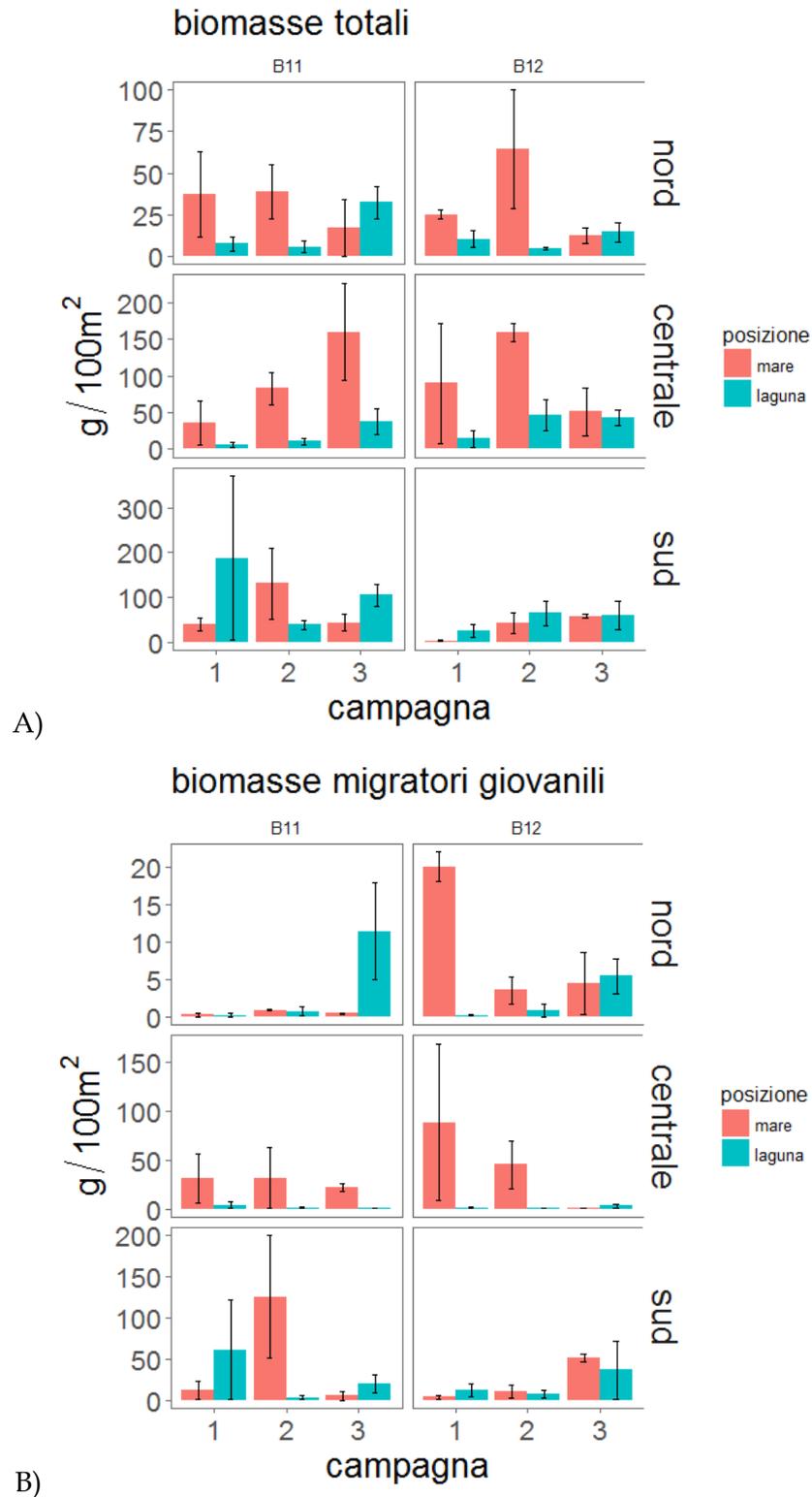


Figura 38. Densità medie (\pm E.S.) di biomassa appartenente all'intero popolamento ittico (A) ed alla sola componente migratrice marina (B), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna.

Per quanto riguarda le singole le specie, differenze significative fra cicli di monitoraggio sono state evidenziate soprattutto nel caso di *L. saliens* e dell'orata (fig. 39, 40; tab. 24, 25). Rispetto alle altre due specie del genere *Liza*, le presenze di *L. saliens* sono risultate meno frequenti e molto meno abbondanti e limitate pressoché esclusivamente al I ciclo di indagine (molto pochi gli esemplari

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

catturati nel II ciclo di indagine, e solamente nel sottobacino sud). In entrambi i cicli di monitoraggio, le densità medie dell'orata sono risultate di gran lunga inferiori nel sottobacino nord rispetto a quanto osservato negli altri due sottobacini (fig. 39). Nel sottobacino sud le presenze di questa specie sono risultate nel complesso maggiori nel primo ciclo, sia in mare che in laguna, anche se il picco massimo di abbondanza è stato osservato nel secondo ciclo in mare (II campagna)(fig. 39). Nel sottobacino centrale la principale differenza fra cicli di indagine ha riguardato la dinamica temporale degli arrivi di questa specie, con un picco massimo assoluto di abbondanza nella III campagna per quanto riguarda il primo ciclo, ed un picco massimo inferiore nella II campagna nel caso del secondo ciclo di indagine. In termini di biomassa media (fig. 40), i picchi massimi di abbondanza di orata sono stati osservati nella III campagna del primo ciclo di monitoraggio: nel sottobacino centrale in mare e in quello meridionale in laguna.

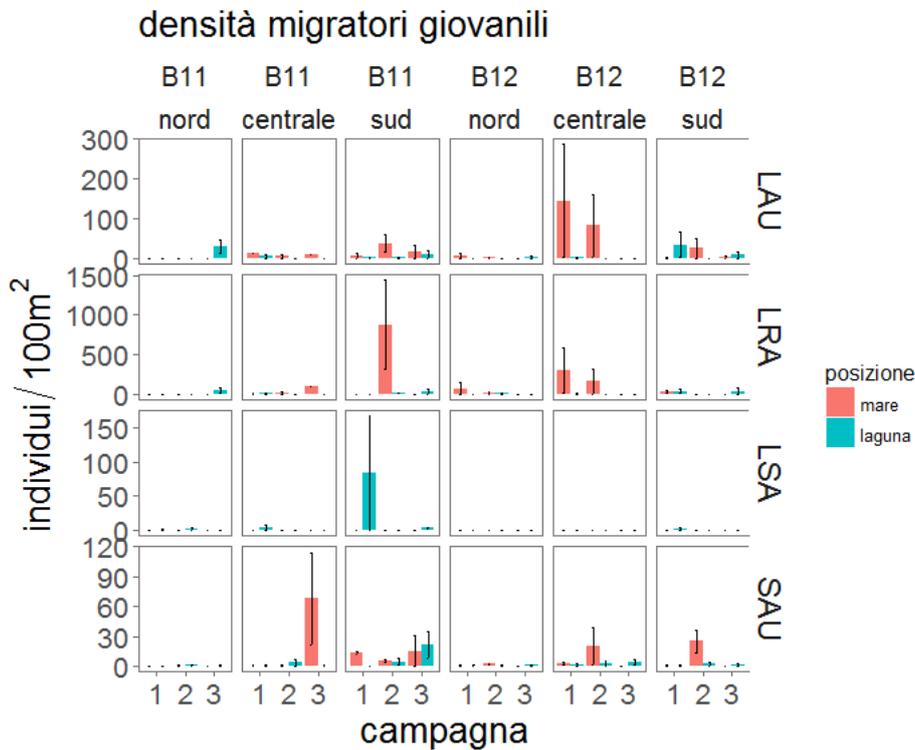


Figura 39. Densità medie (\pm E.S.) di individui appartenenti alle 4 specie migratrici marine più abbondanti (LAU = *Liza aurata*; LRA = *Liza ramada*; LSA = *Liza saliens* e SAU = *Sparus aurata*), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna.

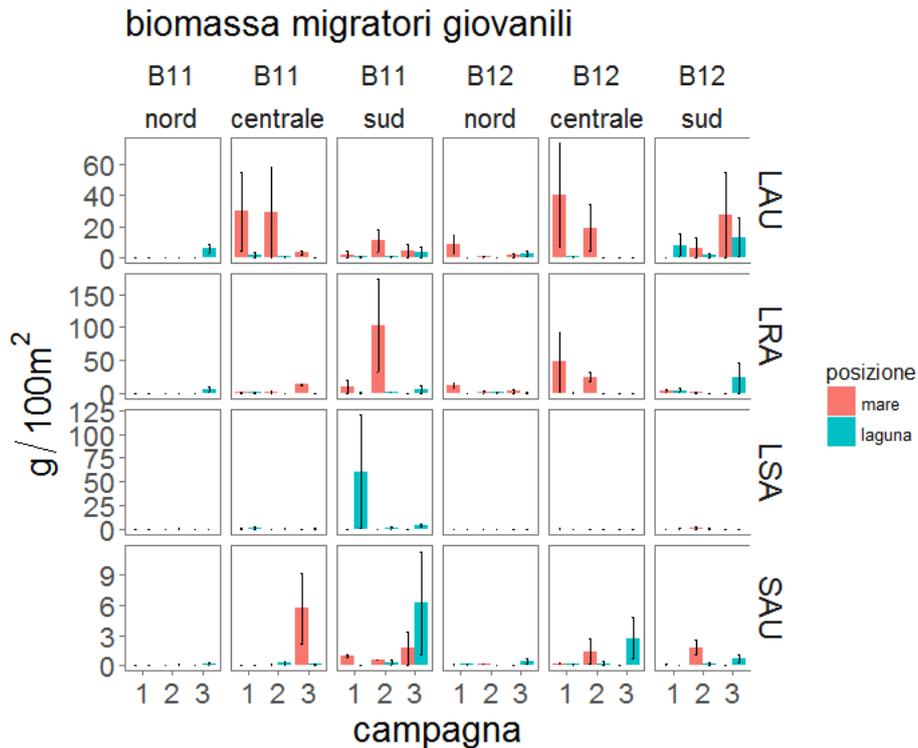


Figura 40. Densità medie (\pm E.S.) di biomassa appartenente alle 4 specie migratrici marine più abbondanti (LAU = *Liza aurata*; LRA = *Liza ramada*; LSA = *Liza saliens* e SAU = *Sparus aurata*), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna.

Le altre specie di migratori marini sono state raccolte occasionalmente in entrambi i cicli di monitoraggio (fig. 41, 42). Analizzando sia i dati di densità di individui che di biomassa non è possibile identificare dei pattern regolari, ma, ad esempio, si può evidenziare come, in entrambi gli studi, i giovanili di spigola siano sempre stati catturati solo in mare, mentre quelli di sogliola e passera quasi sempre in laguna. Postlarve di sardina sono state campionate soltanto nel secondo ciclo di monitoraggio (III campagna), nel sottobacino sud in mare; anche nel caso dello spratto, le presenze sono state osservate pressoché esclusivamente nel secondo ciclo di indagine, ma con un picco di abbondanza in laguna nel sottobacino nord.

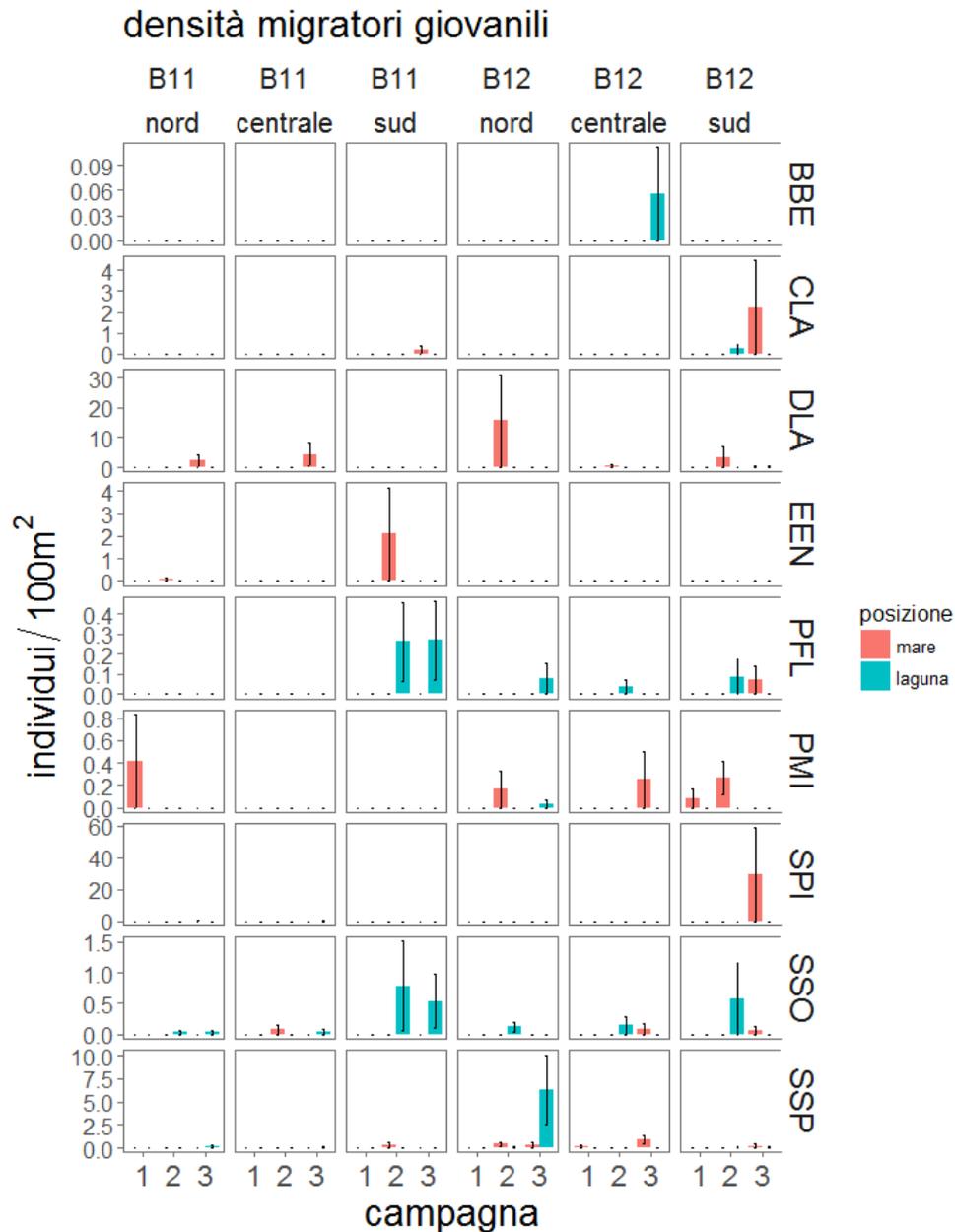


Figura 41. Densità medie (\pm E.S.) di individui appartenenti alle altre specie migratrici marine campionate (BBE = *Belone belone*; CLA = *Chelon labrosus*; DLA = *Dicentrarchus labrax*; EEN = *Engraulis encrasicolus*; PFL = *Platichthys flesus*; PMI = *Pomatoschistus minutus*; SPI = *Sardina pilchardus*; SSO = *Solea solea*; SSP = *Sprattus sprattus*), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna.

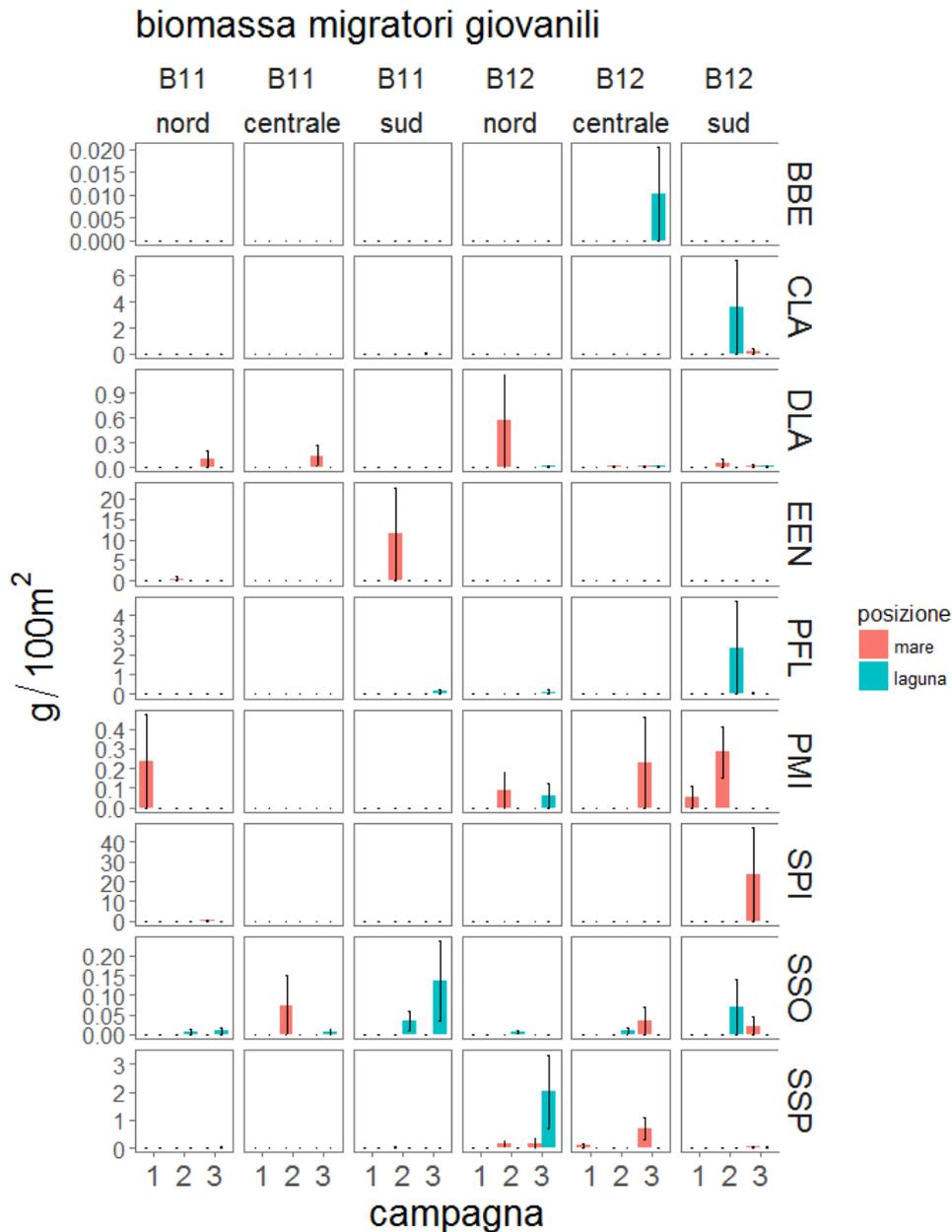


Figura 42. Densità medie (\pm E.S.) di biomassa appartenente alle altre specie migratrici marine campionate (BBE = *Belone belone*; CLA = *Chelon labrosus*; DLA = *Dicentrarchus labrax*; EEN = *Engraulis encrasicolus*; PFL = *Platichthys flesus*; PMI = *Pomatoschistus minutus*; SPI = *Sardina pilchardus*; SSO = *Solea solea*; SSP = *Sprattus sprattus*), raggruppate per ciclo di monitoraggio, per sottobacino e per campagna.

