

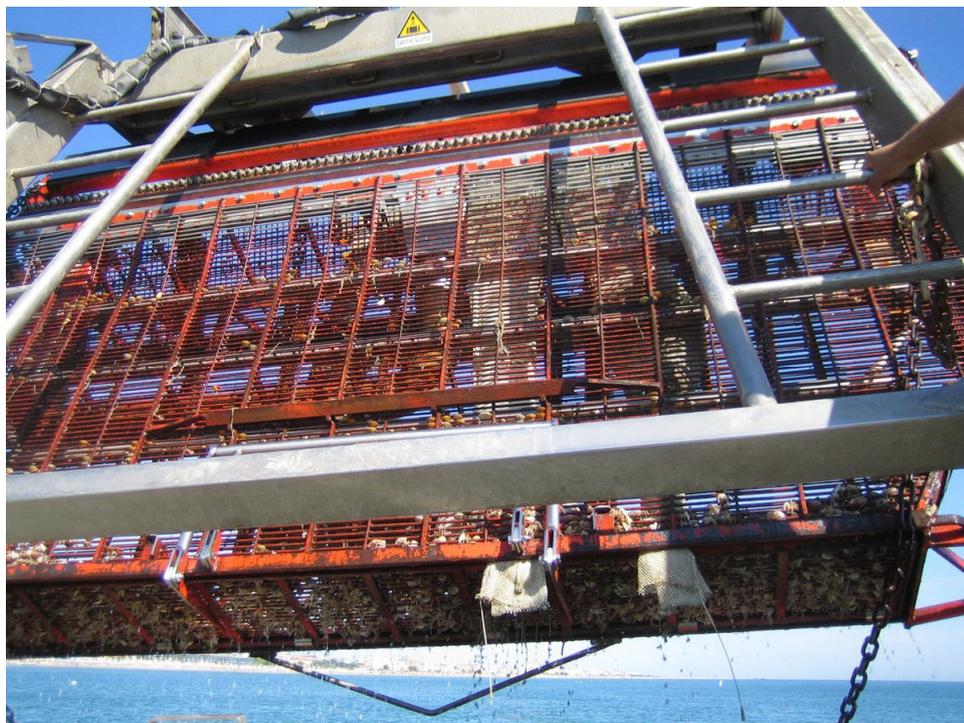
QUALITÀ E SOSTENIBILITÀ

Caratterizzazione stagionale di *Chamelea gallina* e gestione sostenibile dei banchi



Centro di Ricerca
per la Pesca e l'Acquacoltura
riconosciuto dal
Ministero delle Politiche
Agricole e Forestali
con D.M. del 05/08/1996

(Progetto realizzato grazie al contributo della regione Emilia - Romagna, Legge Regionale 3/79)



Rapporto Finale

A cura di Giuseppe Prioli

Cattolica - Luglio 2012

INDICE

1.	Introduzione	1
2.	Materiali e metodi	2
2.1	<i>Localizzazione dell'area indagata e piano di campionamento</i>	<i>2</i>
2.2	<i>Evoluzione delle catture - Confronto statistico tra strati.....</i>	<i>7</i>
2.3	<i>Accrescimento, mortalità, reclutamento</i>	<i>9</i>
2.4	<i>Caratterizzazione qualitativa</i>	<i>10</i>
2.4.1	Modalità di campionamento e trattamento dei campioni ...	13
2.4.2	Analisi microbiologiche	13
2.4.3	Analisi merceologiche	14
2.4.4	Analisi chimico - nutrizionali	15
3.	Risultati	22
2.5	<i>Evoluzione delle catture</i>	<i>24</i>
2.5.1	Catture tratte direttamente dalla Draga	24
2.5.2	Catture tratte dal campionatore	41
2.6	<i>Accrescimento, mortalità, reclutamento</i>	<i>55</i>
2.6.1	Accrescimento	55
2.6.2	Mortalità	60
2.6.3	Reclutamento	62
2.7	<i>Caratterizzazione qualitativa</i>	<i>63</i>
2.7.1	Analisi microbiologiche	63
2.7.2	Analisi merceologiche	64
2.7.3	Analisi chimico-nutrizionali	65
4.	Discussione	72
2.8	<i>Evoluzione delle catture</i>	<i>73</i>
2.9	<i>Accrescimento, mortalità, reclutamento</i>	<i>74</i>
2.10	<i>Caratterizzazione qualitativa</i>	<i>76</i>
5.	Conclusioni.....	77
6.	Bibliografia.....	78

Indice delle Tabelle

Tabella 1 – Coordinate dei punti di vertice dell'area con divieto di pesca.....	3
Tabella 2 – Elenco delle stazioni di campionamento e relativi codici identificativi.....	4
Tabella 3 – Date di campionamento con relativo numero di pescate sperimentali.....	5
Tabella 4 – Significatività del risultato del test in relazione al livello di probabilità adottato	8
Tabella 5- Parametri indagati al fine di effettuare una caratterizzazione stagionale di <i>Chamelea gallina</i>	11
Tabella 6 - Parametri microbiologici ricercati e relativi metodi analitici impiegati.....	14
Tabella 7- Parametri chimico-nutrizionali ricercati e relativi metodi analitici impiegati	15
Tabella 8 – Parametri chimico- nutrizionali ricercati e relativi metodi analitici impiegati	19
Tabella 9 – Lunghezza delle cale (m)	22
Tabella 10 – Andamento di alcuni principali parametri idrologici nelle acque di fondo presso l'area indagata (elaborazione su dati ARPA – Daphne).....	23
Tabella 11 - Valori medi di biomassa (g/mq) e relativi limiti fiduciarci delle vongole commerciali (≥ 25 mm) per strato e per data	24
Tabella 12 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica nella normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole commerciali – g/mq)	27
Tabella 13 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3D - E3D e I5D - E5D (vongole commerciali - g/mq)	27
Tabella 14 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità delle medie dei 4 strati considerati per data (vongole commerciali – g/mq).....	28
Tabella 15 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3D e E3D per singola data di campionamento (g/mq).....	29
Tabella 16 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5D e E5D per singola data di campionamento (g/mq).....	30
Tabella 17 – Valori della densità media (n/mq) e relativi limiti fiduciarci di vongole commerciali (≥ 25 mm) per strato e per data	31
Tabella 18 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole commerciali – n/mq)	34
Tabella 19 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3D - E3D e I5D - E5D (vongole commerciali - n/mq)	34
Tabella 20 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità nei 4 strati considerati per data (vongole commerciali – n/mq).....	35
Tabella 21 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3D e E3D per singola data di campionamento (vongole commerciali - n/mq).....	36

Tabella 22 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5D e E5D per singola data di campionamento (vongole commerciali - n/mq).....	37
Tabella 23 – Statistica descrittiva della distribuzione di taglia relativa alla frazione commerciale ($L \geq 25$ mm) prelevata con la draga.....	37
Tabella 24 – Test di normalità tra gli strati della distribuzione di taglia.....	40
Tabella 25 – Test di normalità tra gli strati della distribuzione di frequenza della taglia per data di campionamento	40
Tabella 26 – Significatività delle differenze relative al test non parametrico di Mann-Whitney effettuato sui 4 strati per la distribuzione di taglia (vongole commerciali)	41
Tabella 27 – Statistica descrittiva della biomassa di vongole per strato e per data (g/mq)	41
Tabella 28 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica nella normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole campionatore – g/mq)	44
Tabella 29 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3C - E3C e I5C - E5C	44
Tabella 30 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità nei 4 strati considerati per data (campionatore – g/mq)	45
Tabella 31 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3C e E3C per singola data di campionamento (campionatore - g/mq)	46
Tabella 32 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5C e E5C per singola data di campionamento (campionatore - g/mq)	46
Tabella 33 – Statistiche descrittive n/mq campionatore	47
Tabella 34 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica nella normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole campionatore – n/mq)	50
Tabella 35 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3C - E3C e I5C e E5C (campionatore – n/mq).....	50
Tabella 36 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità nei 4 strati considerati per data (campionatore – n/mq)	51
Tabella 37 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3C e E3C per singola data di campionamento (campionatore – n/mq).....	52
Tabella 38 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5C e E5C per singola data di campionamento (campionatore – n/mq).....	52
Tabella 39 – Test di normalità tra gli strati per la distribuzione di taglia.....	54
Tabella 40 – Test di normalità tra gli strati per la distribuzione di taglia per data di campionamento.....	54
Tabella 41 – Significatività delle differenze relative al test non parametrico di Mann-Whitney effettuato sui 4 strati per la distribuzione di taglia (campionatore).....	55

Tabella 42 - Parametri di accrescimento individuati secondo i modelli ELEFAN I e PROJMAT	55
Tabella 43 – Accrescimento (mm/gg), taglia media (mm) e rispettivi limiti fiduciar 95% della coorte principale individuata tramite NORMSEP	60
Tabella 44 – Indici di mortalità totale (Z), naturale (M) e da pesca (F) ottenuti tramite LFDA e FISAT II con percentuale di sopravvivenza a un anno dal reclutamento alla pesca (PS1)	61
Tabella 45 - Mesi in cui avviene il picco di reclutamento nelle differenti stazioni per il periodo considerato	62
Tabella 46- Caratterizzazione microbiologica di <i>C. gallina</i> (*)	63
Tabella 47- Caratterizzazione della resa in carne cotta/cruda per <i>C. gallina</i> (*)	64
Tabella 48 - Caratterizzazione nutrizionale di <i>C. gallina</i> (*)	65

Indice delle Figure

Figura 1 – Zona oggetto di indagine con riportata l'area preclusa alla pesca, individuata dal rettangolo in rosso, e le tracce delle varie cale effettuate nel corso dell'indagine	3
Figura 2 - Pontile che delimita parzialmente il lato di sudest dell'area preclusa alla pesca di vongole.....	4
Figura 3 – Campionatore utilizzato nel corso dell'indagine.....	6
Figura 4 – Andamento della biomassa media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati	25
Figura 5 - Andamento della biomassa media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (g/mq)	26
Figura 6 - Andamento della densità media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati (n/mq)	32
Figura 7 - Andamento della densità media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (n/mq)	33
Figura 8 – Andamento della taglia media e relativa deviazione standard della frazione commerciale ($L \geq 25$ mm) prelevata con la draga.....	38
Figura 9 – Distribuzione di taglia della frazione commerciale ($L \geq 25$ mm) prelevata con la draga	39
Figura 10 - Biomassa media di vongole prelevate con campionario (g/mq)	42

Figura 11 – Andamento della biomassa media di vongole prelevate con campionatore nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (g/mq)	43
Figura 12 – Andamento della densità media di vongole prelevate con campionatore nei 4 strati considerati (n/mq).....	48
Figura 13 - Andamento della densità media di vongole prelevate con campionatore nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (n/mq)	49
Figura 14 – Distribuzione di taglia della catture con campionatore	53
Figura 15 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione I3C.....	57
Figura 16 - ELEFAN I - curva di accrescimento stazione I3C.....	57
Figura 17 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione E3C	58
Figura 18 – ELEFAN I - curva di accrescimento stazione E3C.....	58
Figura 19 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione I5C.....	58
Figura 20 – ELEFAN I - curva di accrescimento stazione I5C.....	58
Figura 21 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione E5C	59
Figura 22 – ELEFAN I - curva di accrescimento stazione E5C.....	59
Figura 23 – Rappresentazione grafica dell'accrescimento (mm/gg) e della taglia media della coorte principale individuata tramite NORMSEP.....	60
Figura 24 - Schema di reclutamento relativo alle stazioni costiere (-3 m)	62
Figura 25 - Schema di reclutamento relativo alle stazioni del largo (-5 m)	62
Figura 26 - Grafico relativo alle variazioni della resa in carne su prodotto cotto e crudo per <i>C. gallina</i> nel periodo in esame.	65

1. INTRODUZIONE

La produzione di vongole appartenenti alla specie *Chamelea gallina* L., segue un andamento incostante nel tempo, dove a periodi di maggiore abbondanza se ne alternano altri contraddistinti da una notevole scarsità di prodotto. Tale variabilità può essere determinata da più cause, tra cui le principali possono essere: naturali fluttuazioni del reclutamento, fenomeni di moria accidentali determinate da agenti ambientali e l'adozione di pratiche di gestione dell'azione di pesca non compatibili con lo stato della risorsa.

Se da un lato questa situazione determina negli operatori uno stato di incertezza, dall'altro favorisce e rafforza la consapevolezza della necessità di attuare politiche di gestione della risorsa sempre più rivolte ad atteggiamenti responsabili, così da attenuare gli effetti negativi determinati da fenomeni ambientali.

In questa ottica, da diversi anni il CO.GE.MO. Rimini, in stretta sinergia con strutture di ricerca applicata alla pesca, ha promosso e contribuito alla realizzazione di una serie di indagini che hanno permesso notevoli miglioramenti in termini di gestione razionale della risorsa. Alcune delle ricerche svolte sono state cofinanziate dalla Regione Emilia-Romagna, in un'ottica di gestione sostenibile delle risorse ittiche della fascia costiera. Un'evoluzione positiva in termini di scelte gestionali fatte dai consorzi e, più in generale, legata alla sensibilità ambientale dei singoli pescatori.

Sul fronte della ricerca vanno altresì sottolineati i risultati raggiunti in ambito regionale in questi anni. Risultati che pongono la Regione Emilia-Romagna e i consorzi di gestione dei molluschi bivalvi operanti su questo territorio all'avanguardia in Italia.

In questo complessivo affinamento delle conoscenze scientifiche, che ha poi ricadute dirette sulle scelte gestionali, si inserisce il presente progetto di ricerca, che, principalmente, ha inteso indagare l'evoluzione temporale di banchi di vongole e caratterizzare, dal punto di vista merceologico e organolettico, la vongola *Chamela gallina*, con particolare riguardo all'evoluzione stagionale delle sua qualità nutrizionali. Quest'ultimo aspetto

appare particolarmente importante, in quanto legato a auspicabili interventi di valorizzazione della produzione, così come fortemente sostenuto dalla politica regionale, attuata anche attraverso la promozione di marchi di qualità.

In particolare, gli obiettivi generali del progetto possono essere così riassunti:

- dare continuità alla raccolta di informazioni di base sulla biologia della vongola (*Chamelea gallina*), allo scopo di rendere la gestione della pesca sempre più rispondente alle politiche nazionali, comunitarie e internazionali sulla pesca responsabile;
- cercare di chiarire alcuni aspetti legati all'evoluzione temporale dei banchi di vongole, sia sottoposti a sforzo di pesca sia non sfruttati;
- mantenere in condizioni naturali un banco di riproduttori al fine di garantire la massima efficienza riproduttiva di uno stock, potenzialmente utile per il reclutamento ad un'ampia parte del compartimento;
- monitorare l'andamento stagionale della composizione centesimale (proteine, lipidi, carboidrati, valore calorico), della caratterizzazione nutrizionale (profilo in acidi grassi omega, micro e macroelementi, vitamine, colesterolo), dei parametri biologico-commerciali, dei principali indici microbiologici, al fine di valorizzare le peculiarità compositive della vongola.

2. MATERIALI E METODI

2.1 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA INDAGATA E PIANO DI CAMPIONAMENTO

Così come definita in una precedente indagine, l'area oggetto della presente sperimentazione, riportata in Figura 1, era situata a circa 5 Km a sud del porto di Rimini, nelle acque prospicienti l'abitato di Miramare di Rimini. In tale zona è stato individuato uno specchio acqueo delle dimensioni di m 900 x 740, pari ad una superficie di circa 666.000 mq dove, in accordo

con i responsabili del CO.GE.MO, è stata preclusa la pesca per un periodo di 24 mesi: dal 1 giugno 2009 al 31 maggio 2011.



Figura 1 – Zona oggetto di indagine con riportata l’area preclusa alla pesca, individuata dal rettangolo in rosso, e le tracce delle varie cale effettuate nel corso dell’indagine

Tale area era facilmente individuabile in quanto delimitata a terra da due pontili perpendicolari alla costa (Figura 2), utilizzati nel periodo estivo dalle motonavi turistiche per il trasporto passeggeri.

Le coordinate geografiche (Datum WGS 84) dei punti di vertice dell’area preclusa sono riportate in Tabella 1.

Tabella 1 – Coordinate dei punti di vertice dell’area con divieto di pesca

Punto	Latitudine	Longitudine
A	44° 02,716’	12° 36,557’
B	44° 03,025’	12° 37,080’
C	44° 02,712’	12° 37,428’
D	44° 02,404’	12° 36,906’



Figura 2 - Pontile che delimita parzialmente il lato di sudest dell'area preclusa alla pesca di vongole.

Complessivamente sono state definite 12 stazioni di campionamento, di cui 6 all'interno dell'area preclusa alla pesca e 6 esterna a questa. In entrambe le zone di pesca 3 stazioni erano situate lungo la batimetrica dei 3 metri e 3 lungo la batimetrica dei 5 metri (Tabella 2).

Sulla base delle caratteristiche di profondità e posizione sono stati inoltre definiti 4 strati, ritenuti tra loro omogenei, che, così come riportato in Tabella 2, sono rappresentativi, rispettivamente, della fascia esterna all'area preclusa e profondità di circa 3 m, con sigla E3; fascia interna all'area preclusa e profondità di circa 3 m, con sigla I3; fascia interna all'area preclusa e profondità di circa 5 m, con sigla I5; fascia esterna all'area preclusa e profondità di circa 5 m, con sigla E5.

Tabella 2 – Elenco delle stazioni di campionamento e relativi codici identificativi

Stazione	Zona	Profondità	Codice stazione	Strato
01	Esterna	3	01E3	E3
02	Esterna	3	02E3	
03	Esterna	3	03E3	
04	Interna	3	04I3	I3
05	Interna	3	05I3	
06	Interna	3	06I3	
07	Interna	5	07I5	I5
08	Interna	5	08I5	

Stazione	Zona	Profondità	Codice stazione	Strato
09	Interna	5	09I5	
10	Esterna	5	10E5	E5
11	Esterna	5	11E5	
12	Esterna	5	12E5	

Il periodo di campionamento si è protratto per circa 21 mesi, dal giugno 2009 al marzo 2011, entro il quale sono state effettuate 96 pescate sperimentali, ripartite in 8 giornate.