Nel caso dell'intero popolamento ittico, i valori dell'indice di accumulo, calcolato sui valori di densità aggregati per posizione (mare e laguna), hanno evidenziato un pattern simile in entrambi gli studi, con valori superiori a 0.5 nella I campagna per il sottobacino sud e nella III campagna per i sottobacini nord e sud (fig. 43A, tab. 26). Per quanto riguarda i migratori giovanili (fig. 43B, tab. 26), sono state osservate delle differenze fra sottobacini e cicli di indagine. Nel sottobacino nord i valori calcolati sono risultati superiori a 0.5 in tutte le tre campagne del B/11, mentre nel B/12 è stato osservato un accumulo di giovanili soltanto nell'ultima campagna di campionamento. In quello centrale invece, i valori calcolati sono risultati sempre inferiori a 0.5, con l'unica eccezione della III campagna del secondo ciclo di indagine. Nel sottobacino meridionale infine, il pattern è

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

risultato simile in entrambi i periodi di studio, con un accumulo di giovanili in laguna nella prima e nell'ultima campagna di campionamento (fig. 43B, tab. 26).

Tabella 26. Confronto dell'indice di colonizzazione tra il ciclo di monitoraggio B/11 e B/12, calcolato per l'intero popolamento ittico campionato e per la sola componente migratrice marina.

sottobacino	campagna	totale		migratori	
		B/11	B/12	B/11	B/12
nord	1	0.24	0.10	0.58	0.02
	2	0.27	0.19	0.52	0.19
	3	0.92	0.79	0.95	0.95
centro	1	0.49	0.04	0.46	0.02
	2	0.20	0.10	0.21	0.01
	3	0.04	0.20	0.01	0.75
sud	1	0.71	0.68	0.80	0.67
	2	0.05	0.41	0.02	0.09
	3	0.71	0.60	0.67	0.57

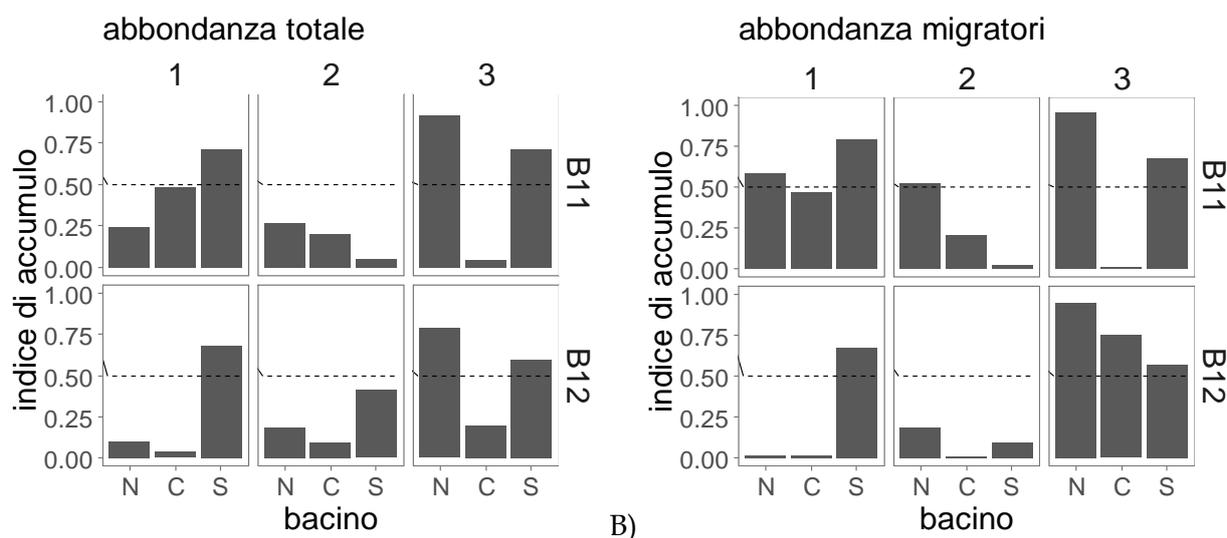


Figura 43. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per l'intero popolamento ittico campionato con sciabica (A) e per la sola componente migratrice marina (B), suddiviso per ciclo di monitoraggio, per campagna e per sottobacino.

Per quanto riguarda le quattro specie di migratori analizzate in dettaglio (fig. 44, tab. 27), *L. aurata* ha mostrato un maggiore accumulo durante il B/12, risultando più presente in laguna in tutti i sottobacini durante la III campagna. Nel caso di *L. ramada*, invece, in entrambi gli studi è stato osservato un accumulo di giovanili in laguna solo in due dei tre sottobacini (nord e sud nel B/11; centrale e sud nel B/12). Le maggiori differenze tra i due cicli di monitoraggio sono state osservate per *L. saliens*. Diversamente da quanto riscontrato quest'anno, nel B/11 i valori di densità di questo mugilide infatti sono risultati sempre maggiori in laguna rispetto al mare, e non solamente durante la I campagna nei sottobacini nord e sud. Per quanto riguarda l'orata, i valori dell'indice di accumulo sembrano indicare un ritardo nella montata dei giovanili nel secondo ciclo di indagine. Rispetto al B/12, infatti, nel B/11 è stata evidenziata una maggiore concentrazione di giovanili di orata nelle stazioni lagunari già nella I e II campagna, almeno per i sottobacini nord e centrale.

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

Tabella 27. Confronto dell'indice di colonizzazione tra il ciclo di monitoraggio B/11 e B/12, calcolato per le 4 specie migratrici marine più abbondanti.

sottobacino	campagna	<i>L. aurata</i>		<i>L. ramada</i>		<i>L. saliens</i>		<i>S. aurata</i>	
		B/11	B/12	B/11	B/12	B/11	B/12	B/11	B/12
nord	1	0.44	0.00	--	0.01	1.00	1.00	0.55	0.44
	2	0.68	0.03	0.21	0.30	1.00	--	0.65	0.25
	3	0.99	0.97	0.98	0.48	1.00	--	0.81	1.00
centro	1	0.32	0.01	0.51	0.02	0.98	0.46	0.62	0.35
	2	0.09	0.00	0.04	0.00	1.00	--	0.86	0.12
	3	0.01	1.00	0.00	1.00	1.00	--	0.01	1.00
sud	1	0.14	0.97	0.22	0.51	1.00	1.00	0.01	0.40
	2	0.05	0.01	0.01	0.52	1.00	0.19	0.44	0.09
	3	0.38	0.69	0.97	0.99	1.00	0.39	0.58	1.00

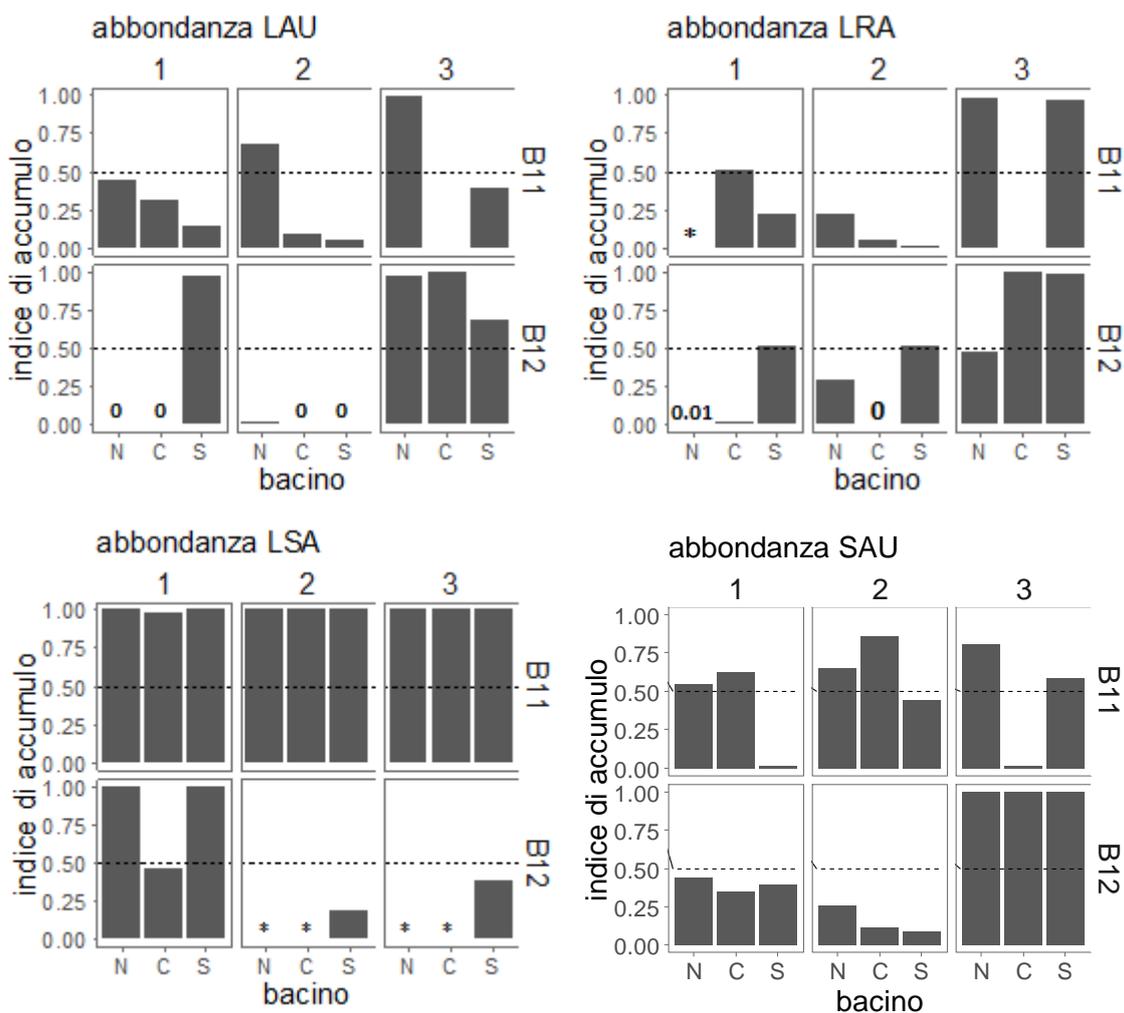


Figura 44. Indice di colonizzazione calcolato separatamente per le 4 specie più abbondanti (LAU = *Liza aurata*; LRA = *Liza ramada*; LSA = *Liza saliens* e SAU = *Sparus aurata*), suddiviso per ciclo di monitoraggio, per campagna e per sottobacino. * = nessun individuo campionato nel transetto, indice non calcolabile. 0 = individui trovati solo in mare.

3.3 Modelli di distribuzione spaziale

Le mappe interpolate (i dati di campo sono stati presentati nel II Rapporto di Valutazione; PROV.V.OO.PP.-CORILA, 2017) dei parametri ambientali prodotti in questo studio per ciascuna campagna di rilievo sono riportate in fig. 45 per la temperatura dell'acqua, in figura 46 per la salinità dell'acqua, in figura 47 per la concentrazione di ossigeno disciolto, e in figura 48 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).

Questi layer, che rappresentano 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* e hanno permesso di ottenere per ciascuna campagna stime di 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) e, con l'approccio seguito anche nelle fasi precedenti di questo Studio (PROVV.OO.PP.-CORILA, 2014; 2015; 2016), sono state considerate due diverse classi dimensionali, riconducibili a due stadi vitali a cui sono associate anche variazioni fisio-ecologiche (Ferrari e Chiericato, 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 (classe 1) e il secondo per quelli più grandi di questa soglia (fino ad una lunghezza standard di 45 mm, classe 2).

Le probabilità di presenza stimate sono interpretabili come l'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 della fase precedente (B/11, primo anno di monitoraggio della fauna ittica in cui vengono considerate le tre bocche di porto) e con la situazione media del periodo di riferimento (2001-2012). Le mappe di confronto tra periodi diversi sono espresse come anomalie della probabilità di presenza: valori negativi indicano una probabilità di presenza più bassa rispetto al passato, mentre valori positivi suggeriscono un miglioramento delle condizioni ambientali.

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

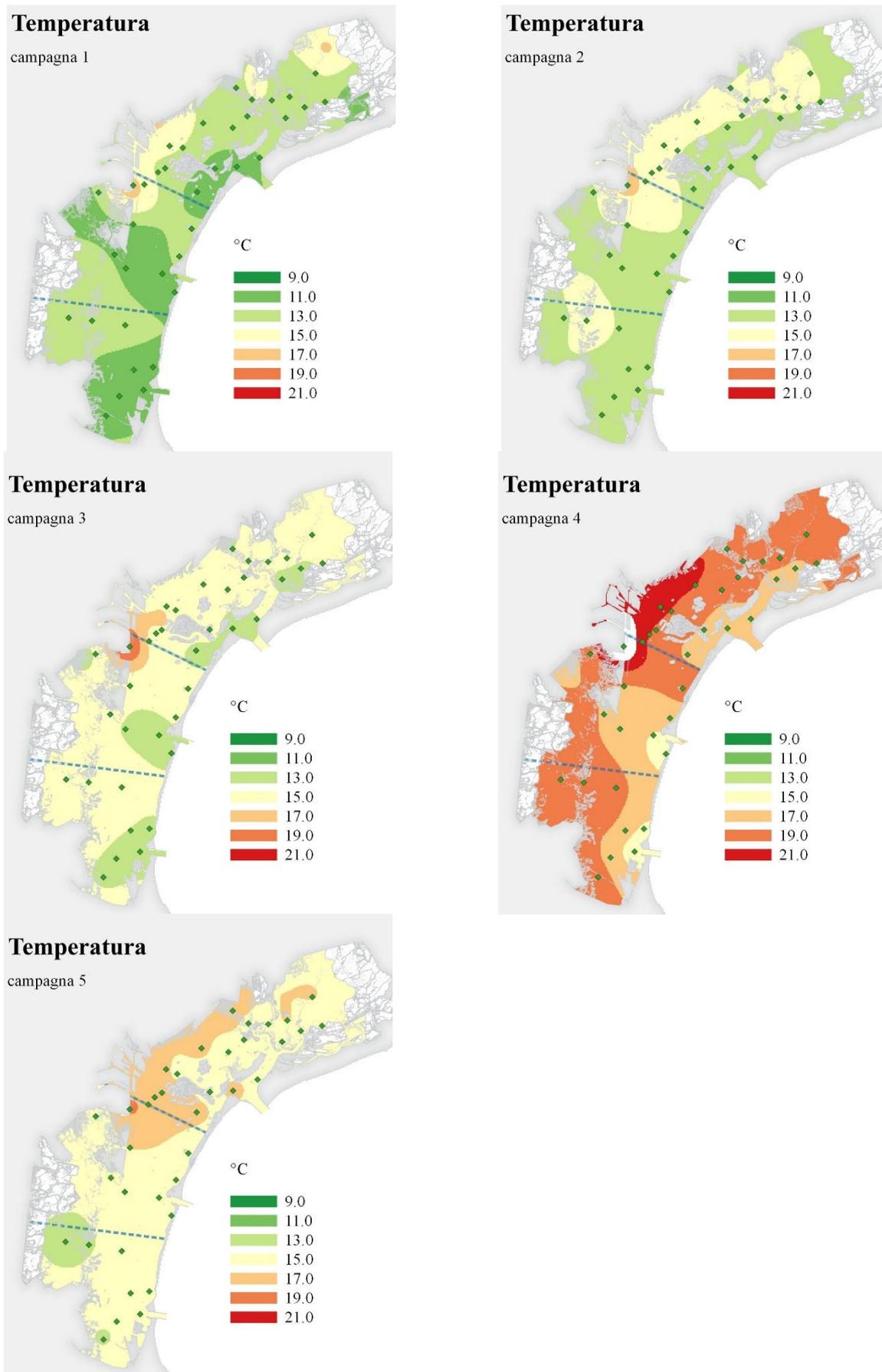


Figura 45. Interpolazioni dei valori di temperatura (°C) rilevati nelle cinque campagne.