Tabella 3 – Date di campionamento con relativo numero di pescate sperimentali

Data campionamento	Pescate sperimentali
11/06/2009	12
13/11/2009	12
14/01/2010	12
17/03/2010	12
16/07/2010	12
30/09/2010	12
15/01/2011	12
25/03/2011	12

Le pescate sperimentali sono state eseguite utilizzando una draga idraulica di tipo commerciale avente caratteristiche tecniche conformi agli standard previsti dalla legge, trainando l'attrezzo con andamento parallelo alla costa. Per ogni stazione sono state effettuate cale della lunghezza compresa tra 100 e 200 m, la cui traccia è stata rilevata tramite un sistema GPS e registrata su programma cartografico.

Per consentire la cattura di individui di vongola di dimensioni non commerciali, all'interno della draga era stato posto un apposito campionatore avente bocca d'ingresso di forma rettangolare larga 50 cm ed altezza di 30 centimetri (Figura 3). Il campionatore era costituito da due tratti di rete tubolare, con maglia di 8 mm (4 mm di lato), della lunghezza di circa 170 cm, ed è stato così conformato per meglio adattarsi alla struttura interna della draga.



Figura 3 – Campionatore utilizzato nel corso dell'indagine

Per ogni pescata è stato registrato il peso complessivo della cattura del campionatore e quello della draga prelevato dalla vasca di raccolta posta a prua dell'imbarcazione. Da ognuno di questi quantitativi, è stato prelevato un campione del peso non superiore a 5 Kg, che è poi stato insacchettato, siglato e portato in laboratorio per le analisi biometriche. Dalle catture effettuate nell'area preclusa è stato inoltre prelevato un campione del peso di circa 3 Kg da utilizzare per le analisi di laboratorio relative a rilievi sullo stato microbiologico, qualitativo e, a cadenza stagionale, nutrizionale.

Ogni campione è stato identificato tramite un apposito contrassegno riportante la data di campionamento, lo strato di appartenenza e la sigla dell'attrezzo, indicando con "D" quanto prelevato dalla draga e con "C" quanto trattenuto dal campionatore.

Una volta in sede, i campioni per i rilievi biometrici sono stati posti in congelatore (-18 °C) fino al trasferimento in laboratorio. Al momento delle misurazioni, dopo essere stato scongelato, ogni campione è stato nuovamente pesato e, quindi, si è proceduto alla operazione di cernita delle vongole ed alla successiva misurazione, eseguita avvalendosi di un sistema

ad analisi di immagine (Impulse - Vision S), in grado di rilevare la larghezza massima delle singole vongole e di registrarlo su supporto informatico per la successiva analisi statistica.

La registrazione dei dati relativi sia alle catture che alle distribuzioni di frequenza delle classi di taglia è avvenuta avvalendosi dei programmi Microsoft EXCEL e Microsoft Office Access, mentre per le successive elaborazioni statistiche è stato utilizzato il programma SPSS.

2.2 EVOLUZIONE DELLE CATTURE - CONFRONTO STATISTICO TRA STRATI

Per lo studio dell'evoluzione delle catture ci si è avvalsi di alcune funzioni di analisi statistica contenute nel software SPSS.

Considerato che la vongola presenta una distribuzione spaziale di tipo "contagioso", dovuta alla presenza di banchi, e che, in termini statistici, questa è caratterizzata dal valore della varianza superiore a quello della media ($s^2 > \bar{x}$), quindi con una distribuzione di tipo non normale, per ricavare i valori relativi alla biomassa media (g/mq) ed alla densità media (n/mq) ed i rispettivi limiti fiduciarci, si è proceduto applicando la trasformazione $\log(x+1)$ (Elliott, 1977).

Per quanto riguarda invece i successivi confronti a coppie tra gli strati a pari profondità, in primo luogo si è proceduto testando la normalità dei dati avvalendosi dei test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, quest'ultimo più adeguato in caso di numero di campioni ridotto; successivamente, i confronti sono stati condotti adottando, quando possibile, test parametrici (test t) o, nei casi in cui la distribuzione dei dati non consentiva l'utilizzo di test parametrici, si è ricorso a test non parametrici (test di Mann-Whitney) (SPSS) (Elliott, 1977).

I test sono stati eseguiti per verificare eventuali similitudini tra gli strati a pari profondità sia considerando il numero complessivo dei campioni, indipendentemente dalla data di campionamento, sia nell'ambito delle singole date di campionamento.

I test adottati rappresentano uno strumento per verificare se i due campioni indipendenti, rappresentanti la popolazione di vongole presente negli strati, possono essere considerati come appartenenti alla stessa popolazione, quindi a popolazioni che abbiano la medesima media (test t) o la medesima mediana (test di Mann-Whitney). I valori dei campioni quasi sempre differiscono tra loro per ciò che riguarda il paramento oggetto di studio, in questo caso la biomassa o la densità di individui per unità di superficie, per cui il test rappresenta lo strumento per stabilire se le differenze osservate nei campioni corrispondono a differenze realmente esistenti in seno alle popolazioni corrispondenti oppure se sono delle semplici variazioni accidentali fra campioni casuali della stessa popolazione.

L'ipotesi di partenza, o "ipotesi nulla (H_0)", è che entrambe gli strati siano costituiti dalla stessa popolazione e la probabilità (P) che tale ipotesi sia confermata è ritenuta soddisfacente quando assume un livello abbastanza elevato, mentre è respinta quando assume un livello significativamente basso. In genere si assume un valore di significatività del 5% ($P=0,05$) e l'ipotesi nulla è accettata quando P è maggiore di 0,05, mentre, al contrario, al disotto di questo valore viene respinta (Elliott, 1977).

In Tabella 4 è riportata la significatività del risultato del test in relazione al livello di probabilità adottato (Elliott, 1977).

Tabella 4 – Significatività del risultato del test in relazione al livello di probabilità adottato

Livello di Probabilità	Risultato del Test	Simbolo
P < 0,05 (livello 5%)	significativo	*
P < 0,01 (livello 1%)	molto significativo	**
P < 0,001 (livello 0,1%)	altamente significativo	***

Inoltre, per evidenziare eventuali differenze nella struttura della popolazione di taglia commerciale nelle stazioni indagate è stata calcolata la taglia media, errore std., dev. std., varianza, minimo e massimo, sottoponendo i risultati ottenuti, relativi alla taglia media, all'analisi di significatività attraverso il test non parametrico U di Mann Whitney (M-W), preceduto dal test di Kolmogorov-Smirnov per la verifica della normalità.

2.3 ACCRESCIMENTO, MORTALITÀ, RECLUTAMENTO

Come in precedenti lavori svolti nella medesima area di indagine, lo studio della struttura della popolazione indagata è stato effettuato sulla base della distribuzione di frequenza della taglia dei campioni periodici (Sparre e Venema, 1998), utilizzando due appositi software: FISAT II (Gayanilo et al., 2005) e LFDA (Kirkwood et al., 2001); i cui risultati sono stati messi tra loro a confronto.

Considerando la biologia della vongola, il cui accrescimento è influenzato da fattori climatici ed ambientali, si è ritenuto opportuno ricercare i parametri dell'equazione di Von Bertalanffy che tengano conto della stagionalità, adottando la forma elaborata da Hoenig e Choundary Hanumara (Pauly et al., 1992):

$$L_t = L_\infty \{1 - e^{-[K(t-t_0) + S \sin 2\pi(t-t_s) - S \sin 2\pi(t_0-t_s)]}\}$$

dove L_t = larghezza al tempo t ; L_∞ = larghezza massima teorica; K = coefficiente di accrescimento (1/anno); t = età relativa; t_0 età teorica alla larghezza 0; $S = (CK/2\pi)$ dove C è ampiezza della oscillazione annuale; t_s = periodo dell'anno quando l'accrescimento è maggiore (WP+0,5), inverso al WP (winter point) che è il periodo dell'anno quando si verifica un ritardo nell'accrescimento (se $C < 1$) o una sospensione ($C=1$).

Per entrambe i software utilizzati si è inizialmente proceduto all'individuazione del valore di L_∞ attraverso il metodo di Powell-Wetherall (Sparre e Venema, 1998), procedendo poi all'individuazione dei restanti parametri attraverso sia il software ELEFAN (Gayanilo et al., 2005), sia PROJMAT – Projection Matrix Method (Kirkwood et al., 2001).

Per ricavare la larghezza in relazione all'età per l'accrescimento influenzato dalla stagionalità è stato utilizzato un foglio di calcolo disponibile su internet realizzato da Gertjan de Graaf e Pieter Dekker (<http://www.nefisco.org/Training.htm>), modificato.

L'indice di accrescimento (ϕ') è stato calcolato secondo la formula riportata da Sparre e Venema (1998): $\phi' = \log_{10}K + \log_{10}L_\infty$, dove K è il coefficiente di accrescimento e L_∞ è la larghezza massima teorica.

Anche nel caso della stima del coefficiente di mortalità totale [Z (1/anno)] sono stati utilizzati i software resi disponibili da FISAT II e LFDA e, in entrambe i casi, è stato adottato il metodo di Powell-Wetherall (Sparre e Venema, 1998), in quest'ultimo caso quale valore di K , in Z/K , è stato utilizzato quello derivato dalle routine ELEFAN I e PROJMAT.

La mortalità naturale (M) è stata ricavata utilizzando la formula di Richter e Evanov (Sparre e Venema, 1998) presente in FISAT II, adottando quale valore di età in cui la metà della popolazione raggiunge la piena maturità sessuale [$t_{(mass)}$] il valore corrispondente alla larghezza di 20 mm (Corni et al., 1980), ricercato attraverso il foglio di calcolo di Gertjan e Dekker.

La mortalità da pesca (F) è stata ricavata secondo la formula $F=Z-M$.

La percentuale di sopravvivenza (PS) è stata ricavata dalla formula: $PS=100*esp^{-z(t-Tr)}$, dove Z corrisponde alla mortalità totale, $(t-Tr)$ è il tempo che intercorre tra il tempo t , età ipotetica delle vongole, e Tr , l'età minima alla quale le vongole possono essere catturate. Il valore di $(t-Tr)$ è stato posto uguale ad 1, valutando cioè la sopravvivenza ad un anno dal reclutamento alla pesca (Sparre e Venema, 1998).

Una stima del periodo di reclutamento alla pesca per i differenti raggruppamenti indagati è stata effettuata utilizzando i parametri di accrescimento ottenuti tramite FISAT II, proiettando le frequenze di larghezza su di un asse temporale (Gayanilo et al., 2005).

2.4 CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA

I campioni di *Chamelea gallina* di taglia commerciale sono stati analizzati in rapporto alla stagionalità quindi si è proceduto a reperire campioni nelle seguenti date:

PERIODO ESTIVO	PERIODO AUTUNNALE	PERIODO INVERNALE	PERIODO PRIMAVERILE
11/06/2009	30/09/2010	17/01/2011	25/03/2011

Su ogni lotto di prodotto acquisito si è indagato, mediante esami di laboratorio, per verificare le principali caratteristiche qualitative in rapporto alle variazioni stagionali.

I parametri ricercati sono indicati nella sotto riportata Tabella 5. Le indagini sono state condotte a cadenza stagionale al fine di definirne non solo le caratteristiche, ma individuarne anche eventuali variabilità in funzione della stagionalità.

Tabella 5- Parametri indagati al fine di effettuare una caratterizzazione stagionale di *Chamelea gallina*.

PARAMETRI BIOMETRICI	PARAMETRI NUTRIZIONALI (MACRONUTRIENTI)	PARAMETRI NUTRIZIONALI (MICRONUTRIENTI)	PARAMETRI BIOLOGICO/COMMERCIALI	PARAMETRI MICROBIOLOGICI
Larghezza	Umidità	Calcio	Resa alimentare a crudo (parte edibile)	Cariche batteriche totali
Peso	Proteine	Fosforo	Resa alimentare a cotto (parte edibile)	Coliformi fecali
	Lipidi totali	Ferro		<i>Escherichia coli</i>
	Ceneri	Iodio		<i>Salmonella spp</i>
	Carboidrati totali	Selenio		
	Profilo in acidi grassi (omega)	Colesterolo		
		Vitamina A		

In particolare, la caratterizzazione nutrizionale del prodotto è stata condotta con l'obiettivo fondamentale di supportare i risultati di precedenti indagini condotte in merito agli aspetti nutrizionali di *Chamelea gallina*, completando tali dati e verificandone la variabilità nel corso dei vari periodi dell'anno.

Per quanto concerne i parametri microbiologici, la scelta del profilo microbiologico da ricercare è stata fatta in modo tale da valutare i parametri richiesti per legge sui molluschi bivalvi vivi, aggiungendo ai parametri *Escherichia coli* e *Salmonella spp*, richiesti dalla normativa attuale, il parametro Coliformi fecali, richiesto dalla normativa precedentemente in vigore e la Carica Batterica Totale, come indicatore generale della presenza batterica. La ricerca della Conta Batterica Totale mesofila è interessante

nella caratterizzazione, in quanto utilizzata in diversi paesi per definire la qualità igienica dei prodotti ittici (APHA, 1992), e studi condotti indicano che al momento della cattura la carica batterica può attestarsi a concentrazioni di 10^3 - 10^5 UFC/g; generalmente una o due unità logaritmiche più elevata rispetto a quella dell'acqua in cui vengono pescati.

In particolare, la normativa di riferimento per il settore, a partire dall'anno 2006, è rappresentata dal Regolamento CE n. 2073/2005 del 15/11/2005, che prevede i parametri *Escherichia coli* e *Salmonella sp.* quali "Criteri di Sicurezza" nella valutazione dell'idoneità al consumo umano del prodotto.

Per una maggiore conoscenza dei parametri indagati si riportano qui di seguito le caratteristiche dei microrganismi indicati dalla normativa vigente (*Escherichia coli* e *Salmonella spp.*).

Escherichia coli è una specie batterica appartenente alla famiglia delle Enterobacteriacee, sempre presente nelle deiezioni umane è utilizzata come indicatore di contaminazione fecale. *Escherichia coli* rappresenta quindi un ottimo "marker" di contaminazione fecale, essendo il coliforme fecale dominante nelle feci umane ed animali; diverso il discorso, come descritto precedentemente, per i coliformi fecali: essi comprendono batteri come le *klebsiellae* termo tolleranti che si sono rivelate molto più ubiquitarie di quanto si ritenesse in passato.

Non sempre però ad un basso livello di questi indicatori corrisponde l'assenza di patogeni; diverse ricerche riportano esempi di germi patogeni isolati da prodotti ittici provenienti da acque considerate salubri (Wait, 1983).

Le salmonelle sono microrganismi conosciuti sin dal 1884, quali agenti patogeni di infezioni di tipo setticemico (febbre tifoide) o di tipo gastroenterico (salmonellosi), e ancora oggi rappresentano un rilevante problema di sanità pubblica sia nei paesi industrializzati, che in quelli in via di sviluppo. Le salmonelle possono quindi rappresentare un serio problema sanitario e sono la prima causa di tossinfezioni alimentari in Italia, per

questo è importante rilevare la conformità del prodotto relativamente a tale patogeno nella matrice alimentare studiata.

E' stati poi ricercato un parametro importante a livello commerciale, quale il contenuto in carne, inteso come rapporto percentuale del contenuto in carne (cruda e cotta) sul peso complessivo dei molluschi bivalvi, già utilizzato negli scambi comunitari come importante fattore di scelta del prodotto, tanto che in alcuni mercati sono stati posti dei limiti di resa per la commercializzazione dei molluschi. Tale parametro, legato in gran parte all'andamento del ciclo riproduttivo è influenzato principalmente dalla stagionalità.

2.4.1 Modalità di campionamento e trattamento dei campioni

Nel corso della sperimentazione, nei mesi di giugno 2009, settembre 2010 e di gennaio e marzo 2011, sono stati effettuati quattro campionamenti; le pesche sono state condotte da draghe turbosoffianti del compartimento marittimo di Rimini.

Il prodotto, in quantità di circa 3 kg (prodotto commerciale) per ogni operazione di campionamento effettuato, una volta sbarcato in banchina veniva trasportato al Laboratorio MARE.A srl per l'effettuazione delle prove analitiche previste, dettagliate in Tabella 5.

Preliminarmente alla effettuazione delle prove analitiche previste, i campioni sono stati sottoposti alle seguenti operazioni:

- lavaggio con acqua potabile;
- cernita degli individui per l'allontanamento degli esemplari morti;

A questo punto, i campioni sono stati suddivisi come segue:

- 1 kg di campione destinato all'analisi biometrica
- 500 g di campione destinato alle analisi chimico-nutrizionali
- 500 g di campione destinati alle analisi microbiologiche
- 500 g di campione destinato alle analisi merceologiche

2.4.2 Analisi microbiologiche

In Tabella 6 si riportano i metodi impiegati per le singole determinazioni:

Tabella 6 - Parametri microbiologici ricercati e relativi metodi analitici impiegati

RICERCA/DETERMINAZIONE	METODO IMPIEGATO
<i>Escherichia coli</i>	ISO TS 16649-3
<i>Salmonella spp</i>	EN/ISO 6579
Coliformi fecali	D.M. 31/07/1995
Conta microrganismi a 30°C	UNI EN ISO 4833: 2004

2.4.2.1 *Escherichia coli*

Determinazione secondo il metodo ISO TS 16649-3, riportato nel Reg. CE 2073/2005.

2.4.2.2 *Salmonella spp.*

Determinazione secondo il metodo EN/ISO TS 6579, riportato nel Reg. CE 2073/2005.

2.4.2.3 Coliformi fecali

Determinazione secondo il metodo riportato in D.M. 31/07/1995.

2.4.2.4 Conta microrganismi a 30°C

Determinazione secondo il metodo UNI EN ISO 4833: 2004

2.4.3 *Analisi merceologiche*

I metodo impiegato per valutare il contenuto in carne è il metodo interno MARE (cod. C498).

2.4.3.1 Determinazione del contenuto in carne cotta

Per la determinazione del contenuto in carne cotta (% sul peso totale) è stato utilizzato un campione di 1 Kg di prodotto già selezionato.

Successivamente 700 ml di acqua sono stati versati dentro un contenitore in acciaio della capacità di 5 litri.

Tale acqua è stata portata ad ebollizione, quindi sono stati aggiunti i molluschi, lasciati a bollire per circa 4 minuti.

Trascorso questo tempo il contenitore è stato lasciato a temperatura ambiente per 10 minuti allo scopo di raffreddare il contenuto e poter così separare la carne dalla conchiglia. Ogni conchiglia è stata quindi accuratamente pulita della carne, che è stata raccolta in un contenitore per determinarne poi il suo peso, dopo sgocciolamento.