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

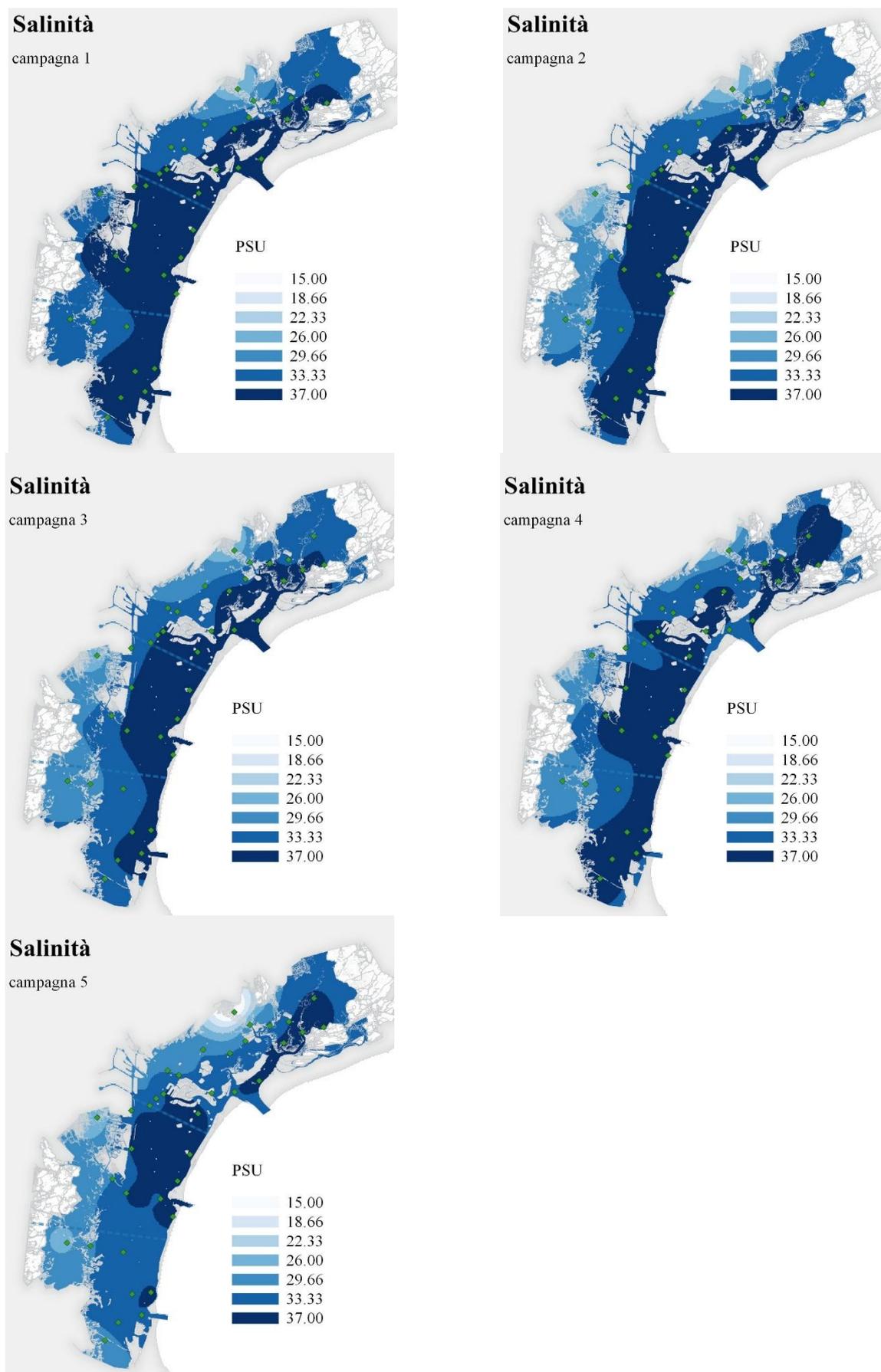


Figura 46. Interpolazioni dei valori di salinità (PSU) rilevati nelle cinque campagne.

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

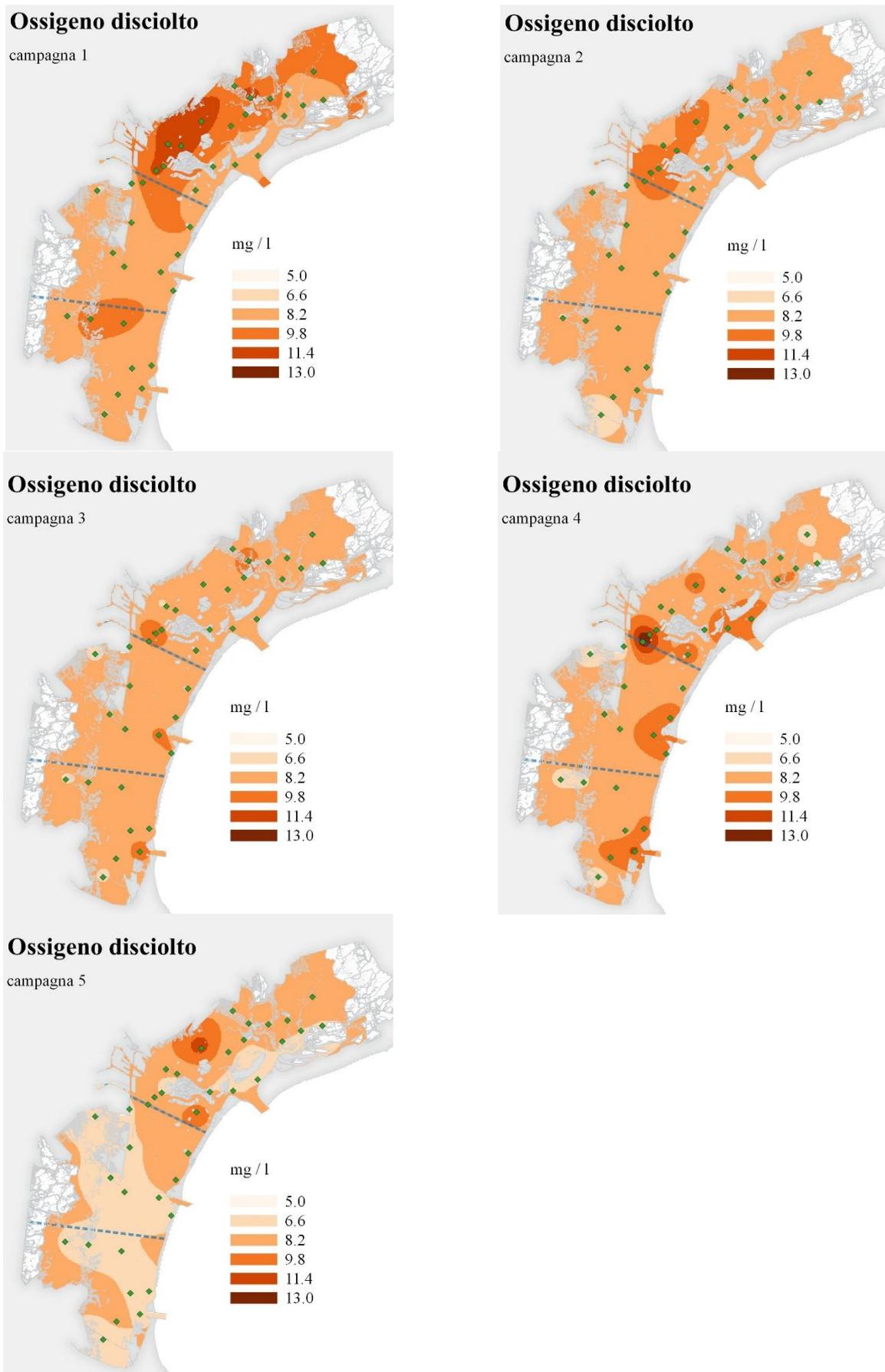


Figura 47. Interpolazioni dei valori di ossigeno disciolto (mg / l) rilevati nelle cinque campagne.

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

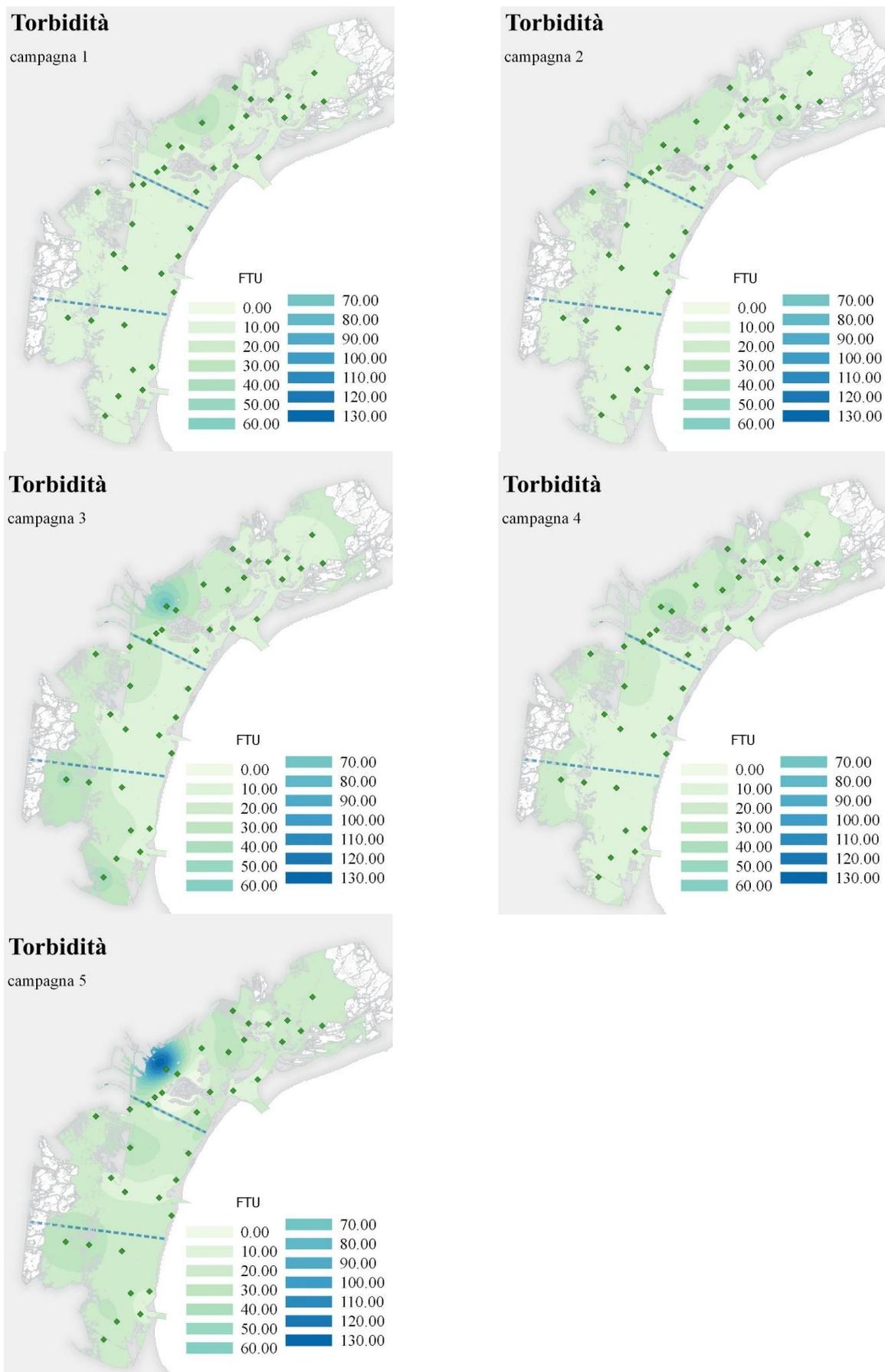


Figura 48. Interpolazioni dei valori di torbidità (FTU) rilevati nelle cinque campagne.

3.3.1 *Applicazione del modello dei giovanili di S. aurata ai parametri ambientali del 2017*

La probabilità di presenza della prima classe di *S. aurata* tende a diminuire nel tempo, anche se nell'ultima campagna di rilievo dei parametri ambientali le condizioni sono risultate maggiormente favorevoli rispetto alla campagna precedente (fig. 49; 51A). La capacità del modello di discriminare tra siti occupati e non occupati (fig. 49) è discreta (AUC 0.72). Per tutti e tre i sottobacini, le zone più favorevoli sembrano essere quelle prossime alle bocche di porto, con valori sempre meno idonei spostandosi verso le zone più confinate.

La probabilità di presenza stimata a livello delle stazioni di monitoraggio dei parametri ambientali mostra delle differenze sia tra sottobacini ($p < 0.01$) che tra le diverse campagne ($p < 0.01$), in particolare le differenze sembrano attribuibili al fatto che il sottobacino sud presenta probabilità significativamente più elevate degli altri due e che c'è un significativo decremento tra la prima e la seconda campagna e tra la terza e la quarta, oltre a un significativo aumento tra la quarta e la quinta, con le campagne 2, 3 e 5 che presentano probabilità di presenza simili tra loro (Tukey post-hoc test). Analoghe differenze tra sottobacini possono essere identificate anche per la situazione media di marzo ed aprile (fig. 50, 51B), con aprile caratterizzato da una significativa diminuzione delle probabilità di presenza.

L'idoneità per le giovani orate della seconda classe dimensionale tende ad aumentare nel tempo (fig. 53, 54) e raggiunge valori più elevati nelle parti più interne del bacino lagunare, in particolare nella zona meridionale del sottobacino Nord. Anche in questo caso il modello mostra una discreta capacità di discriminare le presenze registrate durante i campionamenti effettuati con la sciabica (AUC 0.73). Ci sono differenze significative tra sottobacini e tra le diverse campagne ($p < 0.01$), attribuibili ai valori significativamente più alti registrati nel sottobacino Nord rispetto a quello meridionale, con il sottobacino centrale che mostra una situazione intermedia. 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. 54A), anche se con un pattern di distribuzione spaziale leggermente diverso (fig. 52). Anche raggruppando i dati per mese (fig. 53, 54B), si può osservare una situazione analoga a quella registrata nelle diverse campagne: significativo aumento della probabilità di presenza media nel tempo e situazione più favorevole nel sottobacino nord rispetto a quello sud, con il sottobacino 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 Tessa e Fusina (fig. 53).

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

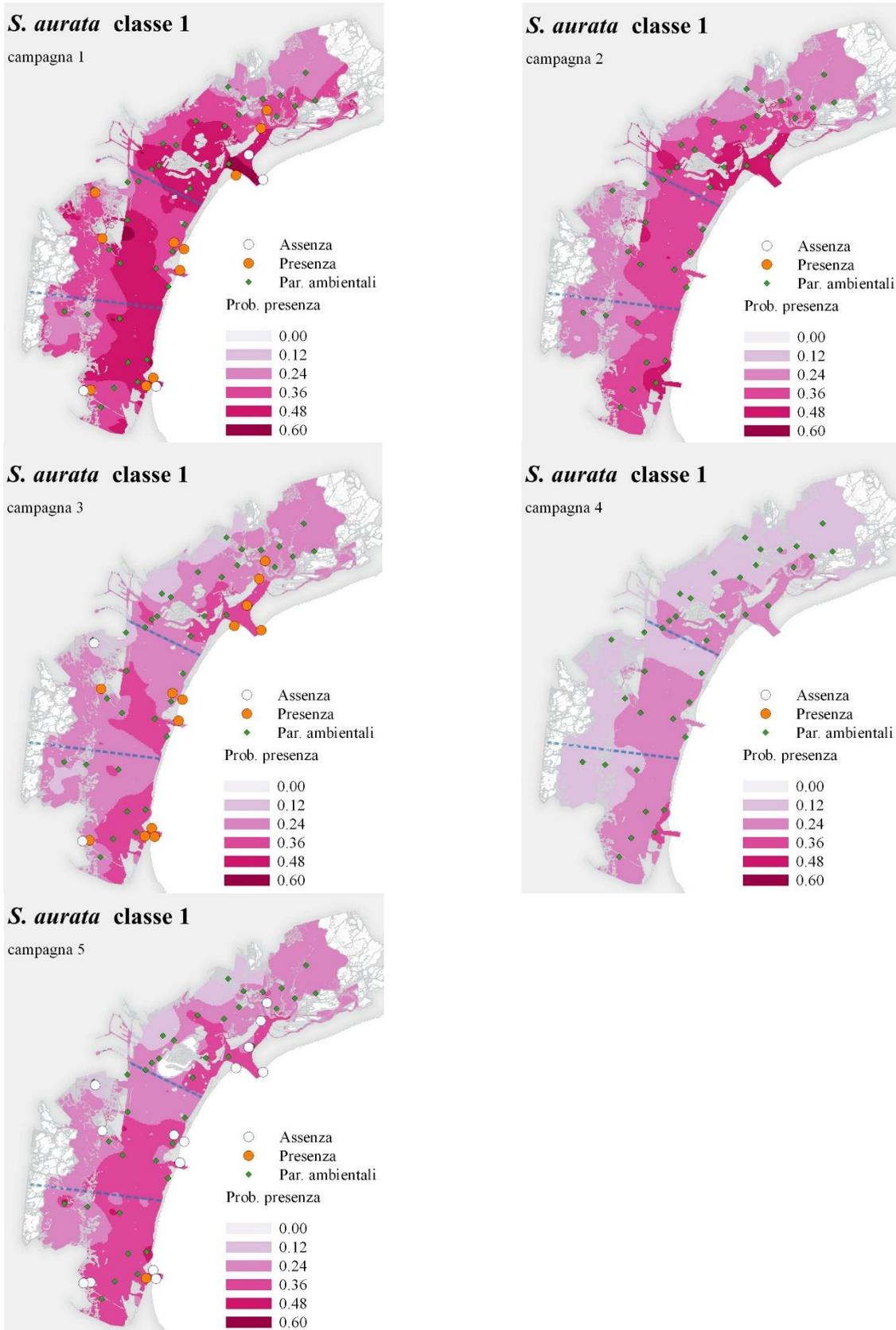


Figura 49. Stima della probabilità di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 1 nelle cinque campagne di rilievo dei parametri ambientali. I rombi verdi rappresentano le stazioni di campionamento dei parametri ambientali, mentre i punti segnalano la presenza/assenza nelle stazioni 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