La percentuale del contenuto in carne (% sul peso totale), deriva dal valore del peso totale della carne diviso il peso totale iniziale del prodotto, moltiplicato per 100.

2.4.3.2 Determinazione del contenuto in carne cruda

Per la determinazione del contenuto in carne cruda (% sul peso totale) è stato utilizzato un campione di 1 Kg di prodotto già selezionato.

Ogni conchiglia è stata accuratamente pulita della carne, che è stata raccolta in un contenitore per determinarne poi il suo peso dopo sgocciolamento.

La percentuale del contenuto in carne (% sul peso totale), deriva dal valore del peso totale della carne diviso il peso totale iniziale del prodotto, moltiplicato per 100.

2.4.4 Analisi chimico - nutrizionali

In Tabella 7 si riportano i metodi impiegati per le singole determinazioni:

Tabella 7- Parametri chimico-nutrizionali ricercati e relativi metodi analitici impiegati

Ricerca/determinazione	Metodo impiegato
Contenuto in proteine	Chemical methods Manual of Canadian food Inspection Agency, cap 2 sez 3.
Contenuto in lipidi	Method 945,16 AOAC Official Methods of Analysis Modificato.
Contenuto in acqua	Chemical methods Manual of Canadian food Inspection Agency, cap. 2 sez.2
Contenuto in ceneri	Chemical methods Manual of Canadian food Inspection Agency, cap. 2 sez.1

Ricerca/determinazione	Metodo impiegato
Contenuto in carboidrati	Ottenuti per calcolo
Caratterizzazione della frazione lipidica	Metodo AOCS-CE-1B/89
Contenuto in Ferro	Metodo spettrofotometrico con fornetto di grafite

2.4.4.1 Determinazione del contenuto in Proteine

Il campione da analizzare è stato accuratamente omogeneizzato, quindi è stata pesata una quantità di 0,8-1 grammi di omogenato.

Il campione è stato trasferito nel pallone Kjeldahl, nel quale sono stati aggiunti in sequenza 18 g di K_2SO_4 , 1 g di $CuSO_4$, 5-6 palline di vetro e 15 ml di H_2SO_4 concentrato.

A questo punto il pallone è stato trasferito nell'apposita unità di digestione delle proteine, modello DK6 della Velp Scientifica. La digestione è stata condotta a $420^\circ C$ per circa 20 minuti; a digestione avvenuta la soluzione appariva incolore.

Terminata la digestione, dopo raffreddamento della soluzione, veniva effettuata la distillazione, nell'apposita unità di distillazione, modello UDK 126D della Velp Scientifica. Veniva inserito un matraccio Erlenmeyer contenente 25 ml di soluzione al 4% di acido borico sulla piattaforma dell'unità di distillazione, ed il provettone col campione digerito, a cui venivano aggiunti 50 ml di NaOH 35% con sistema automatico d'immissione. Si procedeva quindi con la distillazione, raccogliendo almeno 100 ml di distillato nel matraccio.

Si procedeva poi con la titolazione, aggiungendo 10 gocce di indicatore di Tashiro (preparato sciogliendo 0,6 g di rosso metile in 50 ml di alcol etilico al 95% e mescolandoli con una soluzione di 0,1 g di blu di metilene in 50 ml di acqua distillata) e titolando il contenuto del matraccio con HCl 0,2 N.

Calcoli:

La % di Proteine sul peso tal quale = $((A*B*0,014)*6,25)/$ peso in g del campione*100

% N = $(A-B)*0,14/$ peso in g del campione

con:

A = Normalità dell'acido utilizzato

B = ml dell'acido utilizzato

6,25= Fattore di Conversione per le Proteine (FCP), che moltiplicato per la quantità di azoto presente nel campione dà la quantità di proteine nel campione.

Il risultato viene espresso riferendosi a 100 g di polpa fresca di molluschi.

2.4.4.2 Determinazione del contenuto in Lipidi

Il campione, costituito da circa 5g di polpa di molluschi, veniva sgocciolato su carta bibula per 10 minuti, quindi essiccato in stufa a 75-85°C per 24 ore.

Successivamente venivano pesati circa 3 g di essiccato, posto in un pallone opportunamente tarato.

Venivano poi aggiunti al campione 5 g di Na₂ SO₄ anidro. Il campione è stato poi trasferito nel ditale per Soxhlet, chiuso con del cotone, e posto nell'estrattore collegato al pallone; successivamente è stato aggiunto etere di petrolio, montato il refrigerante sopra l'estrattore e posto a bagnomaria.

L'estrazione è stata condotta per circa 4 ore, successivamente è stato rimosso il pallone e lasciato evaporare sotto cappa per 30 minuti. In seguito il pallone è stato posto in stufa termostata a 120°C per 30 minuti fino a peso costante, quindi pesato (PF).

Calcoli:

$$\text{LIPIDI TOTALI (su 100 g di campione fresco sgocciolato)} = \frac{\text{PESO FINALE(PF)} - \text{TARA pallone}}{\text{PESO CAMPIONE SECCO}} \cdot (100 - \% \text{ acqua})$$

2.4.4.3 Determinazione del contenuto in Acqua

La determinazione è stata effettuata su circa 5 g di polpa di molluschi, precedentemente lasciati sgocciolare su carta bibula per 10 minuti.

Il campione, dopo sgocciolamento, è stato posto in una capsula di porcellana precedentemente tarata in stufa termostata a 75-85°C per circa 10 minuti, raffreddata in essiccatore e pesata.

Il campione è stato inserito nella stufa termostata a 75-85°C per 24 ore, raffreddato in essiccatore e pesato. La perdita di peso rappresenta la quantità di acqua del campione fresco.

2.4.4.4 Determinazione del contenuto in Ceneri

La determinazione è stata effettuata su 5 g di campione polpa di molluschi, precedentemente lasciati sgocciolare su carta bibula per 10 minuti.

Il campione, dopo sgocciolamento, è stato posto in un crogiolo precedentemente tarato in stufa termostata a 75-85°C per circa 10 minuti, raffreddato in essiccatore e pesato.

Il campione è stato poi carbonizzato su fiamma, quindi calcinato in muffola a 600°C sino all'ottenimento di ceneri bianche. Il crogiolo è stato pesato dopo raffreddamento; il risultato è stato poi riportato a 100 g di polpa fresca di molluschi.

2.4.4.5 Determinazione del contenuto in Carboidrati

Il contenuto in Carboidrati è determinato per calcolo, sottraendo i valori ottenuti nella determinazione degli altri principi nutritivi.

2.4.4.6 Analisi chimico- nutrizionali: caratterizzazione del profilo lipidico, micro e macroelementi, vitamine, colesterolo

I campioni sono stati caratterizzati anche in termini di profilo lipidico degli acidi grassi, contenuto in colesterolo e vitamina A, quantitativo di Sali minerali quali calcio, fosforo, ferro, selenio.

Nella Tabella 8 si riportano i metodi impiegati per le singole determinazioni:

Tabella 8 – Parametri chimico- nutrizionali ricercati e relativi metodi analitici impiegati

Ricerca/determinazione	Metodo impiegato
Caratterizzazione della frazione lipidica	Reg. CE 2568/91 GU CE L248 05/09/1991
Contenuto in colesterolo	MP-0342-R4/06
Contenuto in vitamina A	MP-0107-R2/08
Contenuto in calcio	MP-1289-R6/10
Contenuto in fosforo	MP-1289-R6/10
Contenuto in ferro	MP-1289-R6/10
Contenuto in selenio	MP-1288-R6/10
Contenuto in Iodio totale	MP-1618-R2/09

2.4.4.7 Determinazione della composizione in acidi grassi

La determinazione è stata effettuata su 20 g di polpa di campione, a cui sono stati aggiunti 100 µl di soluzione contenente 1,2 mg di BHT/100 µl di metanolo e 200 ml della soluzione cloroformio-metanolo 1:1.

Il campione è stato poi omogeneizzato per 3-4 minuti, sono stati aggiunti altri 100 ml di cloroformio e si è omogeneizzato di nuovo per altri 3-4 minuti. Il tutto è stato filtrato con un filtro poroso; il filtrato è stato fatto ricadere all'interno di un imbuto separatore, in cui venivano aggiunti 100 ml di cloruro di potassio 0,88 M. L'imbuto separatore è stato poi lasciato riposare l'intera notte, quindi si è proceduto con il recupero della fase inferiore, cloroformica, in un pallone tarato; tale fase è stata quindi filtrata e si è portato a secco il contenuto, diluito poi con esano e conservato in vials a -18°C fino al momento dell'esame gas-cromatografico.

Prima di procedere con l'iniezione del campione nel gas-cromatografo, ne è stata effettuata la transmetilazione. A 50 mg di estratto lipidico sono stati addizionati 100 µl di soluzione di idrossido di potassio 2 N ed 1 ml di n-esano. Dopo passaggio al vortex è stata aggiunta un'altra aliquota di n-esano e si è nuovamente agitata la soluzione, in modo da separare la fase superiore contenente gli esteri degli acidi grassi, da cui è stato prelevato 1 µl da iniettare nel gas-cromatografo.

Le analisi cromatografiche per la determinazione del profilo in acidi grassi sono state condotte utilizzando un gas-cromatografo Autosistem XL (Perkin-Elmer, USA) con rilevatore a ionizzazione di fiamma (FID). È stata impiegata una colonna capillare polare (CP Sil-88, Chrompack Ltd) in silice fusa, della lunghezza di 50 m e diametro interno di 0,25 mm, ricoperta di fase stazionaria non legata di cianopropilpolisilossano dello spessore di 0,2 µm. La temperatura massima raggiunta dalla colonna è stata di 225°C in isoterma e 240°C in programmata. Come gas di trasporto è stato usato l'elio, con un flusso di 1 ml/ minuto; la temperatura del rilevatore è stata impostata a 240°C. L'identificazione dei picchi è avvenuta per confronto con i cromatogrammi ottenuti dall'iniezione di uno standard (Supleco TM 37 component FAME Mix).

2.4.4.8 Ricerca colesterolo

Il campione in esame è stato saponificato e l'insaponificabile estratto con etere etilico. La frazione sterolica è stata separata mediante cromatografia su strato sottile (TLC) ed analizzata, previa derivatizzazione, mediante gascromatografia con rivelatore a ionizzazione di fiamma (GC-FID).

2.4.4.9 Ricerca vitamina A

Il campione in esame, opportunamente omogeneizzato, è stato saponificato con potassa alcolica a caldo. L'insaponificabile, contenente la vitamina A, è stato poi estratto con etere di petrolio. Sull'estratto, mediante

HPLC con rivelatore UV-DAD, è stata poi quantificata la quantità di vitamina A presente.

2.4.4.10 Ricerca calcio, ferro e fosforo

La determinazione è stata effettuata mediante ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry). Tale sistema associa l'efficienza del plasma nella generazione di ioni alla capacità del detector ottico di analizzare in modo selettivo molti elementi contemporaneamente.

I campioni di congole, precedentemente omogeneizzati, sono stati mineralizzati all'interno di capsule di quarzo in muffola a 500°C per 2 ore, quindi sono stati diluiti ed analizzati mediante ICP-OES. La soluzione acida del campione, ottenuta nel processo di mineralizzazione, è stata poi iniettata nello strumento e vaporizzata, e gli analiti desolvatati venivano così ionizzati dal plasma; la luce emessa veniva quindi rilevata dal detector.

2.4.4.11 Ricerca selenio

La determinazione è stata effettuata mediante ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry). Tale sistema associa l'efficienza del plasma nella generazione di ioni alla capacità di eliminare le interferenze della cella di reazione dinamica (DRC) ed alla versatilità e sensibilità caratteristiche dello spettrometro di massa.

I campioni, precedentemente omogeneizzati, sono stati mineralizzati all'interno di capsule di quarzo in muffola a 500°C per 2 ore, quindi sono stati diluiti ed analizzati mediante ICP-MS. La soluzione acida del campione ottenuta nel processo di mineralizzazione veniva così ionizzata dal plasma e gli ioni prodotti rilevati tramite lo spettrometro di massa (quadrupolo).

2.4.4.12 Ricerca iodio totale

Si utilizza la reazione di iodurazione del 3-pentanone, dopo incenerimento alcalino del campione: il composto così ottenuto è estratto ed analizzato perGC-ECD.

3. RISULTATI

Nel corso della durata dell'indagine sono state eseguiti 96 prelievi, per un totale di 192 campioni, di cui il 50% prelevati direttamente all'uscita della draga ed il restante 50% dal campionatore.

Le cale effettuate hanno avuto una lunghezza compresa tra i 106 m, cala 09I5 del 15/01/2011, ed i 257 m, cala 05I3 del 13/11/2009 (Tabella 9). Le cale effettuate lungo la batimetrica dei 3 metri presentano una lunghezza media maggiore rispetto a quelle effettuate sulla batimetrica dei 5, ciò è in relazione alla scarsità di prodotto nella fascia più costiera ed alla necessità di prelevare un quantitativo di vongole tale da garantire rilievi biometrici affidabili.

Tabella 9 – Lunghezza delle cale (m)

Data/Stazione	01E3	02E3	03E3	04I3	05I3	06I3	07I5	08I5	09I5	10E5	11E5	12E5
11/06/2009	201	217	163	246	246	224	159	181	164	183	165	173
13/11/2009	246	221	189	249	257	237	146	204	205	186	190	168
14/01/2010	139	215	187	241	221	172	177	168	140	187	161	145
17/03/2010	222	194	172	218	190	192	175	160	159	179	171	165
16/07/2010	196	239	185	206	177	154	156	148	125	188	143	165
30/09/2010	138	179	167	156	161	152	149	126	137	163	145	129
15/01/2011	143	155	185	192	195	198	189	108	106	133	171	193
25/03/2011	144	156	152	146	145	135	160	161	138	172	140	181
Media	179	197	175	207	199	183	164	157	147	174	161	165

Grazie alla disponibilità della struttura oceanografica dell'ARPA Emilia-Romagna, con sede a Cesenatico, che ha reso disponibili i principali dati idrologici relativi ad una stazione costiera posta in prossimità dell'area di indagine, è stato possibile redigere la Tabella 10, in cui sono riportati i valori minimi registrati nel periodo di temperatura, salinità, ossigeno disciolto, ossigeno in percentuale di saturazione, pH e clorofilla a.

Già in precedenti indagini si è potuto osservare come la temperatura dell'acqua abbia una forte influenza sul grado di accrescimento, mentre ampie e repentine variazioni di salinità ed ossigeno disciolto possono determinare fenomeni di mortalità tra la popolazione di vongole.

La temperatura presenta i valori minimi tra dicembre e marzo, riproducendo quello che è l'andamento climatico stagionale generale, con valori dell'inverno 2009/2010 inferiori a quelli dell'inverno 2010/2011.

La salinità ha visto alcuni periodi con valori al disotto della norma, ma comunque superiori alla tollerabilità della specie. Così per l'ossigeno disciolto, il cui unico momento critico si evidenzia nel novembre 2010, con 3,74 mg/l e 48 % di saturazione.

Nel complesso quindi non sembrano essere insorte nel periodo indagato fenomeni tali da pregiudicare la sopravvivenza delle vongole.

Tabella 10 – Andamento di alcuni principali parametri idrologici nelle acque di fondo presso l'area indagata (elaborazione su dati ARPA – Daphne)

Mese	Temp. (°C)	Sal. (psu)	OD mg/l	OD%	pH	Cl a
giu-09	22,06	33,97	6,48	90,7	8,22	13,25
lug-09	25,43	35,54	5,38	80,5	8,15	6,08
ago-09	26,63	35,72	5,5	84	8,13	6,53
set-09	22,59	31,89	6,63	92,6	8,35	11,23
ott-09	nd	nd	nd	nd	nd	nd
nov-09	nd	nd	nd	nd	nd	nd
dic-09	7,27	31,84	9,55	97,5	8,33	3,05
gen-10	6,08	27,77	11,25	108,8	8,41	51,63
feb-10	6,58	31,73	9,29	93,3	8,31	9,16
mar-10	11,45	29,58	14,17	156,7	8,71	3,32
apr-10	14,49	29,68	10,02	118,2	8,55	18,00
mag-10	18,05	30,94	9,46	120,7	8,46	12,33
giu-10	20,90	30,93	6,49	87,3	8,32	16,42
lug-10	26,05	32,29	6,7	99,6	8,22	4,42
ago-10	24,91	35,54	5,83	86,5	8,24	3,59
set-10	21,15	33,33	6,49	88,9	8,33	8,14
ott-10	17,21	30,66	6,14	76,9	8,36	9,94
nov-10	16,68	36,52	3,74	48,1	8,16	2,95
dic-10	8,17	31,54	8,67	90,2	8,41	14,54
gen-11	7,29	28,819	9,23	92,5	8,425	42,12
feb-11	8,03	33,681	11,27	118,6	8,523	62,64
mar-11	10,36	21,163	10,93	111,9	8,478	16,49

2.5 EVOLUZIONE DELLE CATTURE

2.5.1 Catture tratte direttamente dalla Draga

L'analisi dei dati delle catture provenienti dalla draga (D) è stata effettuata considerando unicamente gli individui con taglia commerciale, quindi con larghezza massima uguale o superiore a 25 mm.

2.5.1.1 Biomassa

In Tabella 11 vengono presentati i dati relativi alla biomassa media, espressa in g/mq, ed i corrispondenti limiti fiduciarci o di confidenza.

Tabella 11 - Valori medi di biomassa (g/mq) e relativi limiti fiduciarci delle vongole commerciali (≥ 25 mm) per strato e per data

Data	Strato	Media	Lim. inf.	Lim. sup.	Strato	Media	Lim. inf.	Lim. sup.
11-JUN-2009	E3D	4,92	2,77	8,00	I3D	6,47	2,68	13,08
13-NOV-2009		1,26	0,82	1,79		2,77	1,32	4,93
14-JAN-2010		0,39	0,00	1,35		1,31	0,61	2,26
17-MAR-2010		0,82	0,31	1,48		3,09	0,00	12,20
16-JUL-2010		1,20	0,00	3,45		0,99	0,45	1,68
30-SEP-2010		0,31	0,13	0,52		0,48	0,21	0,78
15-JAN-2011		0,58	0,00	2,01		0,17	0,00	0,45
25-MAR-2011		0,06	0,00	0,19		0,02	0,00	0,05
11-JUN-2009	E5D	9,93	3,03	24,80	I5D	15,73	11,84	20,55
13-NOV-2009		9,35	6,81	12,56		11,62	3,57	29,14
14-JAN-2010		3,68	0,54	10,99		9,30	2,77	23,41
17-MAR-2010		4,29	2,18	7,46		4,17	3,90	4,45
16-JUL-2010		6,38	5,26	7,67		11,55	5,87	20,74
30-SEP-2010		3,10	2,31	4,04		4,06	0,91	10,75
15-JAN-2011		3,49	0,75	9,16		5,34	0,05	24,31
25-MAR-2011		6,03	1,77	14,79		2,37	1,58	3,36

Come si evidenzia anche dall'analisi della Figura 4, i valori inferiori sono stati registrati nei due strati corrispondenti alla batimetrica dei 3 m, mentre quelli più elevati corrispondono ai due strati relativi alla batimetrica di 5 m.

Gli strati corrispondenti all'area preclusa alla pesca presentano valori generalmente più elevati rispetto a quelli esterni, con eccezione dei campioni prelevati a fine periodo, in cui la tendenza si inverte.

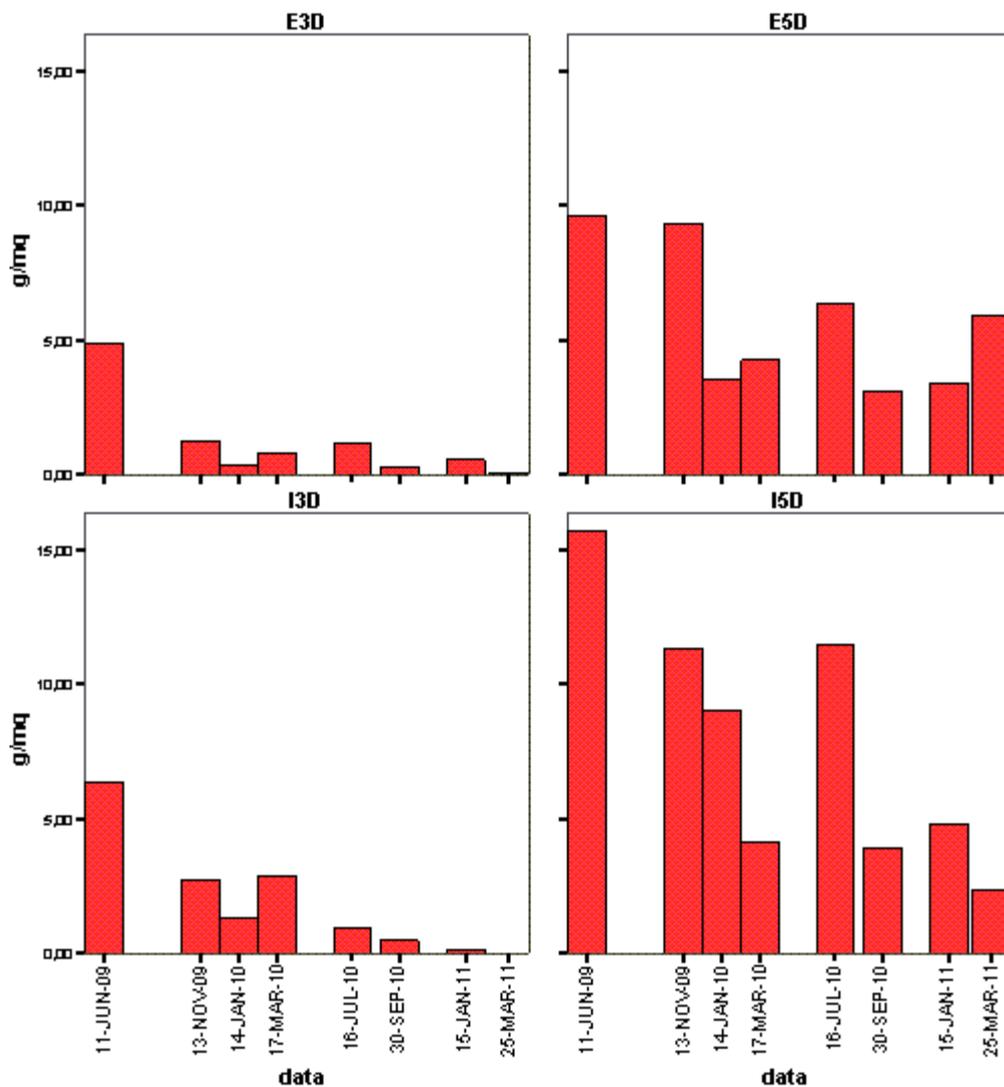


Figura 4 – Andamento della biomassa media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati

Considerato l'esiguo numero di campioni, 3 cale per strato ad ogni data di campionamento, i valori relativi ai limiti di confidenza della media in alcuni casi risultano piuttosto ampi, soprattutto per quanto riguarda le stazioni con prodotto più abbondante, come quelle situate sulla batimetrica dei 5 m (Figura 5).

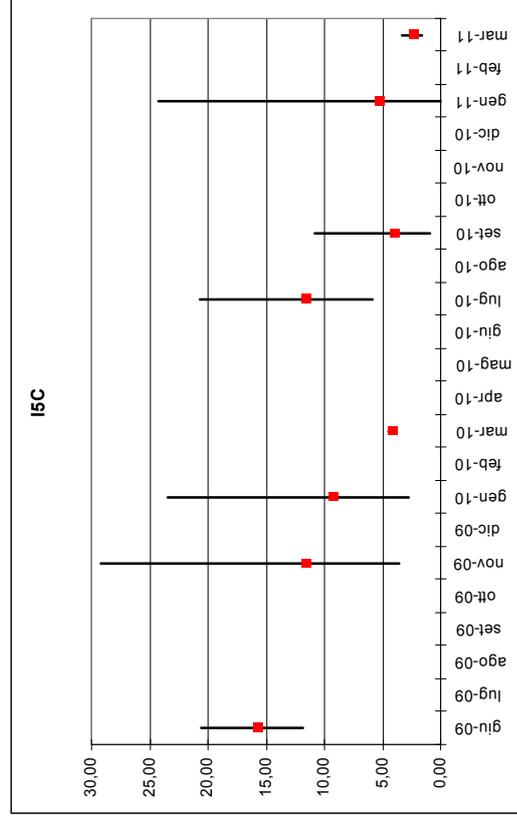
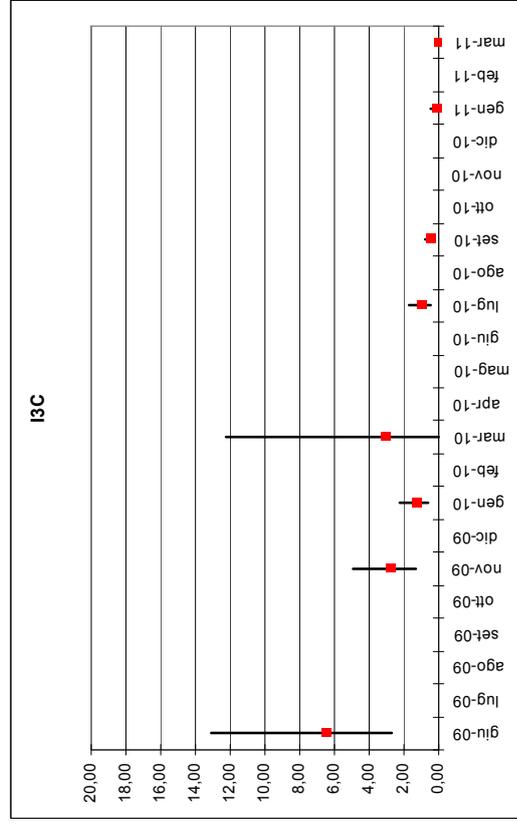
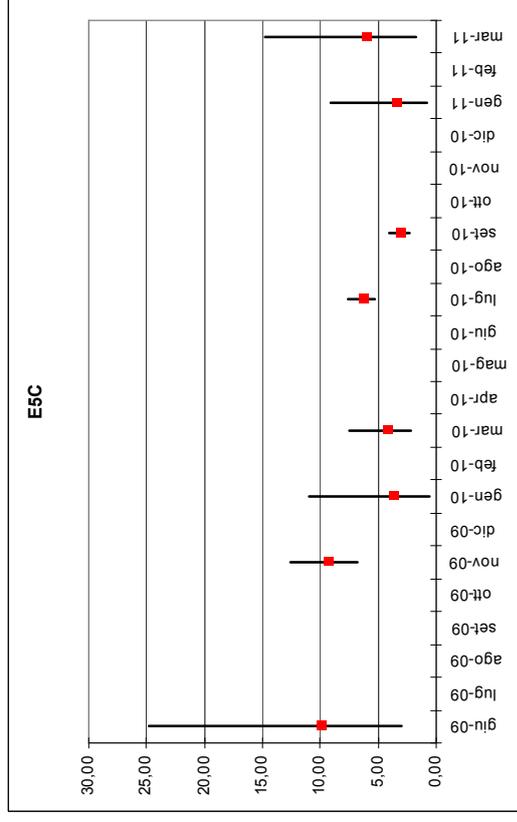
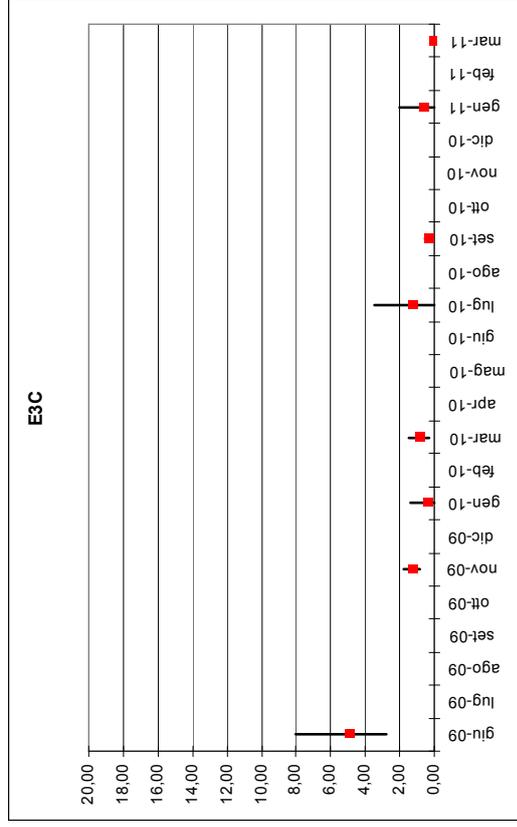


Figura 5 - Andamento della biomassa media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (g/mq)

Sulla base del risultato del test di normalità di Shapiro-Wilk, esposto in Tabella 12, si è proceduto ad effettuare confronti a coppie utilizzando il test non parametrico di Mann-Whitney (Tabella 13), confrontando tra loro gli strati a medesima batimetria. I risultati esposti in Tabella 13 confermano che eventuali differenze non sono statisticamente significative e che ci sono quindi buone probabilità che, considerando l'insieme di tutti i campioni raccolti nell'arco dell'indagine, le stazioni alla stessa profondità siano costituite dalla medesima popolazione di vongole.

Tabella 12 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica nella normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole commerciali – g/mq)

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
STRATO		Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
E3D	G_MQ	,283	24	,000	,690	24	,000
E5D	G_MQ	,135	24	,200*	,919	24	,055
I3D	G_MQ	,227	24	,002	,800	24	,000
I5D	G_MQ	,181	24	,041	,911	24	,037

*. Limite inferiore della significatività effettiva.

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Tabella 13 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3D - E3D e I5D - E5D (vongole commerciali - g/mq)

Test ^a		Test ^a	
	G_MQ		G_MQ
U di Mann-Whitney	241,000	U di Mann-Whitney	229,000
W di Wilcoxon	541,000	W di Wilcoxon	529,000
Z	-,969	Z	-1,217
Sig. Asint. a 2 code	,332	Sig. Asint. a 2 code	,224

I3D - E3D

I5D - E5D

Successivamente si è proceduto a saggiare la normalità dei campioni alle varie date di prelievo tramite i test di Shapiro-Wilk, i cui risultati sono esposti in Tabella 14. Questa evidenza che, eccetto i campioni prelevati nella data del 25 marzo 2011 nello strato I3D, il resto dei campioni presenta una distribuzione che può essere assimilata ad una distribuzione normale.

Tabella 14 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità delle medie dei 4 strati considerati per data (vongole commerciali – g/mq)

Test di normalità

STRATO	DATA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.	
G_MQ	E3D	11-JUN-09	,334	3	,	,859	3	,264
		13-NOV-09	,366	3	,	,796	3	,104
		14-JAN-10	,274	3	,	,944	3	,543
		17-MAR-10	,269	3	,	,949	3	,566
		16-JUL-10	,328	3	,	,870	3	,296
		30-SEP-10	,291	3	,	,925	3	,469
		15-JAN-11	,308	3	,	,902	3	,391
		25-MAR-11	,208	3	,	,992	3	,827
	E5D	11-JUN-09	,369	3	,	,788	3	,086
		13-NOV-09	,261	3	,	,958	3	,604
		14-JAN-10	,379	3	,	,765	3	,034
		17-MAR-10	,177	3	,	1,000	3	,968
		16-JUL-10	,225	3	,	,984	3	,756
		30-SEP-10	,212	3	,	,990	3	,812
		15-JAN-11	,246	3	,	,970	3	,666
		25-MAR-11	,307	3	,	,903	3	,396
	I3D	11-JUN-09	,274	3	,	,944	3	,546
		13-NOV-09	,359	3	,	,810	3	,139
		14-JAN-10	,175	3	,	1,000	3	,993
		17-MAR-10	,178	3	,	1,000	3	,960
		16-JUL-10	,294	3	,	,920	3	,453
		30-SEP-10	,185	3	,	,998	3	,924
		15-JAN-11	,175	3	,	1,000	3	,996
		25-MAR-11	,383	3	,	,755	3	,010
	I5D	11-JUN-09	,359	3	,	,811	3	,140
		13-NOV-09	,257	3	,	,961	3	,621
		14-JAN-10	,375	3	,	,774	3	,055
		17-MAR-10	,353	3	,	,823	3	,171
		16-JUL-10	,300	3	,	,913	3	,427
		30-SEP-10	,335	3	,	,858	3	,263
		15-JAN-11	,254	3	,	,963	3	,631
		25-MAR-11	,330	3	,	,866	3	,285

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Per quanto riguarda il confronto tra gli strati I3D e E3D, l'omoschedasticità è confermata anche dal test di Levene, dove la significatività è sempre al disopra del valore di $P=0,05$, tranne per la data del 13 novembre 2009, così come si evince in Tabella 15. Sulla base delle informazioni contenute in quest'ultima tabella, l'analisi dei risultati del test t evidenzia che, ad esclusione dei campioni prelevati il 14 gennaio 2010, l'ipotesi nulla di uguaglianza delle medie non può essere rifiutata.

Tabella 15 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3D e E3D per singola data di campionamento (g/mq)

Test per campioni indipendenti

DATA	Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%		
								Inferiore	Superiore	
11-JUN-09 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,186	,337	1,196	4	,298	1,4779	1,23573	-1,95306	4,90882
				1,196	3,202	,313	1,4779	1,23573	-2,31797	5,27373
13-NOV-09 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	7,982	,048	3,370	4	,028	1,4916	,44256	,26280	2,72030
				3,370	2,257	,066	1,4916	,44256	-,21911	3,20221
14-JAN-10 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,001	,975	3,687	4	,021	,9271	,25143	,22906	1,62524
				3,687	3,943	,022	,9271	,25143	,22508	1,62921
17-MAR-10 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	3,170	,150	1,895	4	,131	2,0712	1,09309	-,96376	5,10607
				1,895	2,064	,195	2,0712	1,09309	-2,49587	6,63818
16-JUL-10 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	4,687	,096	-,454	4	,673	-,1927	,42451	-1,37133	,98592
				-,454	2,516	,686	-,1927	,42451	-1,70319	1,31779
30-SEP-10 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,203	,676	2,088	4	,105	,1664	,07969	-,05486	,38768
				2,088	3,573	,113	,1664	,07969	-,06569	,39851
15-JAN-11 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	6,525	,063	-1,488	4	,211	-,3936	,26451	-1,12803	,34074
				-1,488	2,212	,264	-,3936	,26451	-1,43345	,64616
25-MAR-11 G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,923	,163	-1,504	4	,207	-,0420	,02796	-,11967	,03558
				-1,504	2,223	,259	-,0420	,02796	-,15146	,06737

Anche nel confronto tra gli strati I5D e E5D, i cui risultati sono esposti in Tabella 16, ad esclusione della data del 16 luglio 2010, dove comunque il livello di significatività, pari a $P=0,044$, è prossimo a $P=0,05$, ci impedisce di rifiutare l'ipotesi nulla di uguaglianza delle medie, con valori di significatività, indicata dalla colonna Sig. (2 code).

Tabella 16 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5D e E5D per singola data di campionamento (g/mq)

Test per campioni indipendenti

DATA			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
										Inferiore	Superiore
11-JUN-09	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,942	,161	2,680	4	,055	6,0590	2,26060	-2,1739	12,33548
					2,680	2,985	,075	6,0590	2,26060	-1,15557	13,27366
13-NOV-09	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	3,843	,121	,772	4	,483	1,9469	2,52085	-5,05208	8,94595
					,772	2,304	,511	1,9469	2,52085	-7,63669	11,53057
14-JAN-10	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,661	,267	2,439	4	,071	5,4583	2,23774	-,75462	11,67128
					2,439	3,338	,084	5,4583	2,23774	-1,27160	12,18826
17-MAR-10	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	3,246	,146	-,139	4	,896	-,0822	,59100	-1,72310	1,55868
					-,139	2,047	,902	-,0822	,59100	-2,56999	2,40558
16-JUL-10	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	7,518	,052	2,895	4	,044	5,0716	1,75163	-,20828	9,93491
					2,895	2,105	,096	5,0716	1,75163	-2,11613	12,25932
30-SEP-10	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	8,015	,047	,889	4	,424	,8375	,94174	-1,77719	3,45218
					,889	2,185	,461	,8375	,94174	-2,90305	4,57804
15-JAN-11	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,805	,250	,742	4	,500	1,4344	1,93430	-3,93612	6,80482
					,742	2,837	,515	1,4344	1,93430	-4,92582	7,79452
25-MAR-11	G_MQ	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	8,370	,044	-2,396	4	,075	-3,5352	1,47567	-7,63229	,56195
					-2,396	2,074	,134	-3,5352	1,47567	-9,67114	2,60080

2.5.1.2 Densità

Così come per la biomassa, in Tabella 17, è riportato il valore medio della densità, espresso come numero di individui per mq (n/mq), con i corrispondenti limiti fiduciarci (al 95%).