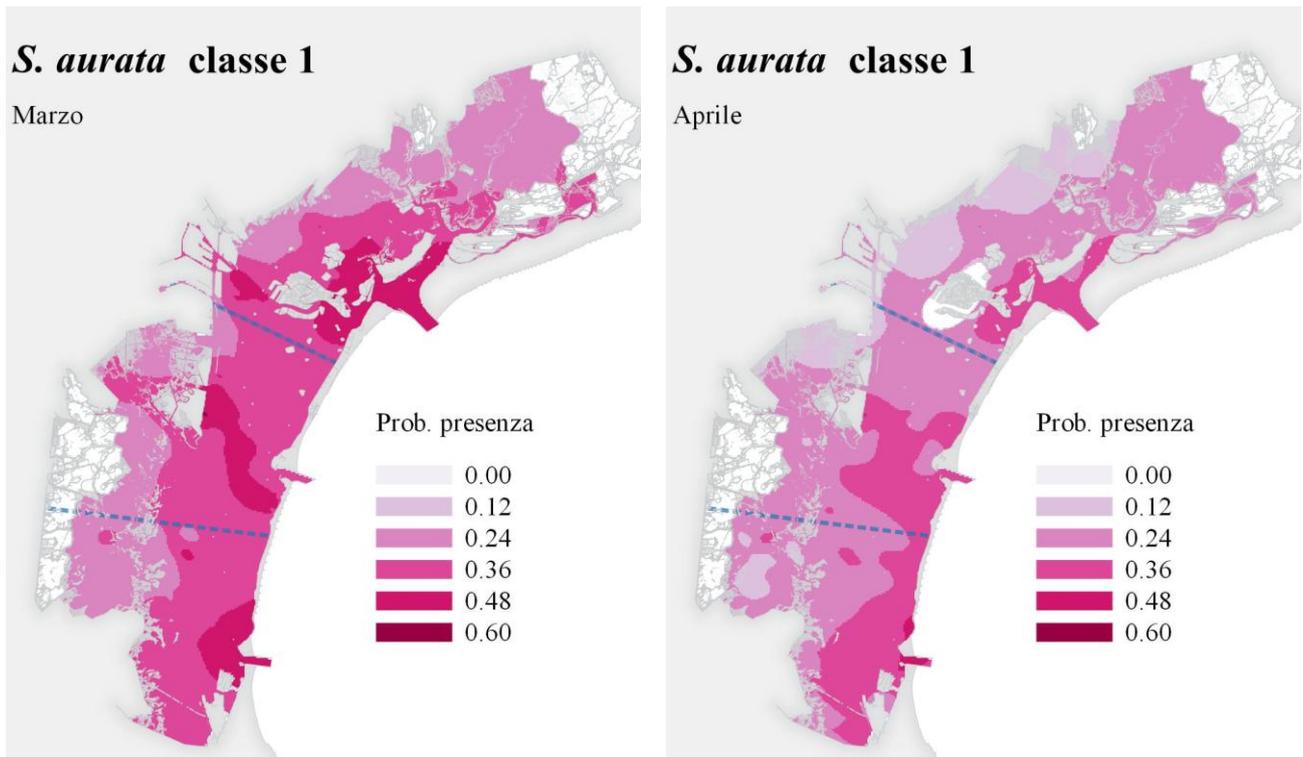
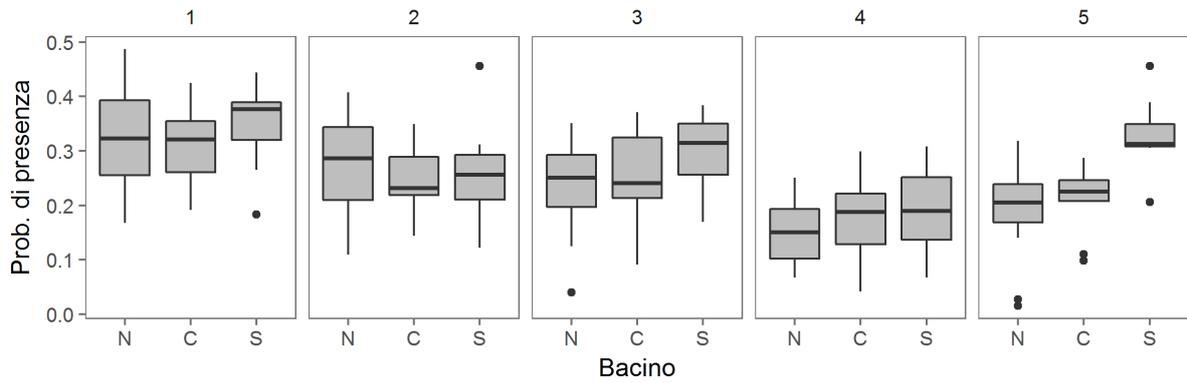


Figura 50. Stima della probabilità media di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 1 per Marzo ed Aprile

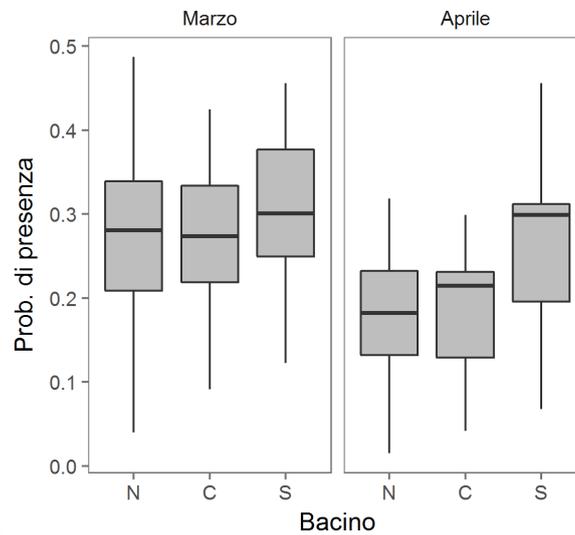
CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

S. aurata classe 1 / campagna



A)

S. aurata classe 1 / mesi



B)

Figura 51. 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).

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

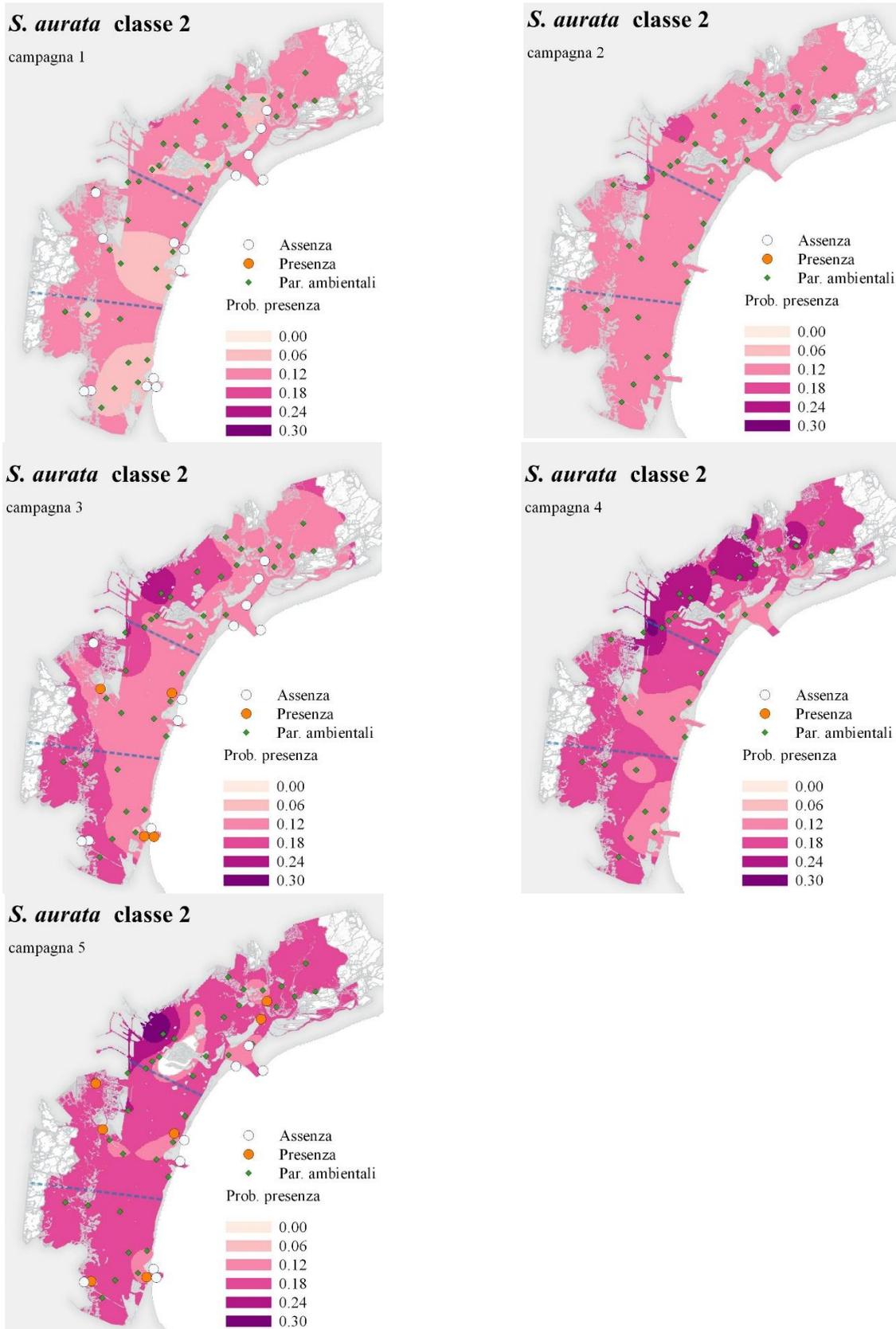


Figura 52. Stima della probabilità di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 2 nelle cinque campagne di rilievo dei parametri ambientali. I rombi verdi rappresentano le stazioni di campionamento dei parametri ambientali, mentre i punti segnalano la presenza/assenza nelle stazioni 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

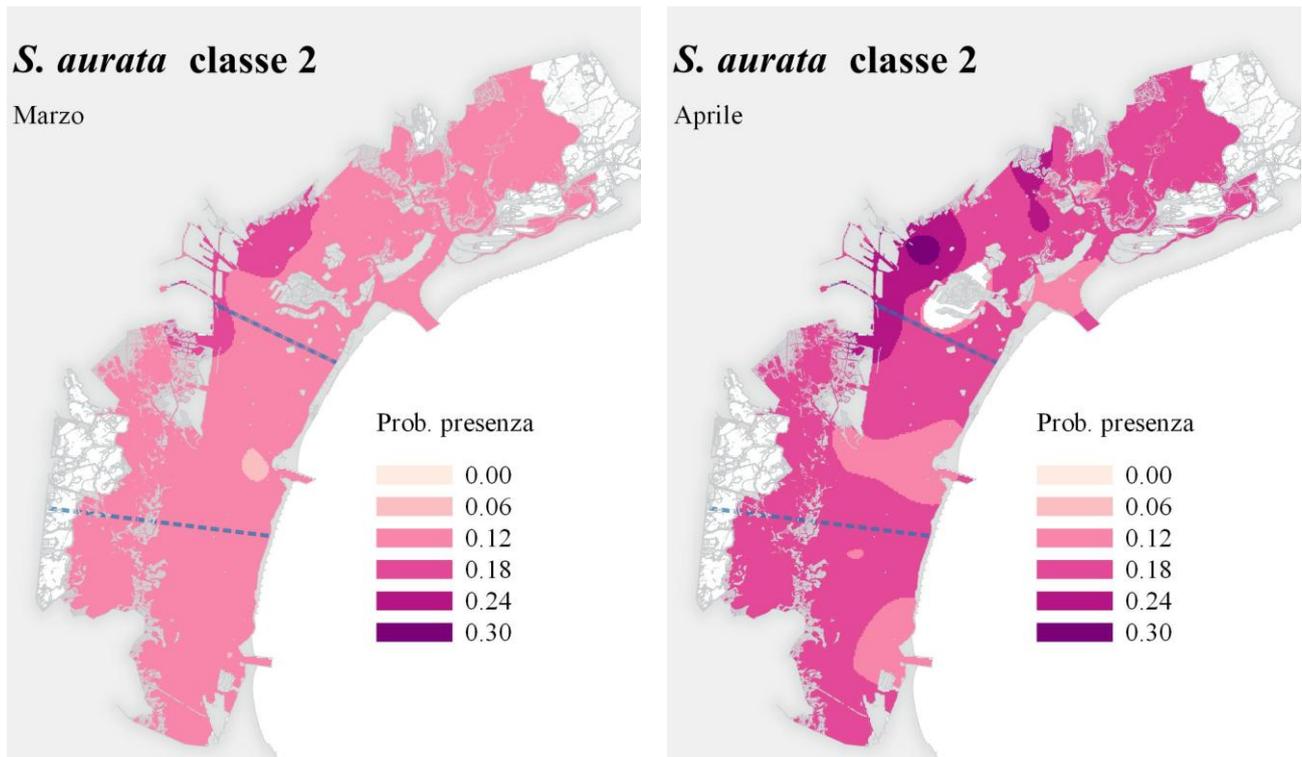


Figura 53. Stima della probabilità media di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 2 per Marzo ed Aprile.

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

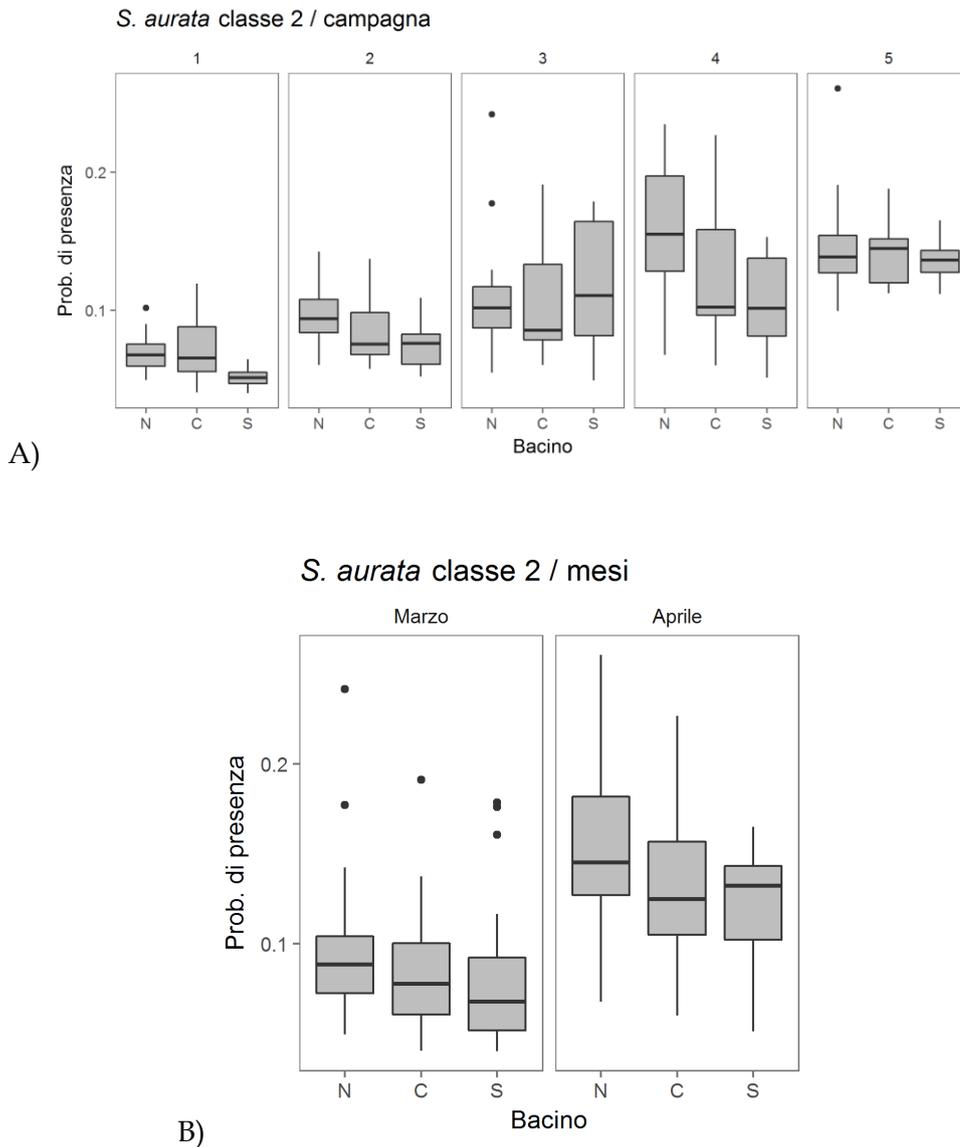


Figura 54. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per la classe 2 di *S. aurata* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini nelle diverse campagne (A) e in marzo e aprile (B).