Per quanto riguarda lo strato E3D i valori variano tra un valore minimo di 0,03 n/mq, del 25 marzo 2011, ed un massimo di 1,06 n/mq, corrispondente all'11 giugno 2009. Lo strato I3D presenta un valore minimo di 0,03 n/mq, del 25 marzo 2011, ed un valore massimo di 1,39 n/mq, del 11 giugno 2009. Tranne le date del 16 luglio 2010 e del 15 gennaio 2011, i valori di densità riscontrati nello strato interno all'area preclusa alla pesca risultano superiori a quelli individuati per l'area libera.

Relativamente alle stazioni poste sulla batimetrica dei 5 m, per lo strato E5 il valore minimo risulta di 0,82 n/mq, riscontrato il 14 gennaio 2010, quello massimo, di 18,17 n/mq, del 30 settembre 2010. Lo strato I5D presenta il valore minimo, pari a 2,31 n/mq, il 17 marzo 2010, e quello massimo, pari a 22,66 n/mq, il 30 settembre 2010.

Ad esclusione del campione del 15 marzo 2011, i valori riscontrati nell'area preclusa alla pesca risultano più elevati di quelli in area libera.

Tabella 17 – Valori della densità media (n/mq) e relativi limiti fiduciari di vongole commerciali (≥ 25 mm) per strato e per data

Data	Strato	Media	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Strato	Media	Lim. Inf.	Lim. Sup.
11-JUN-09	E3D	1,06	0,72	1,47	E5D	3,14	1,35	6,30
13-NOV-09		0,24	0,10	0,40		2,76	2,52	3,03
14-JAN-10		0,08	0,00	0,22		0,82	0,00	2,65
17-MAR-10		0,20	0,08	0,33		1,19	1,00	1,39
16-JUL-10		0,44	0,09	0,92		4,90	3,03	7,62
30-SEP-10		0,37	0,26	0,50		18,17	15,63	21,10
15-JAN-11		0,48	0,00	1,38		3,22	1,03	7,77
25-MAR-11		0,03	0,00	0,06		4,86	1,14	15,07
11-JUN-09	I3D	1,39	0,57	2,63	I5D	6,18	2,64	13,19
13-NOV-09		0,57	0,35	0,83		4,16	1,97	7,97
14-JAN-10		0,22	0,06	0,41		2,69	0,14	10,95
17-MAR-10		0,53	0,00	1,50		2,31	1,06	4,31
16-JUL-10		0,39	0,06	0,81		13,05	6,43	25,58
30-SEP-10		0,58	0,42	0,76		22,66	11,55	43,59
15-JAN-11		0,18	0,00	0,45		6,05	0,62	29,72
25-MAR-11		0,03	0,01	0,05		2,57	1,59	3,93

Una rappresentazione grafica dell'andamento dei valori di densità corrispondenti ai quattro strati considerati è riportata in Figura 6. Mentre in Figura 7 tale andamento è riportato congiuntamente ai limiti di confidenza.

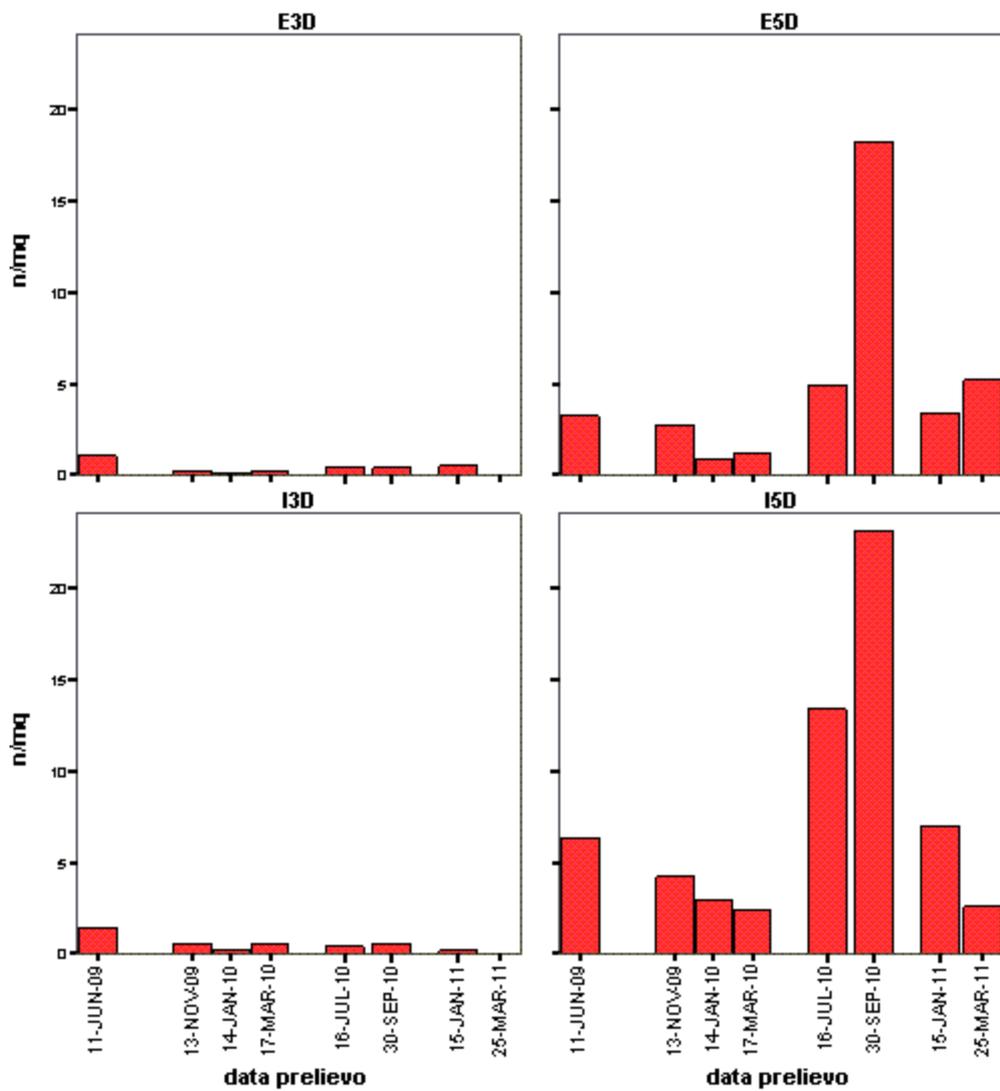


Figura 6 - Andamento della densità media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati (n/mq)

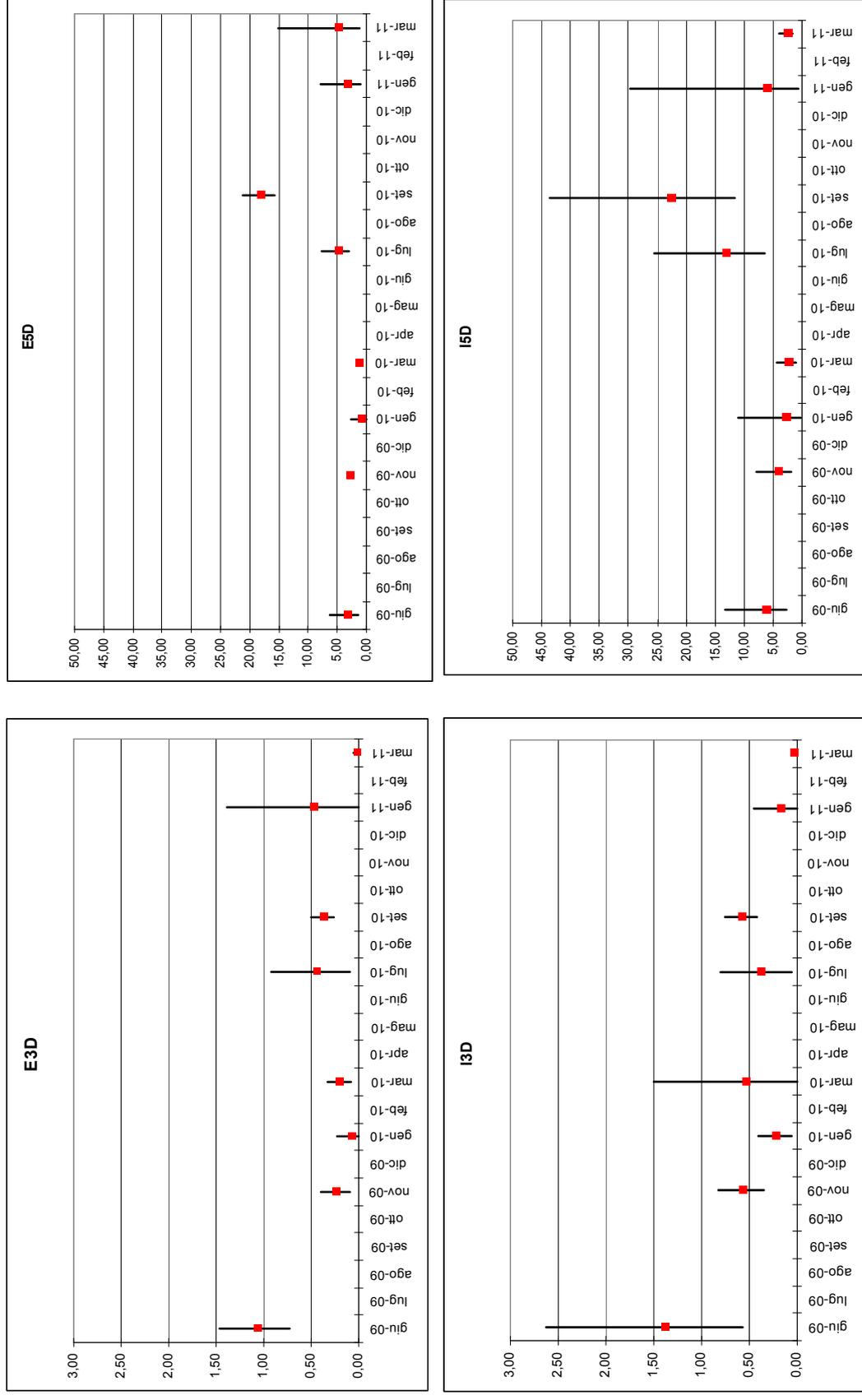


Figura 7 - Andamento della densità media di vongole commerciali (≥ 25 mm) nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (n/mq)

Sulla base del test non parametrico di Shapiro-Wilk (Tabella 18), la condizione di normalità relativa alla densità media nell'ambito degli strati viene respinta con $P=0,000$, per quanto riguarda gli strati posti sulla batimetrica dei 5 m, e $P=0,004$ e $P=0,002$, per quanto riguarda gli strati posti sulla batimetrica dei 3 m.

Tabella 18 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole commerciali - n/mq)

		Test di normalità			Test di normalità		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
strato	n_mq	Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
E3D		,180	24	,043	,862	24	,004
E5D		,293	24	,000	,690	24	,000
I3D		,181	24	,040	,853	24	,002
I5D		,269	24	,000	,775	24	,000

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Il test di Mann-Whiney tra gli strati I3D e E3D, riportato in Tabella 19, non consente di rifiutare l'ipotesi nulla; anche per gli strati I5D e E5D, viene accettata l'ipotesi nulla anche se il valore di $P=0,070$ rimane piuttosto vicino al valore limite di significatività del 5% ($P=0,05$) adottato.

Tabella 19 - Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3D - E3D e I5D - E5D (vongole commerciali - n/mq)

Test ^a		Test ^a	
	n_mq		n_mq
U di Mann-Whitney	233,000	U di Mann-Whitney	200,000
W di Wilcoxon	533,000	W di Wilcoxon	500,000
Z	-1,134	Z	-1,815
Sig. Asint. a 2 code	,257	Sig. Asint. a 2 code	,070
I3D - E3D		I5D - E5D	

Se si considera il test di verifica di normalità relativo anche alle differenti date di campionamento, esposto in Tabella 20, si può notare che l'ipotesi di normalità è soddisfatta per tutte le date, eccetto che per i campioni prelevati il 15 gennaio 2011 nello strato E5D, che presenta un valore di $P=0,007$.

Tabella 20 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità nei 4 strati considerati per data (vongole commerciali – n/mq)

Test di normalità

strato	data prelievo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.	
n_mq	E3D	11-JUN-09	,286	3	,	,931	3	,492
		13-NOV-09	,250	3	,	,967	3	,649
		14-JAN-10	,340	3	,	,848	3	,235
		17-MAR-10	,185	3	,	,998	3	,925
		16-JUL-10	,287	3	,	,930	3	,488
		30-SEP-10	,225	3	,	,984	3	,756
		15-JAN-11	,192	3	,	,997	3	,895
		25-MAR-11	,186	3	,	,998	3	,921
	E5D	11-JUN-09	,209	3	,	,991	3	,822
		13-NOV-09	,236	3	,	,977	3	,712
		14-JAN-10	,344	3	,	,841	3	,217
		17-MAR-10	,289	3	,	,927	3	,476
		16-JUL-10	,356	3	,	,818	3	,157
		30-SEP-10	,222	3	,	,985	3	,767
		15-JAN-11	,384	3	,	,753	3	,007
		25-MAR-11	,315	3	,	,891	3	,358
	I3D	11-JUN-09	,249	3	,	,967	3	,653
		13-NOV-09	,210	3	,	,991	3	,819
		14-JAN-10	,181	3	,	,999	3	,940
		17-MAR-10	,183	3	,	,999	3	,932
		16-JUL-10	,361	3	,	,807	3	,131
		30-SEP-10	,371	3	,	,784	3	,076
		15-JAN-11	,313	3	,	,894	3	,366
		25-MAR-11	,218	3	,	,987	3	,785
	I5D	11-JUN-09	,244	3	,	,972	3	,678
		13-NOV-09	,330	3	,	,867	3	,288
		14-JAN-10	,178	3	,	,999	3	,954
		17-MAR-10	,221	3	,	,986	3	,773
16-JUL-10		,250	3	,	,967	3	,650	
30-SEP-10		,346	3	,	,838	3	,208	
15-JAN-11		,324	3	,	,877	3	,317	
25-MAR-11		,176	3	,	1,000	3	,984	

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Nel confronto tra gli strati I3D e E3D alle varie date di campionamento, i cui risultati sono esposti in Tabella 21, l'ipotesi nulla di uguaglianza delle medie è confermata alla data del 11 gennaio 2009, 17 marzo 2010, 16 luglio 2010, 15 gennaio 2011 e 25 marzo 2011, mentre è rifiutata per i campioni del 13 novembre 2009, 14 gennaio 2010 e 30 settembre 2010. A tutte le date il test di Levene ha confermato l'omogeneità delle varianze.

Tabella 21 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3D e E3D per singola data di campionamento (vongole commerciali - n/mq)

Test per campioni indipendenti

			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
data prelievo	n_mq									Inferiore	Superiore
11-JUN-09	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,633	,180	1,341 1,341	4 2,527	,251 ,288	,34 ,34	,255 ,255	-,365 -,562	1,048 1,244
13-NOV-09	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,512	,514	5,017 5,017	4 3,368	,007 ,011	,33 ,33	,066 ,066	,148 ,133	,514 ,529
14-JAN-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,065	,812	2,801 2,801	4 3,753	,049 ,052	,14 ,14	,051 ,051	,001 -,002	,283 ,287
17-MAR-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	3,078	,154	1,985 1,985	4 2,107	,118 ,179	,35 ,35	,177 ,177	-,140 -,374	,842 1,076
16-JUL-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,038	,854	-,461 -,461	4 3,951	,669 ,669	-,06 -,06	,132 ,132	-,428 -,430	,306 ,308
30-SEP-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,750	,435	4,356 4,356	4 3,673	,012 ,015	,21 ,21	,048 ,048	,075 ,070	,340 ,344
15-JAN-11	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,781	,253	-1,814 -1,814	4 2,462	,144 ,187	-,32 -,32	,175 ,175	-,802 -,949	,168 ,315
25-MAR-11	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,577	,490	,649 ,649	4 3,208	,552 ,560	,01 ,01	,008 ,008	-,017 -,020	,028 ,030

Per quanto riguarda il confronto tra gli strati posti sulla batimetrica dei 5 m, I5D e E5D, il test di Levene conferma l'omoschedasticità dei dati per i campioni del 11 giugno 2009, 14 gennaio 2010, 17 marzo 2010, 16 luglio 2010, 15 gennaio 2011, mentre è rifiutata l'ipotesi di omogeneità delle varianze per i campioni del 13 novembre 2009, del 30 settembre 2010 e del 25 marzo 2011 (Tabella 22). In questi ultimi casi quale valore di significatività del test t è stato utilizzato quello che non assume varianze uguali.

L'ipotesi nulla di uguaglianza tra le medie viene confermata per le date: 11 giugno 2009, 13 novembre 2009, 14 gennaio 2010, 30 settembre 2010, 15 gennaio 2011, 25 marzo 2011. Mentre tale ipotesi può essere respinta nelle date 17 marzo 2010 e 16 luglio 2010.