3.3.2 Confronto tra anni per *S. aurata*

Le condizioni ambientali osservate in marzo 2017 sono risultate più sfavorevoli per la classe 1 rispetto al precedente anno di monitoraggio (fig. 55, 57A) e tendenzialmente più favorevoli per aprile 2017 rispetto ad aprile 2016. In entrambi gli anni il sottobacino sud è quello con probabilità di presenza media significativamente più elevata rispetto agli altri (fig. 57).

Il sottobacino sud è stato meno idoneo in marzo 2017 rispetto all'anno precedente, mentre tutti e tre i sottobacini mostrano un significativo miglioramento in aprile.

In generale, comunque entrambi i mesi e tutti i sottobacini hanno presentato condizioni ambientali meno favorevoli rispetto alla situazione media per il periodo 2001-2012 (fig. 55C, D).

Per le orate appartenenti alla classe 2, marzo 2017 ha presentato condizioni ambientali meno favorevoli in tutti e tre i sottobacini mentre aprile ha presentato una miglior idoneità nel

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

sottobacino settentrionale (fig. 56). Infatti, il confronto tra le probabilità di presenza medie registrate nei due anni ha fatto registrare (fig. 57) un' idoneità significativamente più elevata nel sottobacino nord rispetto agli altri e in generale in aprile rispetto a marzo. Entrambi i mesi, comunque sembrano aver presentato condizioni ambientali peggiori, per le orate di questa categoria dimensionale, rispetto alla situazione mediamente riscontrata tra gli anni 2001-2012. In particolare la porzione in cui anche nel 2017 si registrano le condizioni più favorevoli (evidenziate in relazione alle figure 52 e 53), sono quelle che mostrano i più marcati peggioramenti rispetto al periodo di riferimento (fig. 56C, D).

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

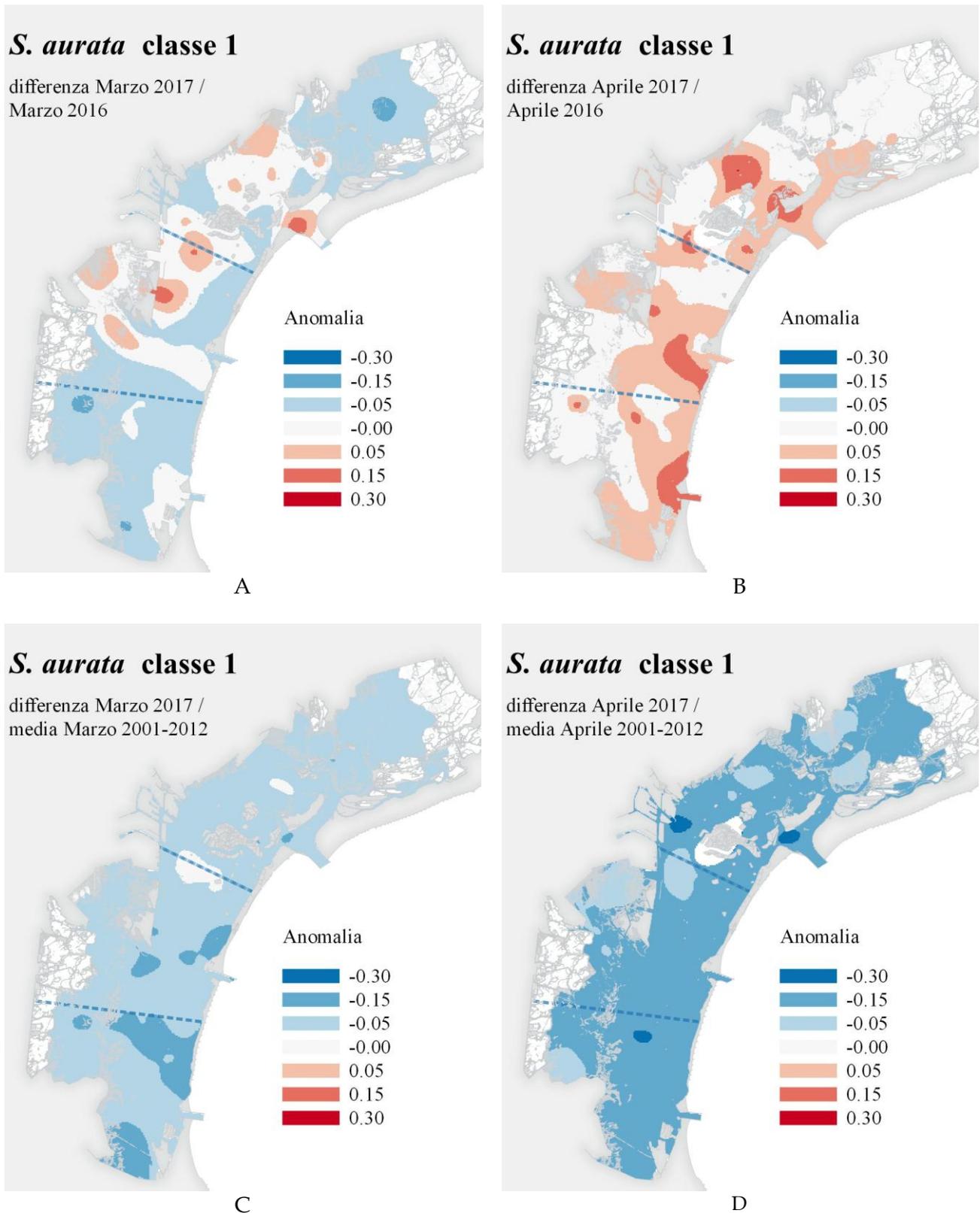


Figura 55. Differenza di probabilità di presenza per la classe 1 di *S. aurata* stimata per marzo 2017 e marzo 2016 (A), e tra aprile 2017 e aprile 2016 (B) e tra marzo 2017 e la situazione media di marzo registrata per il periodo di riferimento (C) e tra aprile 2017 e la situazione media di aprile registrata per il periodo di riferimento (D).

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

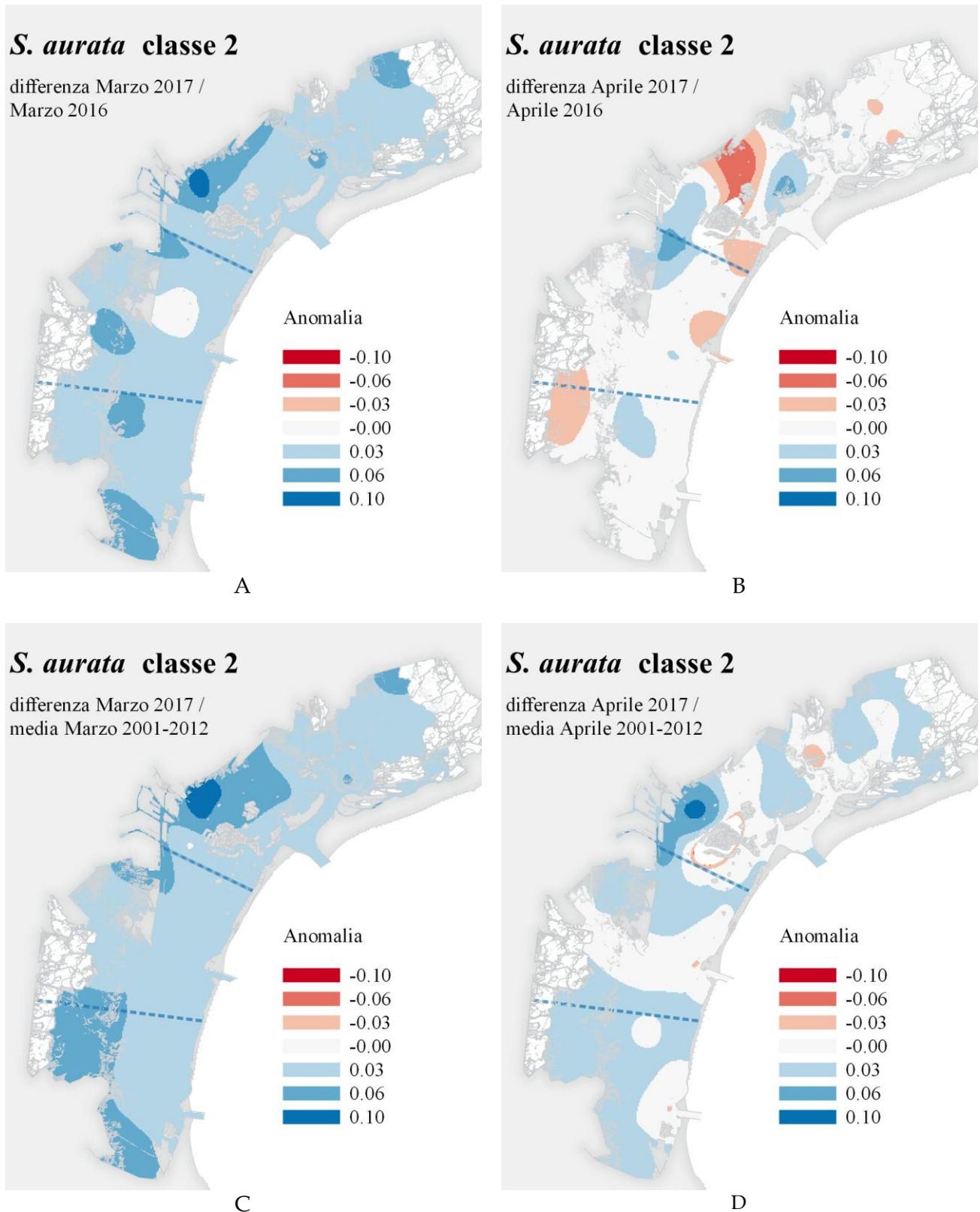
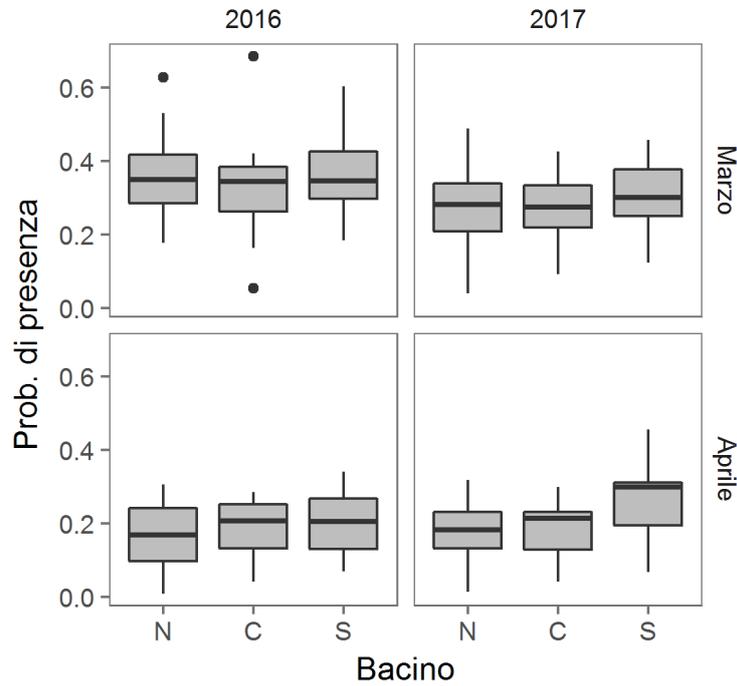


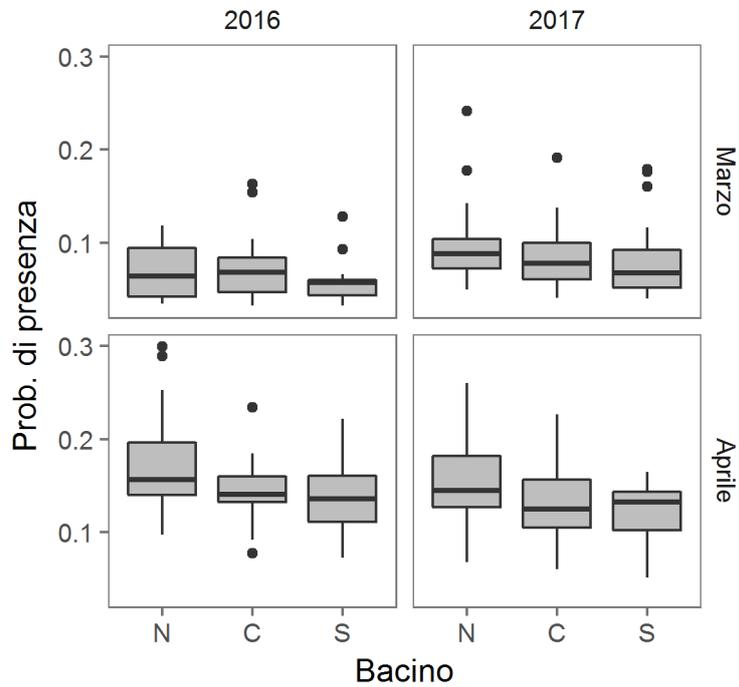
Figura 56. Differenza di probabilità di presenza per la classe 2 di *S. aurata* stimata per marzo 2017 e marzo 2016 (A), e tra aprile 2017 e aprile 2016 (B) e tra marzo 2017 e la situazione media di marzo registrata per il periodo di riferimento (C) e tra aprile 2017 e la situazione media di aprile registrata per il periodo di riferimento (D).

S. aurata classe 1 / confronto tra anni



A)

S. aurata classe 2 / confronto tra anni



B)

Figura 57. 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.

3.3.3 *Applicazione del modello dei giovanili di *P.flesus* ai parametri ambientali del 2017*

Il modello di *P. flesus* mostra una buona (AUC: 0.80) 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. 58) meno dinamica rispetto a quella evidenziata per l'orata. Di conseguenza non si registrano significative differenze temporali nella probabilità di presenza media per campagna (fig. 60A), o per mese (fig. 60B), anche se sembra che nell'ultima campagna (fig. 58) e in generale per il mese di aprile (fig. 59) ci sia un aumento dell'estensione delle zone favorevoli alla presenza dei giovanili di questa specie. Le aree più favorevoli sono tendenzialmente concentrate nel sottobacino settentrionale (dove c'è una maggiore estensione delle aree ad elevata probabilità di presenza), anche se non è possibile evidenziare differenze tra la situazione media dei sottobacini, ad esclusione di valori marginalmente ($p = 0.055$) più elevati nel sottobacino nord. Probabilmente la mancanza di chiare differenze significative è attribuibile all'elevata variabilità all'interno dei sottobacini, che presentano in tutti e tre i casi un'alternanza di aree a bassa, media ed elevata idoneità ambientale per la passera di mare. Le aree idonee sono comunque concentrate in zone di gronda lagunare maggiormente influenzate dall'ingresso di acqua dolce.

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

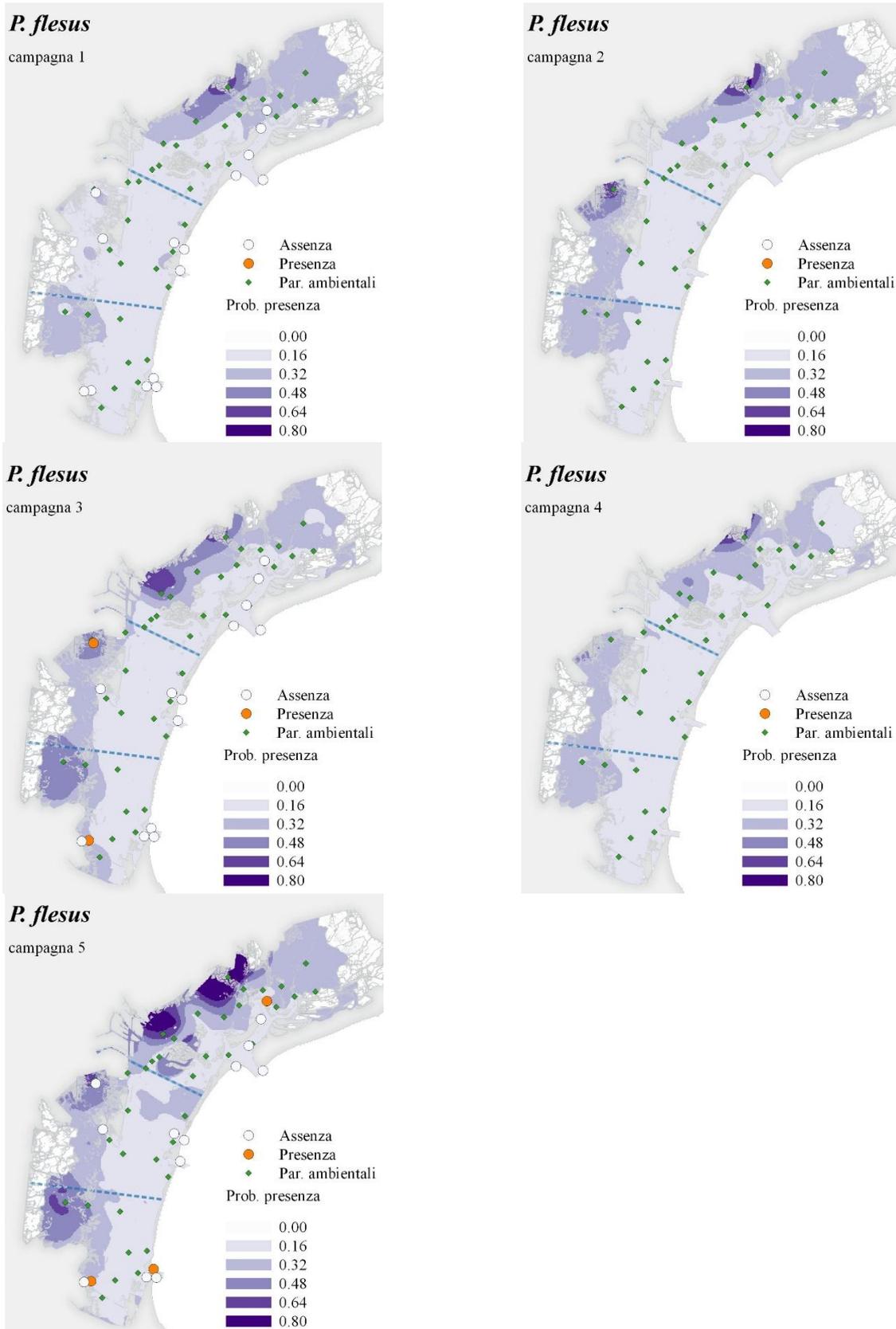


Figura 58. Stima della probabilità di presenza dei giovanili di *P. flesus* nelle cinque campagne di rilievo dei parametri ambientali. I rombi verdi rappresentano le stazioni di campionamento dei parametri ambientali, mentre i punti segnalano la presenza/assenza nelle stazioni di campionamento della 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

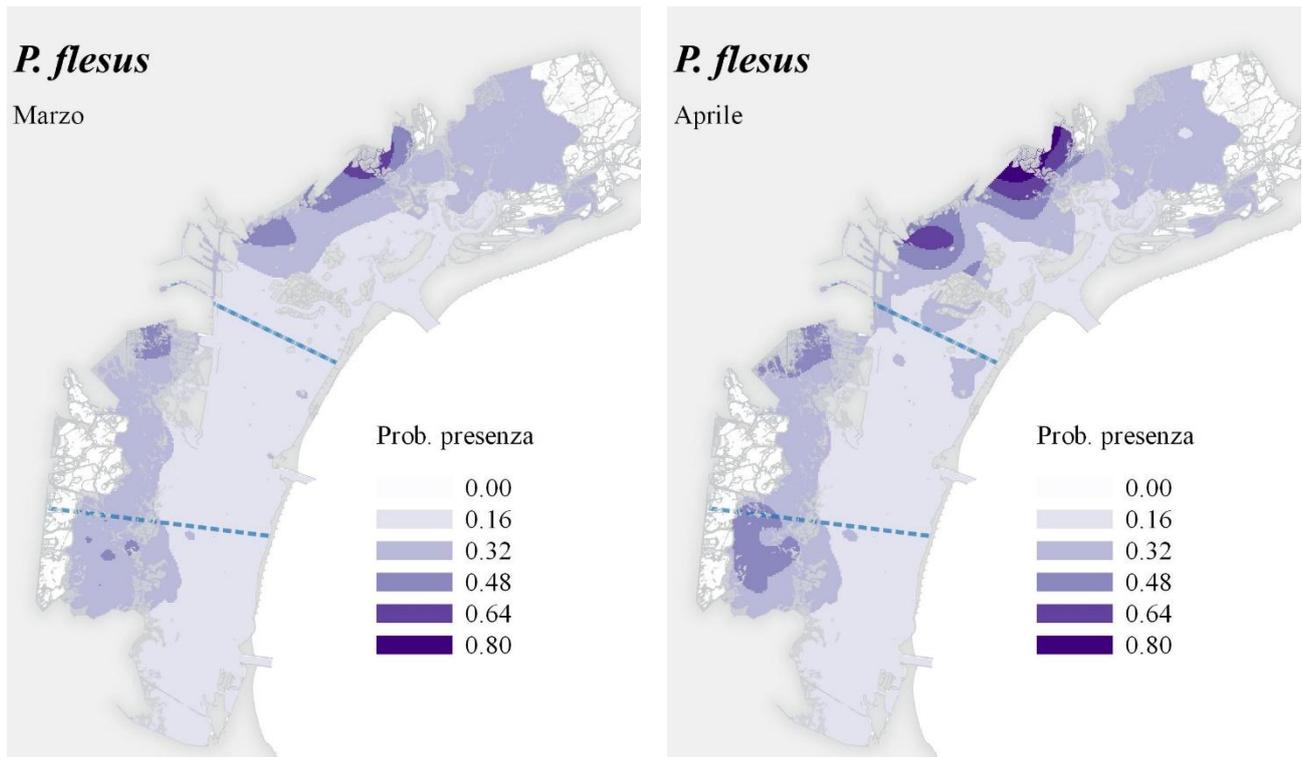


Figura 59. Stima della probabilità media di presenza dei giovanili di *S. aurata* appartenenti alla classe 1 per Marzo ed Aprile

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

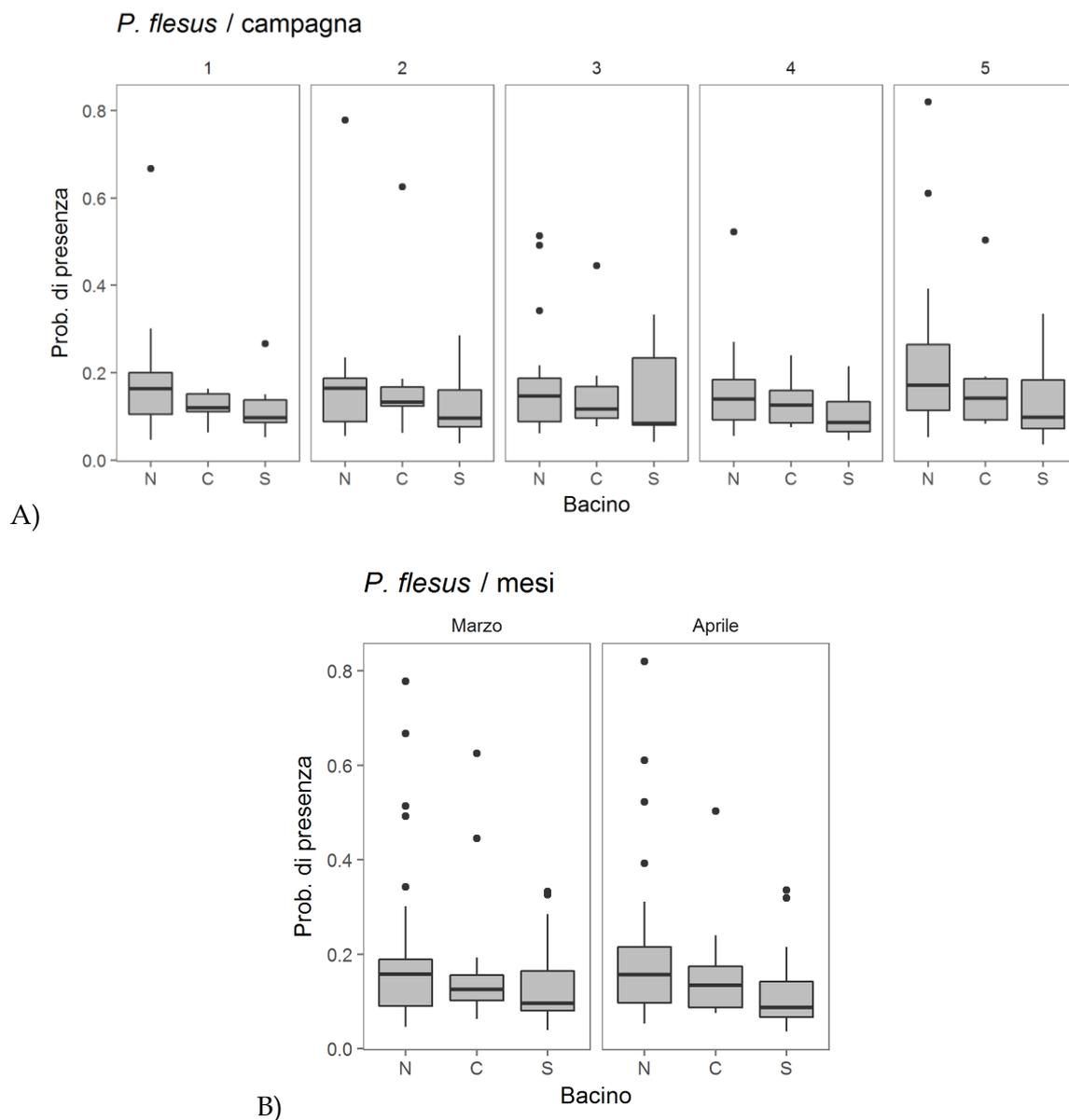


Figura 60. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per *P. flesus* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini nelle diverse campagne (A) e in marzo e aprile (B).

3.3.4 Confronto tra anni per *P. flesus*

L'applicazione del modello non mostra differenze significative tra il 2016 e il 2017 (fig. 62), anche se in marzo la situazione sembra essere stata peggiore ed in aprile migliore (fig. 61) in tutti i sottobacini della laguna. Il sottobacino settentrionale sembra essere quello che presenta una maggiore variabilità spaziale, presentando al suo interno, cioè, sia aree con condizioni ambientali più buone nel 2017 rispetto al 2016 che aree con condizioni peggiori.

In entrambi i mesi del 2017, la situazione osservata sembra essere peggiore rispetto a quella media del periodo 2001-2012 (fig. 61).

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

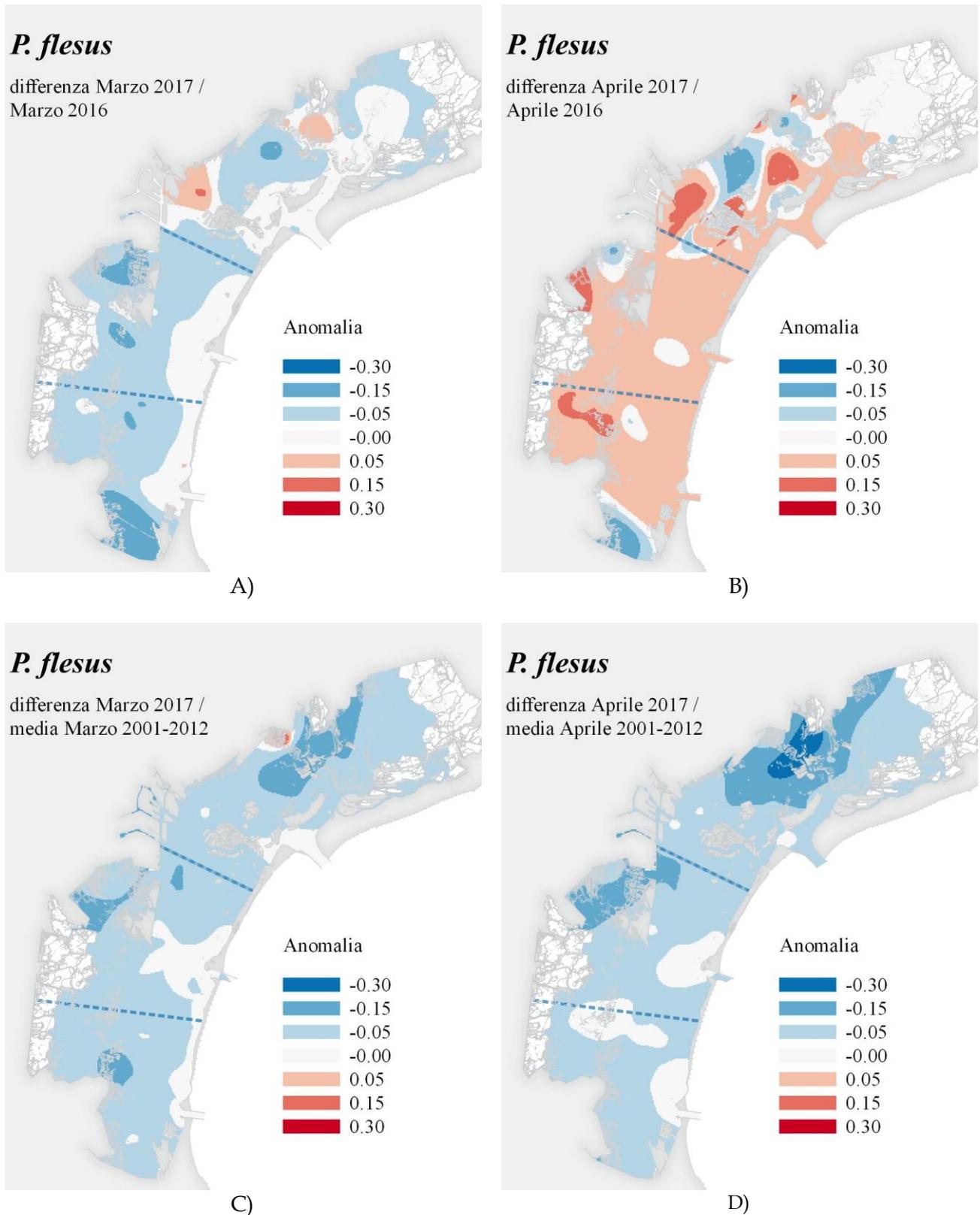


Figura 61. Differenza di probabilità di presenza per *P. flesus* per marzo 2017 e marzo 2016 (A), e tra aprile 2017 e aprile 2016 (B) e tra marzo 2017 e la situazione media di marzo registrata per il periodo di riferimento (C) e tra aprile 2017 e la situazione media di aprile registrata per il periodo di riferimento (D)

P. flesus classe 2 / confronto tra anni

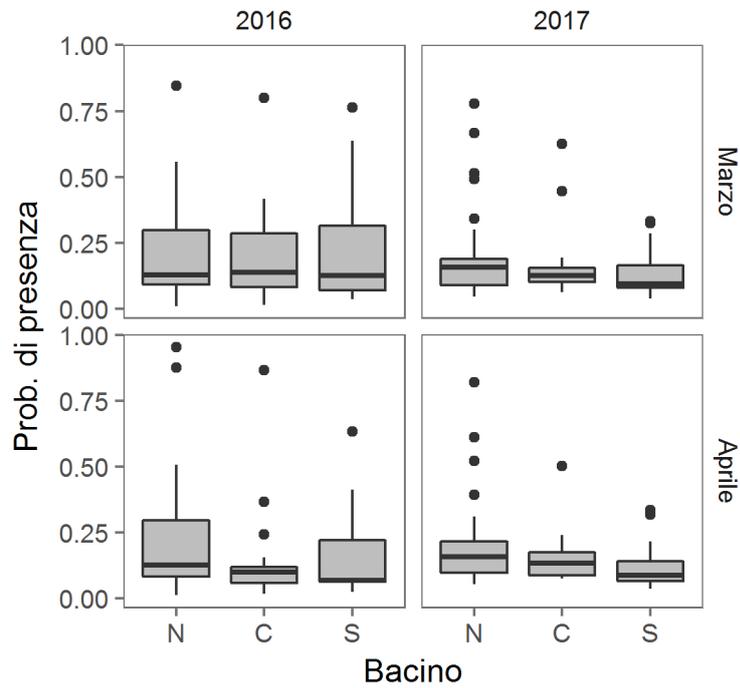


Figura 62. Confronto tra le probabilità di presenza stimate per *P. flesus* nelle stazioni di campionamento dei parametri ambientali nei tre sottobacini in marzo e aprile.

4. CONCLUSIONI

Dopo aver espletato due cicli di monitoraggio (2013/2014 e 2014/2015) focalizzati solamente sulla laguna nord (Cavraro *et al.*, 2017), sono stati eseguiti, per il secondo anno consecutivo, campionamenti finalizzati alla quantificazione delle presenze di uova, larve e giovanili di specie ittiche migratrici in tutti i tre sottobacini lagunari. Il piano di monitoraggio adottato nel presente studio, del tutto sovrapponibile a quello precedente (Studio B.6.72 B/11), ha consentito di effettuare un confronto fra il periodo 2015-16 e quello 2016-2017.

Il popolamento ittioplanctonico, campionato mediante l'utilizzo di bongo net, ha evidenziato differenze fra i due cicli di monitoraggio. La componente delle uova, sia come densità totale che come numero di taxa rinvenuti, è risultato più abbondante nel presente ciclo di monitoraggio rispetto allo studio precedente (2015/2016). Queste differenze non hanno però riguardato le uova dei migratori giovanili che non hanno evidenziato differenze significative di densità fra cicli di monitoraggio. Nel caso delle uova, non sono risultate peraltro significative neppure le differenze fra sottobacini e posizione delle stazioni rispetto alla bocca di porto. Più rilevanti sono risultate invece le differenze a carico della componente larvale del popolamento ittioplanctonico. Sono stati osservati valori più elevati di densità nel presente studio rispetto a quello precedente e l'incremento è risultato essere vero soprattutto per le larve dei migratori marini. L'assenza di differenze nella densità di uova e larve tra stazioni marine e lagunari suggerisce l'esistenza di un trasporto, prevalentemente passivo, di uova e larve attraverso tutte le tre le bocche di porto.