Tabella 22 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5D e E5D per singola data di campionamento (vongole commerciali - n/mq)

Test per campioni indipendenti

			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
data prelievo	n_mq								Inferiore	Superiore	
11-JUN-09	n_mq	Assumi varianze uguali	1,794	,251	2,434	4	,072	3,15	1,295	-,444	6,748
		Non assumere varianze uguali			2,434	2,791	,099	3,15	1,295	-1,150	7,454
13-NOV-09	n_mq	Assumi varianze uguali	10,815	,030	2,334	4	,080	1,47	,631	-,280	3,227
		Non assumere varianze uguali			2,334	2,036	,143	1,47	,631	-1,198	4,145
14-JAN-10	n_mq	Assumi varianze uguali	1,718	,260	1,975	4	,120	2,09	1,059	-,849	5,029
		Non assumere varianze uguali			1,975	2,399	,165	2,09	1,059	-1,810	5,991
17-MAR-10	n_mq	Assumi varianze uguali	4,543	,100	3,119	4	,036	1,16	,373	,128	2,197
		Non assumere varianze uguali			3,119	2,059	,086	1,16	,373	-,398	2,723
16-JUL-10	n_mq	Assumi varianze uguali	4,162	,111	3,796	4	,019	8,42	2,219	2,263	14,587
		Non assumere varianze uguali			3,796	2,214	,054	8,42	2,219	-,294	17,143
30-SEP-10	n_mq	Assumi varianze uguali	9,007	,040	1,487	4	,211	4,96	3,335	-4,301	14,218
		Non assumere varianze uguali			1,487	2,152	,267	4,96	3,335	-8,464	18,380
15-JAN-11	n_mq	Assumi varianze uguali	6,244	,067	1,216	4	,291	3,62	2,972	-4,637	11,868
		Non assumere varianze uguali			1,216	2,302	,334	3,62	2,972	-7,693	14,924
25-MAR-11	n_mq	Assumi varianze uguali	8,080	,047	-1,682	4	,168	-2,62	1,555	-6,934	1,702
		Non assumere varianze uguali			-1,682	2,121	,227	-2,62	1,555	-8,954	3,721

In Tabella 23 vengono presentati i dati relativi alla taglia media ed altri elementi di statistica descrittiva relativi alla frazione commerciale dei campioni prelevati con la draga. L'andamento della taglia media e collegata deviazione standard è inoltre riportato in forma grafica in Figura 8.

Tabella 23 – Statistica descrittiva della distribuzione di taglia relativa alla frazione commerciale ($L \geq 25$ mm) prelevata con la draga

Strato	Data	Media	Errore std	Dev. std.	Varianza	Numero	Minimo	Massimo
E3D	11-JUN-09	28,71	0,09	2,888	8,341	929	25	37
	13-nov-09	28,65	0,17	2,87	8,236	274	25	37
	14-JAN-10	28,41	0,30	2,418	5,845	66	25	35
	17-mar-10	28,80	0,27	3,362	11,304	155	25	39
	16-JUL-10	28,35	0,17	2,607	6,795	246	25	38
	30-SEP-10	28,25	0,38	2,764	7,642	52	25	36
	15-JAN-11	26,86	0,31	3,128	9,783	102	25	43
	25-mar-11	26,91	0,85	2,809	7,891	11	25	33
E5D	11-JUN-09	27,47	0,05	2,369	5,611	1880	25	36
	13-nov-09	27,61	0,05	2,322	5,390	1900	25	38
	14-JAN-10	27,55	0,08	2,205	4,862	691	25	35
	17-mar-10	28,01	0,09	2,582	6,665	781	25	38
	16-JUL-10	28,64	0,08	2,61	6,815	1073	25	38
	30-SEP-10	28,30	0,19	3,978	15,828	460	25	39
	15-JAN-11	25,86	0,06	1,724	2,973	796	25	35
	25-mar-11	25,70	0,04	1,417	2,008	1362	25	36
I3D	11-JUN-09	28,09	0,06	2,538	6,440	1638	25	42
	13-nov-09	28,23	0,10	2,64	6,968	711	25	38
	14-JAN-10	28,64	0,17	2,809	7,888	280	25	38
	17-mar-10	28,57	0,11	2,683	7,197	604	25	38
	16-JUL-10	28,45	0,20	2,683	7,196	185	25	37
	30-SEP-10	28,55	0,35	3,033	9,197	75	25	36
	15-JAN-11	27,15	0,50	3,133	9,818	39	25	36

Strato	Data	Media	Errore std	Dev. std.	Varianza	Numero	Minimo	Massimo
	25-mar-11	25,50	0,50	1,000	1,000	4	25	27
I5D	11-JUN-09	26,80	0,03	1,778	3,160	3218	25	36
	13-nov-09	27,14	0,04	2,016	4,064	2442	25	35
	14-JAN-10	27,12	0,05	1,911	3,653	1774	25	38
	17-mar-10	27,22	0,07	2,006	4,025	802	25	35
	16-JUL-10	28,07	0,06	2,562	6,563	1714	25	36
	30-SEP-10	29,09	0,20	4,435	19,668	514	25	44
	15-JAN-11	25,84	0,05	1,633	2,666	907	25	35
	25-mar-11	25,81	0,07	1,525	2,325	491	25	36

Le stazioni poste sulla batimetrica dei 3 m presentano un andamento abbastanza omogeneo fino al gennaio 2011, per subire una diminuzione della taglia media di circa un millimetro per lo strato E3D e di oltre 2 mm per lo strato I3D. I campioni prelevati sulla batimetrica dei 5 m presentano un andamento crescente fino al settembre 2010, più accentuata per lo strato I5D, interno all'area preclusa, per poi evidenziare una drastica riduzione a gennaio 2011.

La rappresentazione grafica della distribuzione di taglia alle varie date di campionamento è presentata in Figura 9.

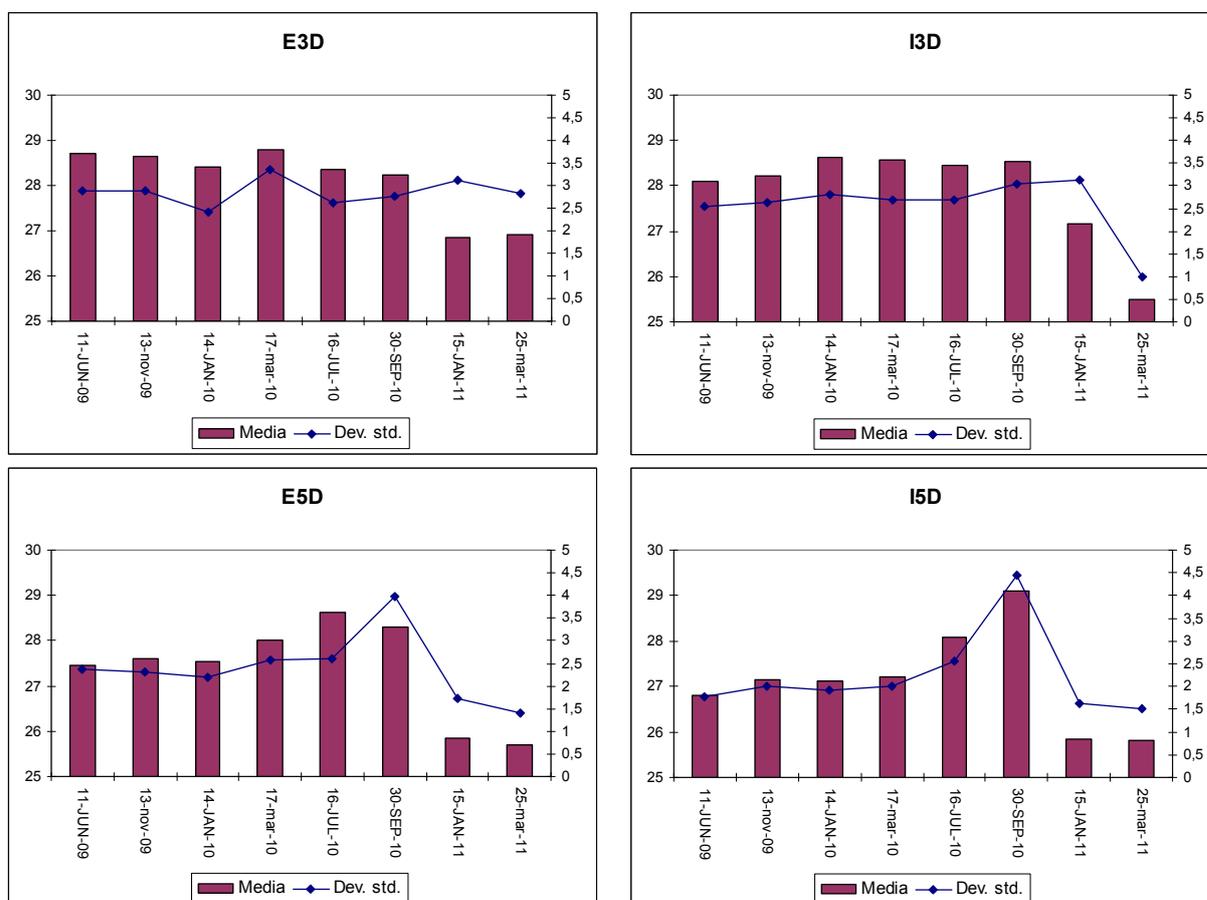


Figura 8 – Andamento della taglia media e relativa deviazione standard della frazione commerciale ($L \geq 25$ mm) prelevata con la draga

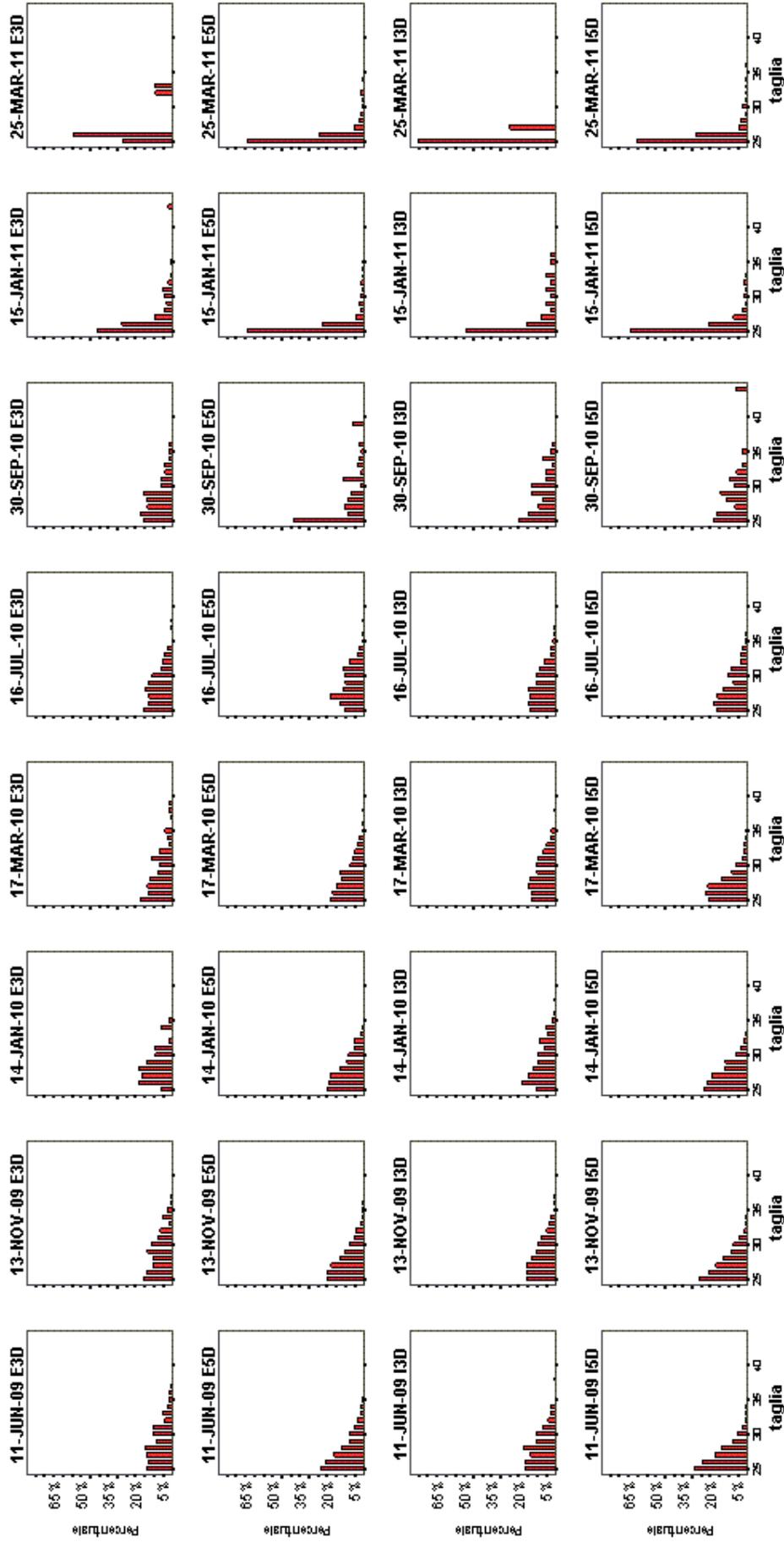


Figura 9 – Distribuzione di taglia della frazione commerciale ($L \geq 25$ mm) prelevata con la draga

Valutato che, per ogni strato, sia il test di normalità eseguito considerando le distribuzioni di frequenza della taglia complessive (Tabella 24), sia il test basato sulle singole date di campionamento (Tabella 25), hanno indotto a rifiutare l'ipotesi nulla di normalità, si è proceduto a testare le differenze tra le zone interne ed esterne all'ambito precluso alla pesca adottando il test non parametrico di Mann-Whitney. I cui risultati sono esposti in Tabella 26.

Tabella 24 - Test di normalità tra gli strati della distribuzione di taglia

STRATO		Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistica	df	Sig.
E3D	TAGLIA	,134	1835	,000
E5D	TAGLIA	,198	8943	,000
I3D	TAGLIA	,138	3535	,000
I5D	TAGLIA	,190	11863	,000

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Tabella 25 - Test di normalità tra gli strati della distribuzione di frequenza della taglia per data di campionamento

Kolmogorov-Smirnov								
Data	Strato	Statistica	df	Sig.	Strato	Statistica	df	Sig.
11-JUN-09	E3D	,142	929	,000	E5D	,181	1880	,000
13-NOV-09		,122	274	,000		,176	1900	,000
14-JAN-10		,158	66	,000		,174	691	,000
17-MAR-10		,149	155	,000		,154	781	,000
16-JUL-10		,120	246	,000		,154	1073	,000
30-SEP-10		,143	52	,010		,203	460	,000
15-JAN-11		,295	102	,000		,319	796	,000
25-MAR-11		,445	11	,000		,320	1362	,000
11-JUN-09		I3D	,142	1638		,000	I5D	,203
13-NOV-09	,149		711	,000	,182	2442		,000
14-JAN-10	,156		280	,000	,175	1774		,000
17-MAR-10	,133		604	,000	,187	802		,000
16-JUL-10	,140		185	,000	,169	1714		,000
30-SEP-10	,146		75	,000	,178	514		,000
15-JAN-11	,285		39	,000	,325	907		,000
25-MAR-11	,441		4	,	,311	491		,000

a. Correzione di significatività di Lilliefors

In base a tale test, le stazioni situate sulla batimetrica dei 3 m presentano differenza statisticamente significative solamente alla data dell'11 giugno 2009. Le stazioni poste sui 5 metri di profondità mostrano differenze significative fino al settembre 2010, mentre a fine

periodo, gennaio - marzo 2011, tali differenze non trovano conferma (Tabella 26).

Tabella 26 - Significatività delle differenze relative al test non parametrico di Mann-Whitney effettuato sui 4 strati per la distribuzione di taglia (vongole commerciali)

	11-JUN-09	13-NOV-09	14-JAN-10	17-MAR-10	16-JUL-10	30-SEP-10	15-JAN-11	25-MAR-11	Test
E3D – I3D	(0,000) ***	0,055	0,813	0,937	0,947	0,658	0,975	0,235	MW
E5D – I5D	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	0,886	0,060	MW

2.5.2 Catture tratte dal campionario

2.5.2.1 Biomassa

In Tabella 27 sono riportati i valori medi di biomassa, espressi in g/mq, ed i corrispondenti limiti di confidenza al 95%, relativi ai quattro strati campionati e riferiti alle varie date di campionamento.

L'andamento di tali valori è rappresentato graficamente sia in Figura 10, relativo alla sola biomassa media, sia in Figura 11, dove sono riportati anche i limiti di confidenza.

Tabella 27 - Statistica descrittiva della biomassa di vongole per strato e per data (g/mq)

Data	Strato	Media	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Strato	Media	Lim. Inf.	Lim. Sup.
11-JUN-09	E3C	8,10	1,40	33,55	E5C	23,18	14,27	37,30
13-NOV-09		4,39	2,25	7,93		24,51	17,72	33,76
14-JAN-10		1,84	0,00	21,13		17,04	4,16	62,13
17-MAR-10		1,69	0,31	4,51		22,39	2,61	150,53
16-JUL-10		8,28	0,69	49,82		81,35	59,95	110,27
30-SEP-10		9,20	5,34	15,39		144,31	118,32	175,95
15-JAN-11		6,72	1,49	22,86		56,26	24,35	128,35
25-MAR-11		1,14	0,49	2,06		60,04	15,36	226,70
11-JUN-09	I3C	7,55	3,77	14,30	I5C	45,98	27,86	75,50
13-NOV-09		5,85	3,20	10,16		38,75	22,06	67,54
14-JAN-10		4,37	2,85	6,48		45,08	25,47	79,23
17-MAR-10		1,90	1,11	2,98		24,60	3,15	157,04
16-JUL-10		7,88	3,77	15,55		173,08	74,14	402,29
30-SEP-10		10,11	9,13	11,19		224,09	110,79	452,24
15-JAN-11		3,29	1,74	5,72		116,66	25,79	515,73
25-MAR-11		1,28	0,00	4,22		79,48	28,16	221,13

Anche in questo caso i valori più abbondanti si riscontrano nelle stazioni poste a 5 metri di profondità, dove l'area preclusa alla pesca presenta quantitativi più elevati rispetto quella esterna a questa.