Il quadro risultante dal confronto fra i due cicli di indagine è risultato invece più complesso quando si considera la componente postlarvale e giovanile, campionata con la sciabica da spiaggia. In questo caso sono state infatti evidenziate interazioni significative tra i diversi fattori considerati, con dinamiche spazio-temporali differenti nei tre sottobacini. Rispetto a quello precedente, nel presente ciclo di monitoraggio sono stati osservati picchi più elevati di densità di postlarve di migratori giovanili (soprattutto *L. ramada* e in misura minore *L. aurata*) nelle prime due campagne di monitoraggio, limitatamente alle stazioni marine dei sottobacini nord e centrale. Nel sottobacino sud le densità di migratori sono risultate sostanzialmente confrontabili fra i due cicli di indagine, ad eccezione del picco assoluto di densità osservato in mare nella seconda campagna del B/12 e riconducibile soprattutto a *L. ramada*. Le maggiori differenze fra i due cicli di monitoraggio sono state comunque osservate nel caso del mugilide *L. saliens* ed in quello dell'orata *S. aurata*. *L. saliens*, seppure, già nel B/11, meno frequente e abbondante nelle catture delle specie congeneriche, nel presente ciclo di monitoraggio è stata catturata soltanto occasionalmente e con pochi individui. Sebbene esistano normali fluttuazioni interannuali nelle densità delle popolazioni animali, la diminuzione di una specie a riproduzione estiva come *L. saliens* potrebbe essere attribuita alla recente invasione delle acque lagunari da parte di *Mnemiopsis leidyi*, uno ctenoforo predatore di zooplancton ma anche di uova, larve e giovanili di pesci (CIESM, 2015) proprio nel periodo estivo, in concomitanza con il reclutamento di *L. saliens* (Rossi, 1986; Franzoi *et al.*, 1989; 2005). Per quanto riguarda l'orata, in entrambi i cicli di indagine le catture dei giovanili di questo sparide sono risultate nettamente inferiori nel sottobacino nord rispetto agli altri due sottobacini. Il picco massimo di densità è stato registrato nelle stazioni marine del sottobacino centrale a metà aprile 2016. Nel sottobacino meridionale, infine, le catture sono risultate complessivamente confrontabili, in termini di densità, fra i due cicli, ma con una differente dinamica spazio-temporale.

Anche in termini di indice di accumulo è possibile evidenziare alcune differenze fra i due cicli di monitoraggio, nel caso però delle sole larve delle specie marine migratrici. In questo caso, è stata osservata una maggiore concentrazione all'interno dell'ambiente lagunare nel presente studio, anche se questo accumulo non è riconducibile allo spratto dato che le maggiori densità di larve di

questo clupeide sono state riscontrate in mare. Nel caso dei giovanili di migratori marini, come già scritto, le differenze fra i due cicli di indagine sono risultate più complesse: soltanto nel caso di *L. aurata* è osservabile un aumento dei valori dell'indice nel secondo ciclo di indagine in tutti e tre i sottobacini, ad indicare un accumulo netto di individui all'interno dell'ambiente lagunare. Per *L. ramada*, l'accumulo lagunare è risultato nel B/11 maggiore nei sottobacini settentrionale e meridionale e nei sottobacini centrale e meridionale nel B/12. In entrambi i cicli di indagine è stato osservato un accumulo netto di giovanili di orata nei tre sottobacini lagunari, ma questo accumulo è risultato maggiormente distribuito nel tempo nel B/11, mentre è risultato limitato ad inizio maggio nel 2017.

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 *S. aurata* e la passera *P. flesus*). 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 2017 siano state meno buone della media (periodo di riferimento 2001-2012) sia per l'orata che per la passera, sostanzialmente in linea con quelle registrate durante il B/11.

Le osservazioni biologiche raccolte in questo studio durante il campionamento con la sciabica hanno permesso di valutare le capacità predittive dei modelli impiegati, che hanno mostrato discrete/buone capacità di attribuire una più elevata probabilità di presenza ai siti effettivamente occupati (stazioni in cui è stata registrata la presenza della specie) rispetto ai siti non occupati (dove la specie non è stata catturata). Bisogna evidenziare che le condizioni ambientali non sono risultate particolarmente favorevoli per i giovanili di orata e passera, ma il peggioramento rispetto al periodo di riferimento selezionato per questo studio (2001-2012) non sembra essere particolarmente marcato. Per le orate le zone più favorevoli sembrano essere inizialmente quelle prossime alla bocca di porto e successivamente quelle più interne per i giovanili di dimensioni maggiori. Nella prima fase della montata, per le orate più piccole, il bacino sud sembra essere quello più idoneo, con una buona porzione della sua estensione che presenta un'elevata probabilità di presenza, mentre gli altri bacini mostrano una frazione di superficie a minor idoneità più grande. Tuttavia, in termini assoluti, porzioni piuttosto estese (di dimensioni paragonabili a quelle idonee riscontrate nel bacino sud) ad elevata idoneità per le orate più piccole (classe 1) sono osservabili sia nel bacino centrale che in quello settentrionale. Quindi, la più elevata probabilità di presenza media riscontrata nel bacino sud è probabilmente attribuibile alla maggior eterogeneità delle condizioni ambientali registrate nei bacini centro e nord. Per le orate di dimensioni un po' più grandi, invece, una buona parte della laguna sembra presentare condizioni favorevoli (escludendo le zone a maggior influenza marina), ma le zone più idonee sono concentrate nel bacino nord. Le aree più favorevoli per i giovanili di passera 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.

Nel complesso, il presente studio ha permesso di ampliare le conoscenze sulla connettività biologica in laguna di Venezia (Cavraro *et al.*, 2017; PROVV.OO.PP.-CORILA, 2016), permettendo di evidenziare una certa variabilità interannuale negli arrivi degli stadi iniziali di vita delle specie ittiche marine migratrici in laguna. Dalla letteratura sull'argomento è infatti noto come la componente ittioplanctonica, in particolare, rappresenti un buon indicatore delle caratteristiche idrodinamiche di un sistema (Chiappa-Carrara *et al.*, 2003), utile a monitorare i flussi che attraversano le bocche di porto durante i cicli di marea. Dal momento che i giovanili di molte

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

specie ittiche sembrano però colonizzare gli ambienti di transizione solo una volta completato lo sviluppo larvale (Perez-Ruzafa *et al.*, 2004), per la valutazione della connettività mare-laguna sono risultati essere fondamentali anche i campionamenti delle fasi giovanili con la sciabica. La dinamica interannuale, evidenziata mediante il confronto dei risultati ottenuti negli ultimi due cicli di monitoraggio (B/11 e B/12), sembra riconducibile alla variabilità naturale, principalmente di natura climatica, che influenza le popolazioni animali.

Nel caso delle uova e delle larve di migratori marini, non sono state osservate differenze significative né tra sottobacini né tra posizioni. Quest'ultimo fattore, l'assenza cioè di differenze nella densità di uova e larve tra stazioni marine e lagunari, suggerisce l'esistenza di un trasporto prevalentemente passivo di uova e larve attraverso tutte e tre le bocche di porto. Alcune specie di migratori marini, come la sogliola e la passera, sono state rinvenute all'interno della laguna in tutti e tre gli stadi di vita considerati (uova, larve e postlarve/giovanili); in questo caso, l'insediamento nelle aree di basso fondale, sia marine che lagunari, coincide con la metamorfosi da larva a giovanile. Nel caso dei clupeidi, le presenze di uova e larve sono risultate maggiori rispetto a quelle di postlarve e giovanili, ad indicare probabilmente una preferenza dei giovanili di questi clupeidi per aree di canale caratterizzate da una maggiore profondità rispetto alle aree di basso fondale campionate con la sciabica. Infine, altre specie di migratori non sono state rinvenute (le specie di mugilidi) o sono state rinvenute soltanto occasionalmente (l'orata) nei campioni di ittioplancton, ad indicare come queste specie entrino in laguna ad uno stadio ontogenetico più avanzato rispetto alle specie prima considerate, come postlarve o come giovanili (Cavraro *et al.*, 2017; Perez-Ruzafa *et al.*, 2004). Almeno in questo caso quindi, gli ingressi in laguna non sembrano essere riconducibili ad un mero trasporto passivo con le correnti di marea.

La finestra temporale più ristretta rispetto a quella esplorata nei primi due anni di monitoraggio ha ridotto nel complesso la variabilità temporale che era stata osservata invece su scala annuale. Al contempo, l'estensione a tutte e tre le bocche di porto ha consentito di delineare un quadro più completo della connettività mare-laguna alla scala dell'intero ecosistema lagunare, evidenziando differenze fra i tre sottobacini, soprattutto per quanto riguarda la componente giovanile. Queste differenze sembrano essere riconducibili alla diversa morfologia e complessità strutturale dei tre sottobacini. Anche la differente configurazione dei gradienti di confinamento può aver influito sulle differenze osservate tra sottobacini.

Il prosieguo dell'attività di monitoraggio della connettività mare laguna (Studio B.6.72 B/13) a scala di intero bacino permetterà di meglio valutare la variabilità interannuale dei fenomeni biologici responsabili della connettività lagunare, contribuendo al contempo a definire un appropriato quadro di riferimento ("Stato zero") prima dell'entrata in funzione del sistema MOSE.

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. *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull*, 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 and Physiology Part A: Molecular & Integrative 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.
- Cavvaro, 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.
- FAO, (1987). Fishes FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche. Mediterranee et Mer Noire, Zone de peche 37, Volume II.

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

- Ferrari, I., Chierogato, 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. *Aquaculture*, 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., Zucchetta, 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'acquacoltura in acque marine e salmastre, 129 pp.
- Franzoi, P., Franco, A., Torricelli, P. (2010). Fish assemblage diversity and dynamics in the Venice Lagoon. *Rend. Fis. Acc. 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.
- 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

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

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.

Marinero, 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.

Marinero, 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.

Marinero, 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.

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. *Res. Exp. Cient*, 6: 211-220.

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

- 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 2014-16). Studi B.6.72 B/9-B/11. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Ittiofauna. 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 (2017). Studio B.6.72 B/12. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Ittiofauna. I e 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. *Mitt. Zool. Stn. 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.
- 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.
- Smith, P.E., Richardson, S.L. (1977). Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO Fisheries Technical Paper No. 175. 100 pp.
- 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

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

- 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.

APPENDICE: STATISTICHE RELATIVE AI GLM APPLICATI SUI DATI DI DENSITÀ DI UOVA, LARVE E GIOVANILI

Uova totali - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	0.1215	81	56.689	0.9411
Campagna	3	4.5656	78	52.124	0.2065
Posizione	2	1.3350	76	50.789	0.5130
campagna x sottobacino	6	2.1659	70	48.623	0.9038
sottobacino x posizione	4	0.2274	66	48.395	0.9940
campagna x posizione	6	0.1446	60	48.251	0.999
sottobacino x campagna x posizone	12	1.5282	48	46.723	0.9999

Uova migratori - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	0.8493	81	40.674	0.6540
Campagna	3	3.8807	78	39.825	0.2746
Posizione	2	0.4084	76	35.944	0.8153
campagna x sottobacino	6	1.1727	70	35.535	0.9782
sottobacino x posizione	4	0.2727	66	34.363	0.9915
campagna x posizione	6	0.0717	60	34.090	1.0000
sottobacino x campagna x posizone	12	1.1381	48	34.018	1.0000

Uova *Sprattus sprattus* - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	1.0173	81	22.926	0.6013
Campagna	3	8.1713	78	14.755	<0.05
Posizione	2	0.0987	76	14.656	0.9518
campagna x sottobacino	6	0.1263	70	14.530	1.0000
sottobacino x posizione	4	0.5938	66	13.936	0.9637
campagna x posizione	6	0.1482	60	13.787	0.9999
sottobacino x campagna x posizone	12	0.0507	48	13.737	1.0000

Larve totali - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	1.088	78	30.918	0.5803
Campagna	3	39.240	80	32.006	<0.001
Posizione	2	0.371	76	30.547	0.8308
campagna x sottobacino	6	0.958	70	29.589	0.9871
sottobacino x posizione	4	0.537	60	28.104	0.9698
campagna x posizione	6	0.947	64	28.642	0.9875
sottobacino x campagna x posizone	12	0.761	48	27.343	1.0000

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

Larve migratori - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	1.444	79	66.286	0.4857
Campagna	3	45.517	76	20.769	<0.001
Posizione	2	0.739	81	67.730	0.6912
campagna x sottobacino	6	0.222	60	19.843	0.9998
sottobacino x posizione	4	0.630	72	20.138	0.9596
campagna x posizione	6	0.073	66	20.065	1.0000
sottobacino x campagna x posizione	12	0.570	48	19.273	1.0000

Larve *S. sprattus* - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	1.611	78	19.452	0.4470
Campagna	3	42.858	80	21.062	<0.001
Posizione	2	0.689	76	18.763	0.7087
campagna x sottobacino	6	0.125	70	18.638	1.0000
sottobacino x posizione	4	0.545	60	18.060	0.9690
campagna x posizione	6	0.034	64	18.604	1.0000
sottobacino x campagna x posizione	12	0.363	48	17.697	1.0000

Uova totali - Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	4.0991	162	142.950	0.1288
Campagna	3	28.1701	164	147.049	<0.001
Posizione	2	12.8045	159	120.759	<0.01
Studio	1	9.3861	161	133.564	<0.01
campagna x sottobacino	6	3.5051	153	117.254	0.7433
sottobacino x posizione	4	0.1243	138	101.638	0.9982
campagna x posizione	6	0.8298	142	101.762	0.9913
campagna x studio	3	12.9075	150	104.347	<0.01
posizione x studio	2	0.7059	136	100.932	0.7026
sottobacino x studio	2	1.7544	148	102.592	0.4160
sottobacino x campagna x posizione	12	2.6597	118	95.596	0.9975
sottobacino x campagna x studio	6	2.6762	130	98.256	0.8483
sottobacino x posizione x studio	4	1.0322	108	94.007	0.9049
campagna x posizione x studio	6	0.5571	112	95.039	0.9971
sottobacino x campagna x posizione x studio	12	0.7984	96	93.209	0.9999

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

Uova migratori - Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	2.5851	163	68.628	0.2746
Campagna	3	6.8538	159	60.977	0.0767
Posizione	2	1.1102	165	71.213	0.5740
Studio	1	0.7979	162	67.830	0.3717
campagna x sottobacino	6	1.7917	139	58.074	0.9378
sottobacino x posizione	4	0.4309	155	60.546	0.9799
campagna x posizione	6	0.1747	145	59.866	0.9999
campagna x studio	3	1.5827	136	56.491	0.6633
posizione x studio	2	0.1042	153	60.442	0.9492
sottobacino x studio	2	0.4010	151	60.041	0.8183
sottobacino x campagna x posizione	12	1.2368	120	54.907	0.9999
sottobacino x campagna x studio	6	1.0297	108	53.627	0.9845
sottobacino x posizione x studio	4	0.3480	132	56.143	0.9865
campagna x posizione x studio	6	0.2499	114	54.657	0.9997
sottobacino x campagna x posizione x studio	12	0.1779	96	59.449	1.000

Uova *S. sprattus* - Confronto B/11- B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	2.6544	162	26.985	0.2652
Campagna	3	14.2183	164	29.639	<0.01
Posizione	2	0.4075	159	26.447	0.8157
Studio	1	0.1305	161	26854	0.7179
campagna x sottobacino	6	0.0025	153	26.444	1.0000
sottobacino x posizione	4	0.7750	138	25.078	0.9418
campagna x posizione	6	0.1337	142	25.853	0.9999
campagna x studio	3	0.0023	150	26.442	0.9999
posizione x studio	2	0.3237	136	24.754	0.8506
sottobacino x studio	2	0.4559	148	25.986	0.7962
sottobacino x campagna x posizione	12	0.1780	118	24.308	1.0000
sottobacino x campagna x studio	6	0.2677	130	24.486	0.9996
sottobacino x posizione x studio	4	0.1317	108	24.114	0.9979
campagna x posizione x studio	6	0.0628	112	24.245	0.9999
sottobacino x campagna x posizione x studio	12	0.0000	96	24.114	1.0000

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

Larve totali - Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	0.334	162	76.470	0.8461
Campagna	3	34.839	164	76.805	<0.001
Posizione	2	0.112	159	64.340	0.9457
Studio	1	12.019	161	64.452	<0.001
campagna x sottobacino	6	3.512	153	60.828	0.7424
sottobacino x posizione	4	0.602	138	48.637	0.9628
campagna x posizione	6	2.652	142	49.239	0.8511
campagna x studio	3	8.590	150	52.238	<0.05
posizione x studio	2	0.002	136	48.636	0.9992
sottobacino x studio	2	0.347	148	51.891	0.8409
sottobacino x campagna x posizione	12	0.743	118	47.593	0.9999
sottobacino x campagna x studio	6	0.300	130	48.336	0.9995
sottobacino x posizione x studio	4	0.052	108	47.506	0.9996
campagna x posizione x studio	6	0.034	112	47.559	0.9999
sottobacino x campagna x posizione x studio	12	0.228	96	47.278	1.0000

Larve migratori - Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	1.409	163	97.453	0.4945
Campagna	3	46.411	159	31.966	<0.001
Posizione	2	0.744	165	98.862	0.6892
Studio	1	19.076	162	78.377	<0.001
campagna x sottobacino	6	0.273	139	30.849	0.9996
sottobacino x posizione	4	0.543	155	31.422	0.9691
campagna x posizione	6	0.088	145	31.121	1.0000
campagna x studio	3	0.779	136	30.070	0.8545
posizione x studio	2	0.011	153	31.411	0.9943
sottobacino x studio	2	0.201	151	31.210	0.9044
sottobacino x campagna x posizione	12	0.466	120	29.499	1.0000
sottobacino x campagna x studio	6	0.185	108	29.247	0.9999
sottobacino x posizione x studio	4	0.106	132	29.964	0.9987
campagna x posizione x studio	6	0.067	114	29.432	1.0000
sottobacino x campagna x posizione x studio	12	0.179	96	29.067	1.0000

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

Larve *S. sprattus* - Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	1.492	162	46.470	0.4743
Campagna	3	43.840	164	47.962	<0.001
Posizione	2	0.701	159	28.203	0.7045
Studio	1	17.567	161	28.903	<0.001
campagna x sottobacino	6	0.280	153	27.922	0.9996
sottobacino x posizione	4	0.516	138	26.509	0.9719
campagna x posizione	6	0.053	142	27.024	1.0000
campagna x studio	3	0.635	150	27.287	0.8884
posizione x studio	2	0.005	136	26.504	0.9976
sottobacino x studio	2	0.210	148	27.078	0.9004
sottobacino x campagna x posizione	12	0.284	118	26.109	1.0000
sottobacino x campagna x studio	6	0.111	130	26.393	1.0000
sottobacino x posizione x studio	4	0.044	108	26.016	0.9998
campagna x posizione x studio	6	0.049	112	26.060	1.0000
sottobacino x campagna x posizione x studio	12	0.131	96	25.886	1.0000