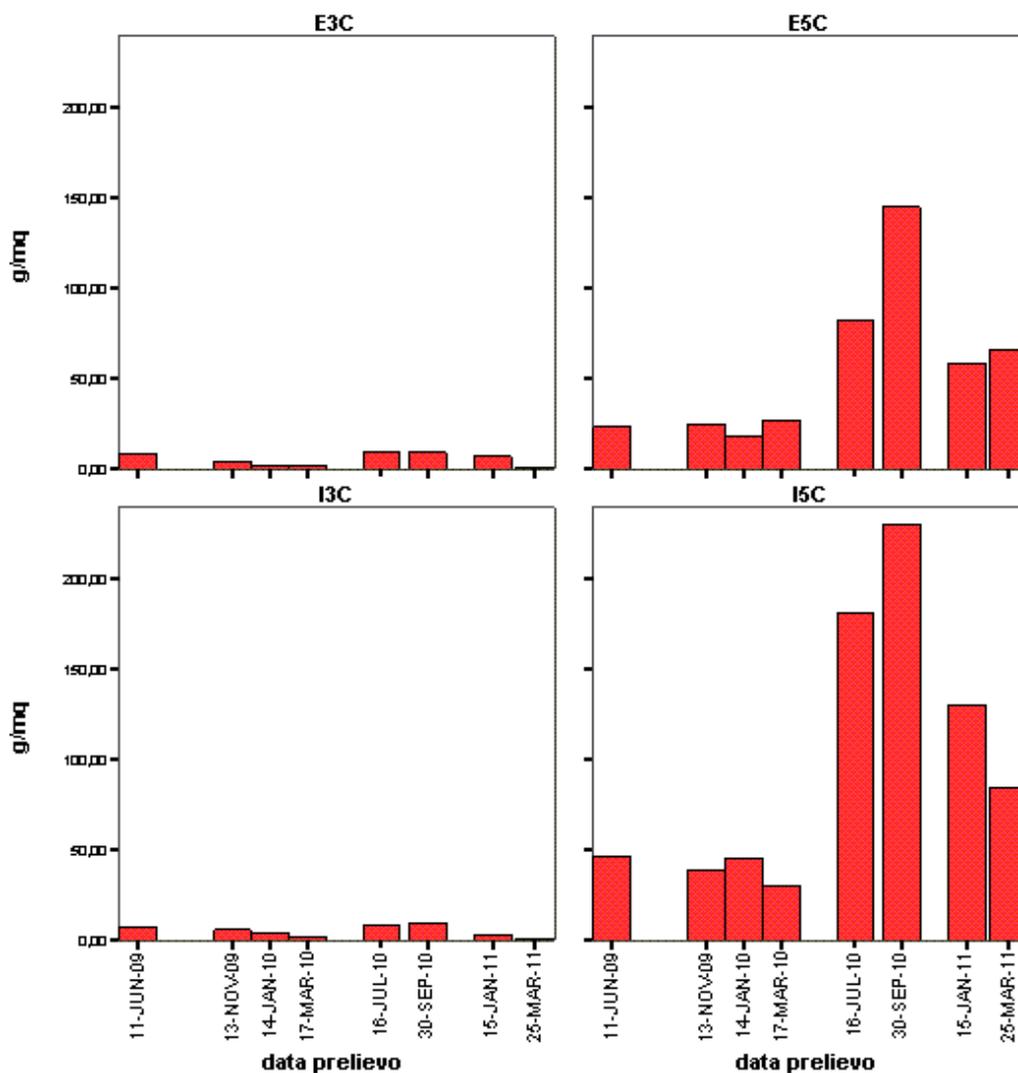


Figura 10 - Biomassa media di vongole prelevate con campionatore (g/mq)

Rispetto le date di campionamento i valori medi più abbondanti, per tutti gli strati, sono stati registrati nei mesi di luglio e settembre 2010, sebbene questi presentino dei limiti di confidenza di ampiezza variabile in relazione allo strato di appartenenza

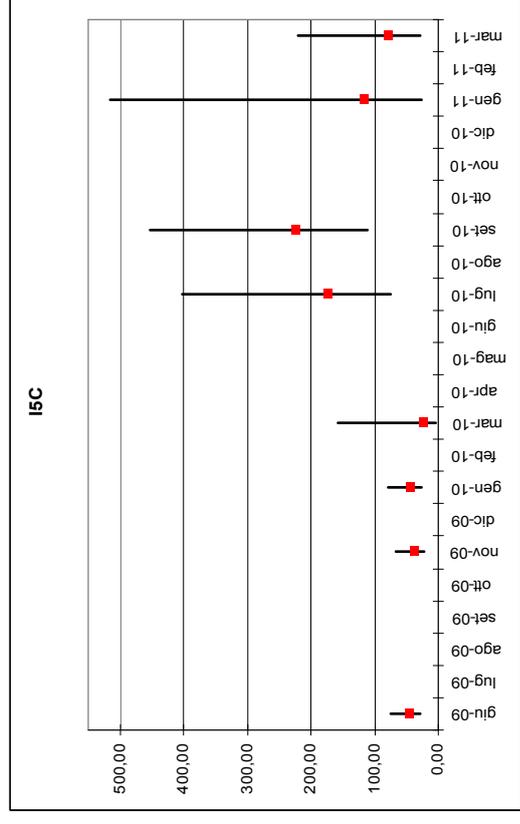
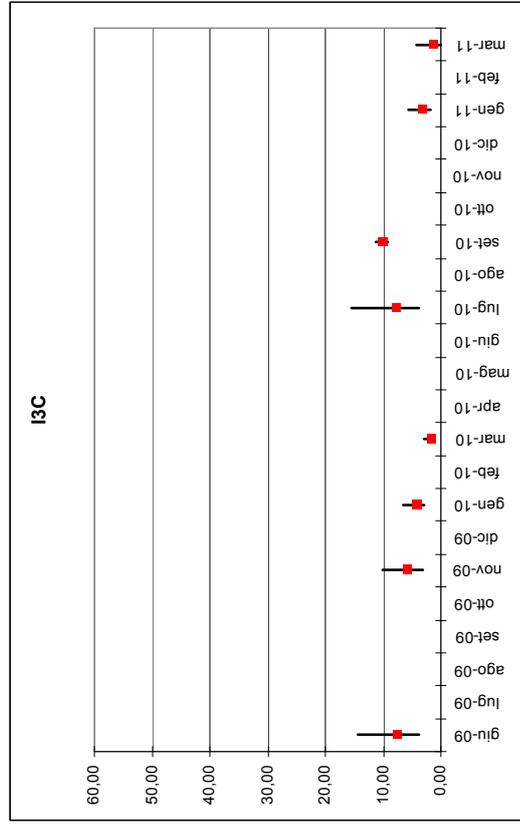
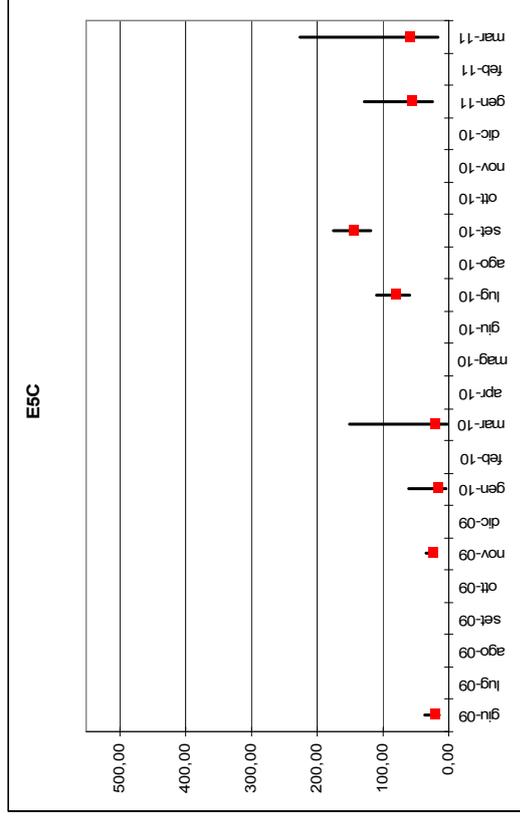
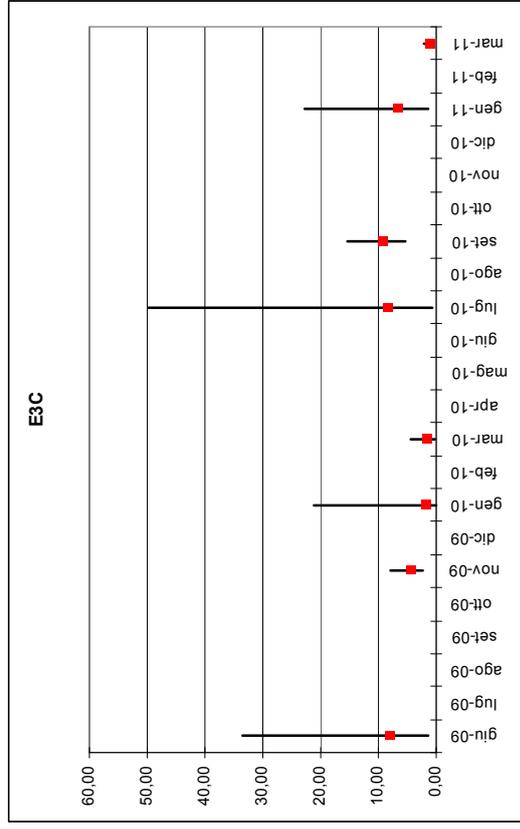


Figura 11 – Andamento della biomassa media di vongole prelevate con campionario nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (g/mq)

In base al test di *Shapiro-Wilk* la condizione di normalità è soddisfatta unicamente per lo strato I3C, mentre è respinta, nei restanti strati (Tabella 28). Di conseguenza per confrontare tra loro i vari strati si ritenuto opportuno adottare il test non parametrico di *Mann-Whitney*, i cui risultati sono riportati in Tabella 29.

In base a tale test per le stazioni poste sulla batimetrica dei 3 m viene accettata l'ipotesi nulla sull'appartenenza alla medesima popolazione, mentre per quelle poste sulla batimetrica dei 5 m tale ipotesi può essere rifiutata con $P=0,035$.

Tabella 28 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica nella normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole campionate – g/mq)

		Test di normalità			Test di normalità		
strato		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
g_mq	E3C	,149	24	,176	,910	24	,036
	E5C	,194	24	,020	,861	24	,004
	I3C	,120	24	,200*	,936	24	,131
	I5C	,294	24	,000	,831	24	,001

*. Limite inferiore della significatività effettiva.

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Tabella 29 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3C - E3C e I5C - E5C

Test ^a		Test ^a	
	g_mq_tutto		g_mq_tutto
U di Mann-Whitney	280,000	U di Mann-Whitney	186,000
W di Wilcoxon	580,000	W di Wilcoxon	486,000
Z	-,165	Z	-2,103
Sig. Asint. a 2 code	,869	Sig. Asint. a 2 code	,035

I3C - E3C

I5C - E5C

Per quanto riguarda le singole date di campionamento il test di Shapiro-Wilk, presentato Tabella 30, conferma la condizione di normalità per i vari raggruppamenti, ad eccezione dello strato I5C del 25 marzo 2011 ($P=0,043$), comunque prossimo al limite di significatività.

Tabella 30 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità nei 4 strati considerati per data (campionatore – g/mq)

Test di normalità

data prelievo	strato	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.	
11-JUN-09	g_mq	E3C	,234	3	,	,979	3	,720
		E5C	,302	3	,	,910	3	,417
		I3C	,178	3	,	,999	3	,953
		I5C	,335	3	,	,858	3	,263
13-NOV-09	g_mq	E3C	,183	3	,	,999	3	,933
		E5C	,259	3	,	,959	3	,612
		I3C	,360	3	,	,808	3	,133
		I5C	,232	3	,	,979	3	,725
14-JAN-10	g_mq	E3C	,322	3	,	,881	3	,327
		E5C	,314	3	,	,893	3	,363
		I3C	,214	3	,	,989	3	,804
		I5C	,278	3	,	,940	3	,526
17-MAR-10	g_mq	E3C	,351	3	,	,828	3	,183
		E5C	,247	3	,	,969	3	,661
		I3C	,257	3	,	,961	3	,621
		I5C	,370	3	,	,786	3	,081
16-JUL-10	g_mq	E3C	,286	3	,	,931	3	,492
		E5C	,293	3	,	,922	3	,458
		I3C	,371	3	,	,784	3	,077
		I5C	,327	3	,	,871	3	,299
30-SEP-10	g_mq	E3C	,288	3	,	,929	3	,483
		E5C	,214	3	,	,989	3	,802
		I3C	,290	3	,	,926	3	,475
		I5C	,309	3	,	,901	3	,387
15-JAN-11	g_mq	E3C	,198	3	,	,996	3	,872
		E5C	,322	3	,	,881	3	,327
		I3C	,347	3	,	,835	3	,201
		I5C	,191	3	,	,997	3	,899
25-MAR-11	g_mq	E3C	,204	3	,	,993	3	,845
		E5C	,175	3	,	1,000	3	,999
		I3C	,192	3	,	,997	3	,895
		I5C	,377	3	,	,769	3	,043

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Sulla base dei risultati del test sulla condizione di normalità, per verificare eventuali uguaglianze tra le medie dei campioni prelevati nelle varie date, si è proceduto adottando il test t. Questo, per le stazioni poste a 3 m di profondità, ha confermato l'ipotesi nulla (Tabella 31), mentre per quelle poste a -5 m tale condizione non è soddisfatta alla data del 11 gennaio 2009 (P=0,015), del 13 novembre 2009 (P=0,048) e del 14 gennaio 2010 (P=0,035) (Tabella 32).

Tabella 31 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3C e E3C per singola data di campionamento (campionatore - g/mq)

Test per campioni indipendenti

data prelievo			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
										Inferiore	Superiore
11-JUN-09	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,815	,249	-,423	4	,694	-1,2257	2,89573	-9,26557	6,81409
					-,423	2,738	,703	-1,2257	2,89573	-10,96091	8,50944
13-NOV-09	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,600	,482	1,422	4	,228	1,4827	1,04245	-1,41160	4,37702
					1,422	3,757	,232	1,4827	1,04245	-1,48706	4,45248
14-JAN-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	6,934	,058	1,029	4	,362	1,8221	1,77068	-3,09411	6,73827
					1,029	2,224	,402	1,8221	1,77068	-5,10515	8,74931
17-MAR-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,833	,168	,322	4	,764	,1502	,46683	-1,14588	1,44637
					,322	2,945	,769	,1502	,46683	-1,35114	1,65163
16-JUL-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	4,015	,116	-,395	4	,713	-1,7607	4,46127	-14,14719	10,62576
					-,395	2,426	,725	-1,7607	4,46127	-18,06322	14,54179
30-SEP-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	6,109	,069	,665	4	,542	,7954	1,19586	-2,52481	4,11570
					,665	2,163	,570	,7954	1,19586	-3,99500	5,58590
15-JAN-11	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,854	,166	-1,937	4	,125	-3,8946	2,01069	-9,47712	1,68801
					-1,937	2,188	,181	-3,8946	2,01069	-11,87088	4,08177
25-MAR-11	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,423	,299	,460	4	,669	,2142	,46539	-1,07797	1,50630
					,460	2,657	,680	,2142	,46539	-1,38110	1,80943

Tabella 32 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5C e E5C per singola data di campionamento (campionatore - g/mq)

Test per campioni indipendenti

data prelievo			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
										Inferiore	Superiore
11-JUN-09	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,842	,167	4,093	4	,015	23,1198	5,64870	7,43648	38,80307
					4,093	2,906	,028	23,1198	5,64870	4,80988	41,42967
13-NOV-09	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,304	,204	2,824	4	,048	14,7422	5,21979	,24977	29,23469
					2,824	2,529	,081	14,7422	5,21979	-3,76628	33,25074
14-JAN-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,001	,981	3,141	4	,035	27,1659	8,64946	3,15111	51,18060
					3,141	3,996	,035	27,1659	8,64946	3,14178	51,18993
17-MAR-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,496	,520	,171	4	,873	3,0889	18,08966	-47,13609	53,31380
					,171	3,786	,873	3,0889	18,08966	-48,27535	54,45306
16-JUL-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	9,042	,040	2,596	4	,060	98,3745	37,88810	-6,81972	203,56875
					2,596	2,100	,116	98,3745	37,88810	-57,43085	254,17989
30-SEP-10	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	7,344	,054	2,427	4	,072	85,1891	35,09622	-12,25360	182,63188
					2,427	2,147	,127	85,1891	35,09622	-56,34367	226,72195
15-JAN-11	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,035	,227	1,750	4	,155	71,6100	40,92118	-42,00545	185,22540
					1,750	2,364	,202	71,6100	40,92118	-80,84572	224,06567
25-MAR-11	g_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,354	,584	,655	4	,548	18,7401	28,60225	-60,67251	98,15262
					,655	3,897	,549	18,7401	28,60225	-61,50683	98,98694

2.5.2.2 Densità

In Tabella 33 sono riportati i valori medi della densità di vongole, espressa in numero di individui per mq (n/mq), ed i relativi limiti di

confidenza. Tali valori sono riportati in forma grafica in Figura 12, riferiti al solo andamento della media, ed in Figura 13, in cui sono riportati anche i limiti di confidenza.

Tabella 33 – Statistiche descrittive n/mq campionatore

Data	Strato	Media	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Strato	Media	Lim. Inf.	Lim. Sup.
11-JUN-09	E3C	1,78	0,28	4,54	E5C	6,00	4,76	7,47
13-nov-09		13,82	4,07	35,92		66,00	34,43	118,35
14-JAN-10		7,48	1,08	25,59		54,39	9,58	202,58
17-mar-10		4,34	1,36	9,97		66,31	15,97	206,23
16-JUL-10		6,79	0,73	25,02		59,96	40,95	85,70
30-SEP-10		3,75	2,35	5,60		56,30	37,02	83,18
15-JAN-11		2,64	0,48	6,98		21,31	7,07	52,41
25-mar-11		0,42	0,13	0,76		26,18	4,72	93,07
11-JUN-09		I3C	2,00	1,06		3,27	I5C	13,13
13-nov-09	21,23		7,43	50,33	112,30	40,76		266,35
14-JAN-10	11,26		4,43	24,16	97,64	25,77		288,06
17-mar-10	7,66		1,73	21,83	112,73	13,24		532,97
16-JUL-10	6,52		2,61	13,49	137,90	54,80		306,33
30-SEP-10	4,38		3,76	5,07	102,85	46,19		207,96
15-JAN-11	1,26		0,76	1,87	52,92	8,82		202,95
25-mar-11	0,56		0	1,59	33,24	11,31		81,30

Osservando la Tabella 33 e le relative rappresentazioni grafiche si evidenzia che le stazioni poste sulla batimetrica dei 5 m presentano valori medi sensibilmente maggiori di quelle poste a 3 m di profondità.

Tra i due strati posti a 5 m di profondità quello interno all'area preclusa alla pesca (I5C) ha valori medi circa doppi dell'area esterna (E5C), ad eccezione dei campioni prelevati nel marzo 2011. Lo strato I5C presenta inoltre una ampiezza dei limiti di confidenza che, ad esclusione del giugno 2009 e marzo 2011, risulta particolarmente elevata.