Giovanili totali, abbondanza - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	16.6944	40	92.049	<0.001
Campagna	2	10.6766	42	108.743	<0.01
Posizione	1	14.7161	39	77.333	<0.001
campagna x sottobacino	4	2.9345	35	74.398	0.5688
sottobacino x posizione	2	12.9200	31	54.787	<0.01
campagna x posizione	2	6.6912	33	67.707	<0.05
sottobacino x campagna x posizione	4	5.9978	27	48.789	0.1993

Giovanili migratori, abbondanza - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	11.9568	40	125.284	<0.01
Campagna	2	16.5229	42	137.241	<0.001
Posizione	1	18.8575	39	106.426	<0.001
campagna x sottobacino	4	14.9489	35	91.477	<0.01
sottobacino x posizione	2	4.1777	31	64.647	0.1238
campagna x posizione	2	22.6527	33	68.825	<0.001
sottobacino x campagna x posizione	4	14.0849	27	50.562	<0.01

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

***Liza aurata*, abbondanza - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	16.2464	41	95.268	<0.001
Campagna	2	5.5658	39	89.703	0.0619
Posizione	1	14.5337	43	111.515	<0.001
campagna x sottobacino	4	5.7940	31	50.246	0.2151
sottobacino x posizione	2	16.7115	37	72.991	<0.001
campagna x posizione	2	16.9510	35	56.040	<0.001
sottobacino x campagna x posizione	4	12.1995	27	38.047	<0.05

***Liza ramada*, abbondanza - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	7.1330	41	103.281	<0.05
Campagna	2	5.3794	39	97.902	0.0679
Posizione	1	15.8102	43	110.414	<0.001
campagna x sottobacino	4	15.4251	31	49.107	<0.01
sottobacino x posizione	2	23.7200	37	74.182	<0.001
campagna x posizione	2	9.6499	35	64.532	<0.01
sottobacino x campagna x posizione	4	4.0397	27	45.067	0.4007

***Liza saliens*, abbondanza - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	9.8518	41	20.230	<0.01
Campagna	2	5.4886	39	14.742	0.0643
Posizione	1	2.8174	43	30.082	0.0932
campagna x sottobacino	4	0.8141	31	11.698	0.9366
sottobacino x posizione	2	0.2239	37	14.518	0.8941
campagna x posizione	2	2.0062	35	12.512	0.3668
sottobacino x campagna x posizione	4	0.0000	27	11.698	1.0000

***Sparus aurata*, abbondanza - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	17.3282	41	94.974	<0.001
Campagna	2	23.1115	39	71.862	<0.001
Posizione	1	19.6030	43	112.302	<0.001
campagna x sottobacino	4	3.0652	31	41.017	0.5470
sottobacino x posizione	2	1.8209	37	70.041	0.4024
campagna x posizione	2	25.9590	35	44.082	<0.001
sottobacino x campagna x posizione	4	0.2136	27	40.803	0.9947

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

Giovanili totali, biomassa - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	15.7569	40	84.996	<0.001
Campagna	2	8.6083	42	100.753	<0.05
Posizione	1	7.1925	39	77.804	<0.01
campagna x sottobacino	4	3.1484	35	74.655	0.5333
sottobacino x posizione	2	10.7552	31	59.660	<0.01
campagna x posizione	2	4.2406	33	70.415	0.1200
sottobacino x campagna x posizone	4	10.1078	27	49.552	<0.05

Giovanili migratori, biomassa - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	18.773	40	133.786	<0.001
Campagna	2	3.454	42	152.559	0.1778
Posizione	1	28.100	39	105.685	<0.001
campagna x sottobacino	4	13.006	35	92.680	<0.05
sottobacino x posizione	2	10.239	31	67.983	<0.01
campagna x posizione	2	14.458	33	72.222	<0.001
sottobacino x campagna x posizone	4	19.799	27	48.184	<0.001

***Liza aurata*, biomassa - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	12.7229	41	79.603	<0.01
Campagna	2	5.4023	39	74.201	0.0671
Posizione	1	10.8295	43	92.326	<0.001
campagna x sottobacino	4	9.2383	31	47.825	0.0554
sottobacino x posizione	2	13.6257	37	60.575	<0.01
campagna x posizione	2	3.5114	35	57.064	0.1728
sottobacino x campagna x posizone	4	12.4018	27	35.423	<0.05

***Liza ramada*, biomassa - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	14.764	41	98.829	<0.001
Campagna	2	0.003	39	98.826	0.9987
Posizione	1	9.199	43	113.593	<0.01
campagna x sottobacino	4	10.974	31	43.873	<0.05
sottobacino x posizione	2	33.707	37	65.119	<0.001
campagna x posizione	2	10.272	35	54.847	<0.01
sottobacino x campagna x posizone	4	7.324	27	36.550	0.1197

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

***Liza saliens*, biomassa - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	8.3747	41	25.618	<0.05
Campagna	2	5.2626	39	20.355	0.0720
Posizione	1	0.6179	43	33.993	0.4318
campagna x sottobacino	4	5.2890	31	14.241	0.2589
sottobacino x posizione	2	0.6265	37	19.729	0.7311
campagna x posizione	2	0.1985	35	19.530	0.9055
sottobacino x campagna x posizione	4	0.0000	27	14.241	1.0000

***Sparus aurata*, biomassa - B/12**

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	7.2450	41	54.629	<0.05
Campagna	2	8.6786	39	45.951	<0.05
Posizione	1	0.2424	43	61.874	0.6225
campagna x sottobacino	4	1.2559	31	27.004	0.8688
sottobacino x posizione	2	1.9547	37	43.996	0.3763
campagna x posizione	2	15.7365	35	28.260	<0.001
sottobacino x campagna x posizione	4	0.0052	27	26.998	0.9999

Giovanili totali, abbondanza

Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	35.570	84	212.024	<0.001
Campagna	2	0.755	86	247.594	0.6856
Posizione	1	51.249	88	248.349	<0.001
Studio	1	1.086	83	210.938	0.2974
campagna x sottobacino	4	2.341	75	166.079	0.6734
sottobacino x posizione	2	24.987	79	168.420	<0.001
sottobacino x studio	2	5.996	70	150.390	<0.05
campagna x posizione	2	17.531	81	193.407	<0.001
campagna x studio	2	9.622	72	156.386	<0.01
posizione x studio	1	0.071	74	166.008	0.7902
sottobacino x campagna x posizione	4	28.629	66	121.761	<0.001
sottobacino x campagna x studio	4	5.687	58	108.695	0.2238
sottobacino x posizione x studio	2	3.467	62	114.382	0.1767
campagna x posizione x studio	2	3.912	64	117.849	0.1414
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	10.608	54	98.087	<0.05

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

Giovanili migratori, abbondanza
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	26.959	84	242.12	<0.001
Campagna	2	0.365	86	269.07	0.8332
Posizione	1	45.219	88	269.44	<0.001
Studio	1	0.913	83	241.20	0.3393
campagna x sottobacino	4	0.000	75	195.75	1.0000
sottobacino x posizione	2	24.043	79	194.43	<0.001
sottobacino x studio	2	15.108	70	173.09	<0.001
campagna x posizione	2	22.725	81	218.48	<0.001
campagna x studio	2	16.422	72	188.20	<0.001
posizione x studio	1	0.000	74	204.62	1.0000
sottobacino x campagna x posizione	4	29.505	66	143.59	<0.001
sottobacino x campagna x studio	4	11.044	58	119.75	<0.05
sottobacino x posizione x studio	2	3.698	62	130.79	0.1574
campagna x posizione x studio	2	9.100	64	134.49	<0.05
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	15.540	54	104.21	<0.01

***Liza aurata*, abbondanza**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	4.451	86	211.409	0.1088
Campagna	2	7.221	83	203.715	<0.05
Posizione	1	18.206	88	215.860	<0.001
Studio	1	0.473	84	210.936	0.4918
campagna x sottobacino	4	9.888	72	133.184	<0.05
sottobacino x posizione	2	31.924	81	171.791	<0.001
sottobacino x studio	2	1.439	78	162.448	0.4871
campagna x posizione	2	19.376	76	143.072	<0.001
campagna x studio	2	15.572	70	117.612	<0.001
posizione x studio	1	7.904	80	163.887	<0.01
sottobacino x campagna x posizione	4	10.800	64	97.479	<0.05
sottobacino x campagna x studio	4	0.904	58	90.074	0.9239
sottobacino x posizione x studio	2	9.333	68	108.279	<0.01
campagna x posizione x studio	2	6.501	62	90.978	<0.05
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	10.413	54	79.661	<0.05

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

***Liza ramada*, abbondanza**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	15.681	86	252.48	<0.001
Campagna	2	0.000	83	255.15	1.0000
Posizione	1	51.868	88	268.16	<0.001
Studio	1	0.339	85	252.14	0.5607
campagna x sottobacino	4	0.433	72	202.09	0.9797
sottobacino x posizione	2	23.093	81	232.05	<0.001
sottobacino x studio	2	0.000	78	242.76	1.0000
campagna x posizione	2	40.231	76	202.52	<0.001
campagna x studio	2	41.101	70	160.99	<0.001
posizione x studio	1	1.813	80	230.24	0.1782
sottobacino x campagna x posizione	4	37.129	64	119.26	<0.001
sottobacino x campagna x studio	4	27.149	58	88.68	<0.001
sottobacino x posizione x studio	2	4.598	68	156.39	0.1004
campagna x posizione x studio	2	3.439	62	115.82	0.1791
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	3.894	54	84.78	0.4205

***Liza saliens*, abbondanza**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	53.672	86	106.611	<0.001
Campagna	2	16.836	83	58.588	<0.001
Posizione	1	75.620	88	160.283	<0.001
Studio	1	31.188	85	75.423	<0.001
campagna x sottobacino	4	9.319	72	42.276	0.0536
sottobacino x posizione	2	0.615	81	57.973	0.7352
sottobacino x studio	2	0.646	78	52.689	0.7240
campagna x posizione	2	1.094	76	51.595	0.5788
campagna x studio	2	0.117	70	42.159	0.9433
posizione x studio	1	4.638	80	53.335	<0.05
sottobacino x campagna x posizione	4	1.749	64	40.161	0.7818
sottobacino x campagna x studio	4	0.537	58	39.624	0.9698
sottobacino x posizione x studio	2	0.249	68	41.910	0.8830
campagna x posizione x studio	2	0.000	62	40.161	1.0000
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	0.000	54	39.624	1.0000

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

***Sparus aurata*, abbondanza**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	59.405	86	214.691	<0.001
Campagna	2	27.097	83	180.628	<0.001
Posizione	1	32.774	88	274.096	<0.001
Studio	1	6.966	85	207.725	<0.01
campagna x sottobacino	4	1.768	72	164.086	0.7783
sottobacino x posizione	2	5.196	81	175.432	0.0744
sottobacino x studio	2	8.280	78	167.139	<0.05
campagna x posizione	2	1.285	76	165.854	0.5259
campagna x studio	2	20.377	70	143.709	<0.001
posizione x studio	1	0.012	80	175.420	0.9111
sottobacino x campagna x posizione	4	13.300	64	130.096	<0.01
sottobacino x campagna x studio	4	8.038	58	88.188	0.0902
sottobacino x posizione x studio	2	0.313	68	143.396	0.8552
campagna x posizione x studio	2	33.870	62	96.226	<0.001
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	1.788	54	86.400	0.7747

Giovanili totali, biomassa
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	34.835	85	193.40	<0.001
Campagna	2	1.880	87	228.23	0.3906
Posizione	1	13.748	83	177.71	<0.001
Studio	1	1.943	84	191.45	0.1634
campagna x sottobacino	4	5.247	79	172.46	0.2629
sottobacino x posizione	2	19.579	71	129.55	<0.001
sottobacino x studio	2	8.800	75	158.12	<0.05
campagna x posizione	2	8.991	73	149.13	<0.05
campagna x studio	2	5.537	77	166.92	0.0627
posizione x studio	1	0.032	70	129.52	0.8579
sottobacino x campagna x posizione	4	10.9766	62	107.05	<0.05
sottobacino x campagna x studio	4	11.495	66	118.02	<0.05
sottobacino x posizione x studio	2	0.966	58	105.55	0.6171
campagna x posizione x studio	2	0.535	60	106.51	0.7654
sottobacino x campagna x posizione x studio	2	0.966	58	105.55	0.6171

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

Giovanili migratori, biomassa
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	48.982	85	244.039	<0.001
Campagna	2	1.365	87	293.020	0.5053
Posizione	1	32.560	83	211.332	<0.001
Studio	1	0.147	84	243.892	0.7018
campagna x sottobacino	4	18.805	79	192.527	<0.001
sottobacino x posizione	2	17.412	71	159.130	<0.001
sottobacino x studio	2	3.407	75	188.938	0.1820
campagna x posizione	2	12.396	73	176.542	<0.01
campagna x studio	2	0.182	77	192.345	0.9130
posizione x studio	1	9.133	70	149.998	<0.01
sottobacino x campagna x posizione	4	14.275	62	121.895	<0.01
sottobacino x campagna x studio	4	13.828	66	136.170	<0.01
sottobacino x posizione x studio	2	6.096	58	113.012	<0.05
campagna x posizione x studio	2	2.787	60	119.108	0.2482
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	15.404	54	97.608	<0.01

***Liza aurata*, biomassa**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	11.8220	86	172.863	<0.01
Campagna	2	7.5732	83	163.958	<0.05
Posizione	1	29.4499	88	184.685	<0.001
Studio	1	1.3313	85	171.532	0.2486
campagna x sottobacino	4	17.4648	72	101.553	<0.01
sottobacino x posizione	2	24.7704	81	139.188	<0.001
sottobacino x studio	2	4.9029	78	133.723	0.0862
campagna x posizione	2	14.7053	76	119.018	<0.001
campagna x studio	2	5.6095	70	95.943	0.0605
posizione x studio	1	0.5621	80	138.626	0.4534
sottobacino x campagna x posizione	4	8.5533	64	79.712	0.0733
sottobacino x campagna x studio	4	1.7747	58	77.440	0.7771
sottobacino x posizione x studio	2	7.6785	68	88.265	<0.05
campagna x posizione x studio	2	0.4967	62	79.215	0.7801
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	6.8222	54	70.618	0.1456

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

***Liza ramada*, biomassa**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	34.300	86	213.581	<0.001
Campagna	2	5.895	83	205.462	0.0527
Posizione	1	39.763	88	247.881	<0.001
Studio	1	2.224	85	211.358	0.1359
campagna x sottobacino	4	12.266	72	150.150	<0.05
sottobacino x posizione	2	15.906	81	189.557	<0.001
sottobacino x studio	2	0.000	78	193.874	1.0000
campagna x posizione	2	31.457	76	162.416	<0.001
campagna x studio	2	5.741	70	144.409	0.0567
posizione x studio	1	0.000	80	190.383	1.0000
sottobacino x campagna x posizione	4	28.995	64	95.955	<0.001
sottobacino x campagna x studio	4	14.279	58	75.844	<0.01
sottobacino x posizione x studio	2	19.459	68	124.950	<0.001
campagna x posizione x studio	2	5.832	62	90.123	0.0541
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	2.218	54	73.626	0.6958

***Liza saliens*, biomassa**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	74.157	86	111.866	<0.001
Campagna	2	12.478	83	75.564	<0.01
Posizione	1	58.937	88	186.024	<0.001
Studio	1	23.825	85	88.041	<0.001
campagna x sottobacino	4	2.644	72	52.925	0.6190
sottobacino x posizione	2	2.430	81	73.134	0.2968
sottobacino x studio	2	1.082	78	57.334	0.5822
campagna x posizione	2	1.764	76	55.570	0.4140
campagna x studio	2	4.091	70	48.734	0.1230
posizione x studio	1	14.718	80	58.416	<0.001
sottobacino x campagna x posizione	4	5.916	64	41.603	0.2055
sottobacino x campagna x studio	4	2.439	58	39.164	0.6556
sottobacino x posizione x studio	2	1.215	68	47.519	0.5446
campagna x posizione x studio	2	0.000	62	41.603	1.0000
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	0.000	54	39.164	1.0000

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

***Sparus aurata*, biomassa**
Confronto B/11 - B/12

	d. f.	Devianza	d. f. residui	Devianza res.	P (>Chi)
Sottobacino	2	22.121	85	99.087	<0.001
Campagna	2	38.794	87	121.208	<0.001
Posizione	1	0.389	83	96.968	0.5330
Studio	1	1.730	84	97.357	0.1884
campagna x sottobacino	4	0.984	79	95.985	0.9123
sottobacino x posizione	2	3.119	71	75.501	0.2103
sottobacino x studio	2	6.964	75	83.332	<0.05
campagna x posizione	2	4.713	73	78.619	0.0948
campagna x studio	2	5.688	77	90.296	0.0582
posizione x studio	1	3.837	70	71.663	0.0501
sottobacino x campagna x posizione	4	3.566	62	66.471	0.4679
sottobacino x campagna x studio	4	1.627	66	70.037	0.8040
sottobacino x posizione x studio	2	0.450	58	51.551	0.7983
campagna x posizione x studio	2	14.469	60	52.002	<0.001
sottobacino x campagna x posizione x studio	4	0.115	54	51.436	0.9984