Lo strato E3C presenta un valore minimo di 0,42 n/mq, registrato nel marzo 2011, mentre il valore massimo, pari a 18,82 n/mq, corrisponde al campionamento del novembre 2009. Simile andamento si è verificato per lo strato I3C, con il minimo, pari a 0,56 n/mq, riscontrato a marzo 2011, ed il massimo, pari a 21,23 n/mq, osservato nel novembre 2009.

Per quanto riguarda invece le stazioni poste a 5 m di profondità, lo strato E5C presenta il valore minimo nel giugno 2009, pari a 6 n/mq, e quello massimo nel marzo 2010, pari a 66,31 n/mq.

Anche lo strato I5C presenta il valore minimo nel giugno 2009, equivalente a 13,13 n/mq, mentre il valore massimo, pari a 137,90 n/mq, è stato registrato nel luglio 2010. Da rilevare, in quest'ultimo strato, il calo di densità riscontrato nell'ultimo periodo di campionamento.

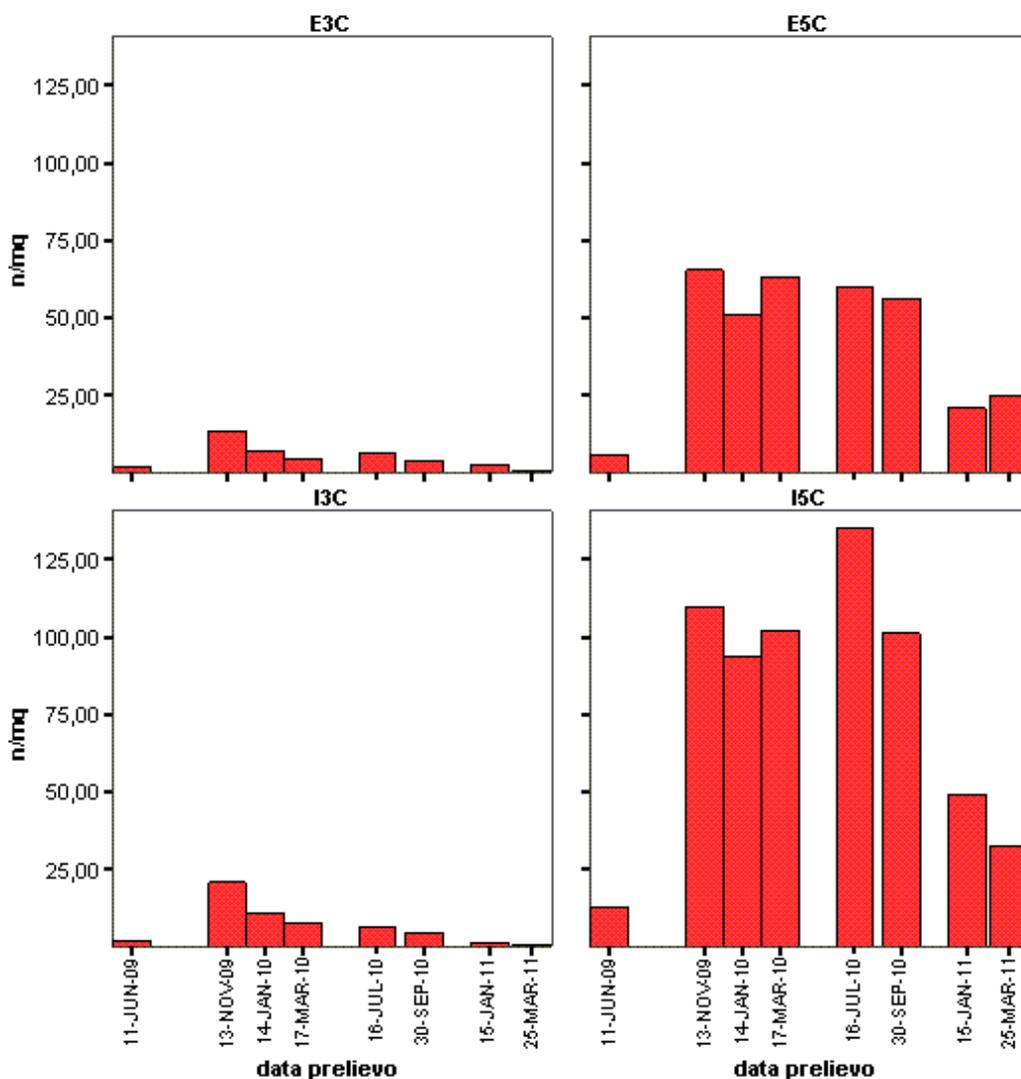


Figura 12 – Andamento della densità media di vongole prelevate con campionatore nei 4 strati considerati (n/mq)

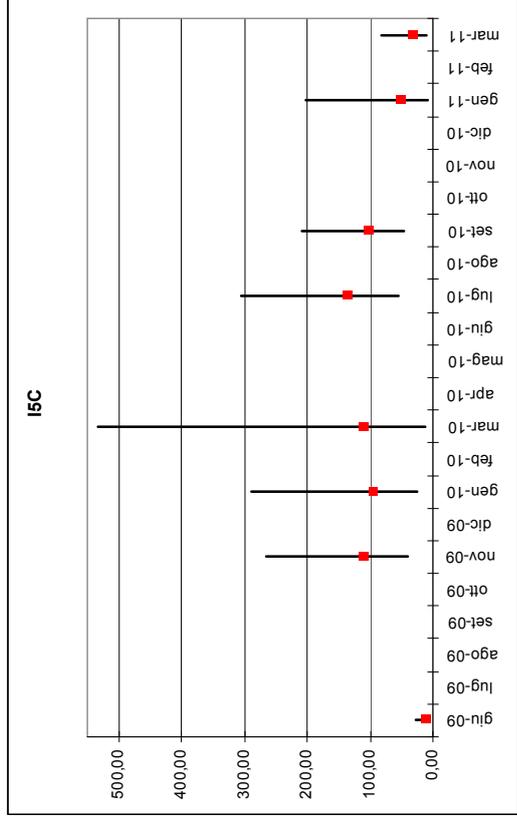
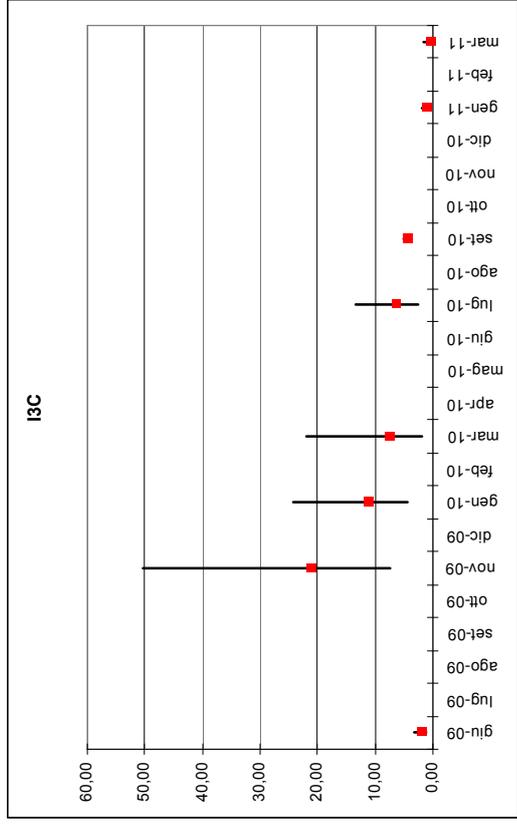
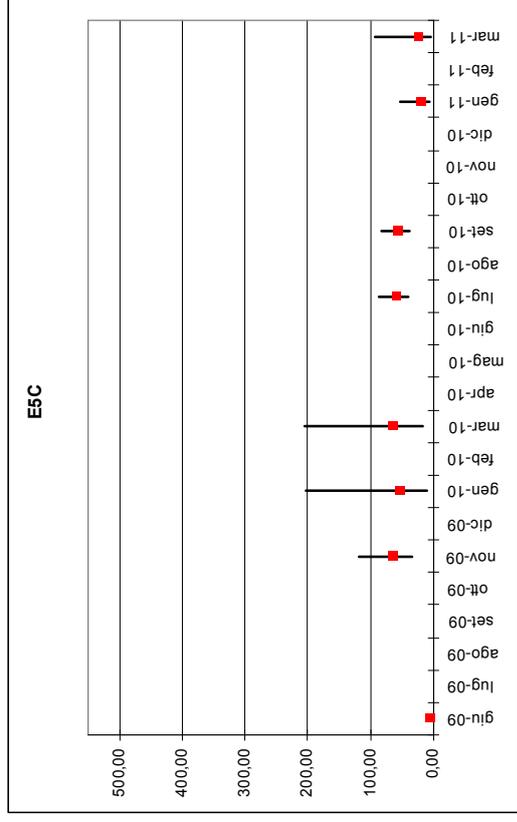
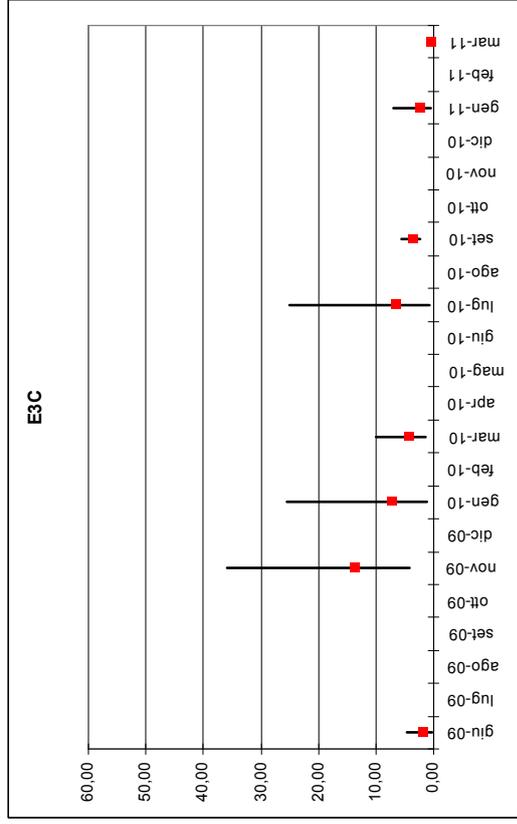


Figura 13 - Andamento della densità media di vongole prelevate con campionario nei 4 strati considerati con riportati i relativi limiti di confidenza (95%) della media (n/mq)

Il test di verifica della normalità di Shapiro-Wilk rivela un comportamento difforme in relazione alla batimetria delle stazioni. Come si evince dalla Tabella 34, infatti, per gli strati posti a 3 m di profondità l'ipotesi di normalità deve essere rifiutata, mentre per gli strati posti sui 5 m di profondità tale ipotesi viene accettata.

Tabella 34 – Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica nella normalità delle medie dei 4 strati considerati (vongole campionatore – n/mq)

Test di normalità

strato	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
n_mq E3C	,229	24	,002	,806	24	,000
E5C	,095	24	,200*	,949	24	,259
I3C	,207	24	,009	,816	24	,001
I5C	,128	24	,200*	,948	24	,242

*. Limite inferiore della significatività effettiva.

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Per i confronti per la verifica di similitudine tra le due coppie costituite dagli strati posti a differente profondità, si è comunque proceduto adottando il test non parametrico di Mann-Whitney, i cui risultati sono riportati in Tabella 35, da cui si evince che nel caso degli strati posti sulla batimetria dei 3 m l'ipotesi nulla può essere accettata, mentre per quelli posti a 5 m di profondità tale ipotesi può essere rifiutata con un probabilità $P=0,012$.

Tabella 35 – Test non parametrico di Mann-Whitney per gli strati I3C - E3C e I5C e E5C (campionatore – n/mq)

Test ^a		Test ^a	
	n_mq		n_mq
U di Mann-Whitney	253,000	U di Mann-Whitney	166,000
W di Wilcoxon	553,000	W di Wilcoxon	466,000
Z	-,722	Z	-2,516
Sig. Asint. a 2 code	,470	Sig. Asint. a 2 code	,012

I3C e E3C

I5C e E5C

Per quanto riguarda le singole date di campionamento il test di Shapiro-Wilk, presentato Tabella 36, conferma la condizione di normalità per i vari raggruppamenti, ad eccezione dello strato E3C del

13 novembre 2009 (P=0,023) e dello strato I5C del 25 marzo 2011 (P=0,039).

Tabella 36 - Test di Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk per verifica della normalità nei 4 strati considerati per data (campionatore - n/mq)

			Test di normalità					
			Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
n_mq	data prelievo	strato	Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
11-JUN-09		E3C	,345	3	,	,839	3	,212
		E5C	,231	3	,	,980	3	,732
		I3C	,353	3	,	,823	3	,171
		I5C	,203	3	,	,994	3	,847
13-NOV-09		E3C	,381	3	,	,760	3	,023
		E5C	,186	3	,	,998	3	,919
		I3C	,283	3	,	,934	3	,506
		I5C	,238	3	,	,976	3	,702
14-JAN-10		E3C	,281	3	,	,937	3	,516
		E5C	,259	3	,	,959	3	,609
		I3C	,362	3	,	,804	3	,124
		I5C	,249	3	,	,968	3	,655
17-MAR-10		E3C	,291	3	,	,924	3	,468
		E5C	,242	3	,	,973	3	,685
		I3C	,238	3	,	,976	3	,701
		I5C	,238	3	,	,976	3	,702
16-JUL-10		E3C	,283	3	,	,934	3	,503
		E5C	,191	3	,	,997	3	,899
		I3C	,365	3	,	,797	3	,108
		I5C	,294	3	,	,921	3	,455
30-SEP-10		E3C	,265	3	,	,953	3	,584
		E5C	,275	3	,	,943	3	,540
		I3C	,337	3	,	,854	3	,251
		I5C	,309	3	,	,900	3	,386
15-JAN-11		E3C	,227	3	,	,983	3	,748
		E5C	,313	3	,	,894	3	,366
		I3C	,369	3	,	,788	3	,086
		I5C	,192	3	,	,997	3	,893
25-MAR-11		E3C	,302	3	,	,911	3	,420
		E5C	,180	3	,	,999	3	,943
		I3C	,176	3	,	1,000	3	,978
		I5C	,378	3	,	,768	3	,039

a. Correzione di significatività di Lilliefors

A seguito della verifica di normalità si è quindi proceduto adottando il test t per verificare l'uguaglianza tra le medie riscontrate, alle varie date di campionamento, in confronti a coppie tra gli strati I3C-E3C, i cui risultati sono presentati in Tabella 37, e tra gli strati I5C-E5C, con risultati esposti in Tabella 38.

Tabella 37 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I3C e E3C per singola data di campionamento (campionatore – n/mq)

Test per campioni indipendenti

data prelievo			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
										Inferiore	Superiore
11-JUN-09	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,497	,288	,504	4	,641	,2505	,49723	-1,13004	1,63100
					,504	3,342	,646	,2505	,49723	-1,24415	1,74511
13-NOV-09	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,045	,842	1,321	4	,257	7,2051	5,45524	-7,94109	22,35128
					1,321	3,941	,258	7,2051	5,45524	-8,03161	22,44180
14-JAN-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,004	,951	1,180	4	,303	3,9591	3,35563	-5,35760	13,27587
					1,180	3,985	,304	3,9591	3,35563	-5,37156	13,28984
17-MAR-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,516	,286	1,381	4	,239	3,1347	2,27028	-3,16860	9,43803
					1,381	2,857	,265	3,1347	2,27028	-4,29867	10,56810
16-JUL-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,589	,276	,004	4	,997	,0110	2,69084	-7,45995	7,48201
					,004	3,071	,997	,0110	2,69084	-8,44141	8,46346
30-SEP-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,520	,188	1,584	4	,188	,6484	,40926	-,48794	1,78465
					1,584	2,648	,223	,6484	,40926	-,75776	2,05447
15-JAN-11	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	3,893	,120	-1,987	4	,118	-1,3114	,66013	-3,14421	,52142
					-1,987	2,148	,177	-1,3114	,66013	-3,97248	1,34969
25-MAR-11	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,275	,322	,655	4	,548	,1307	,19963	-,42355	,68495
					,655	2,573	,566	,1307	,19963	-,56867	,83007

Per quanto riguarda il confronto tra le stazioni poste a 3 m di profondità il livello di significatività è tale da confermare in tutte le date l'ipotesi nulla, così come viene confermata per le stazioni poste a -5 m, con l'eccezione della data del giugno 2009.

Tabella 38 – Test t di uguaglianza tra medie tra gli strati I5C e E5C per singola data di campionamento (campionatore – n/mq)

Test per campioni indipendenti

data prelievo			Test di Levene di uguaglianza delle varianze		Test t di uguaglianza delle medie						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-code)	Differenza fra medie	Differenza errore standard	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%	
										Inferiore	Superiore
11-JUN-09	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	3,838	,122	3,029	4	,039	6,9143	2,28258	,57679	13,25172
					3,029	2,075	,090	6,9143	2,28258	-2,57507	16,40357
13-NOV-09	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,340	,201	1,739	4	,157	44,3891	25,52202	-26,47136	115,24962
					1,739	2,568	,196	44,3891	25,52202	-45,14913	133,92739
14-JAN-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,243	,648	1,469	4	,216	42,2132	28,73939	-37,58011	122,00655
					1,469	3,752	,220	42,2132	28,73939	-39,70829	124,13472
17-MAR-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	2,064	,224	,909	4	,415	38,9767	42,89432	-80,11701	158,07042
					,909	2,646	,439	38,9767	42,89432	-108,470	186,42337
16-JUL-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	6,881	,059	2,649	4	,057	75,6200	28,55012	-3,64781	154,88787
					2,649	2,129	,110	75,6200	28,55012	-40,35333	191,59339
30-SEP-10	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	4,950	,090	2,670	4	,056	45,0950	16,88808	-1,79378	91,98387
					2,670	2,393	,096	45,0950	16,88808	-17,25092	107,44102
15-JAN-11	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	1,982	,232	1,693	4	,166	28,4501	16,80444	-18,20647	75,10676
					1,693	2,392	,212	28,4501	16,80444	-33,60240	90,50270
25-MAR-11	n_mq	Assumi varianze uguali Non assumere varianze uguali	,124	,742	,717	4	,513	7,8960	11,00810	-22,66738	38,45938
					,717	3,989	,513	7,8960	11,00810	-22,70191	38,49391

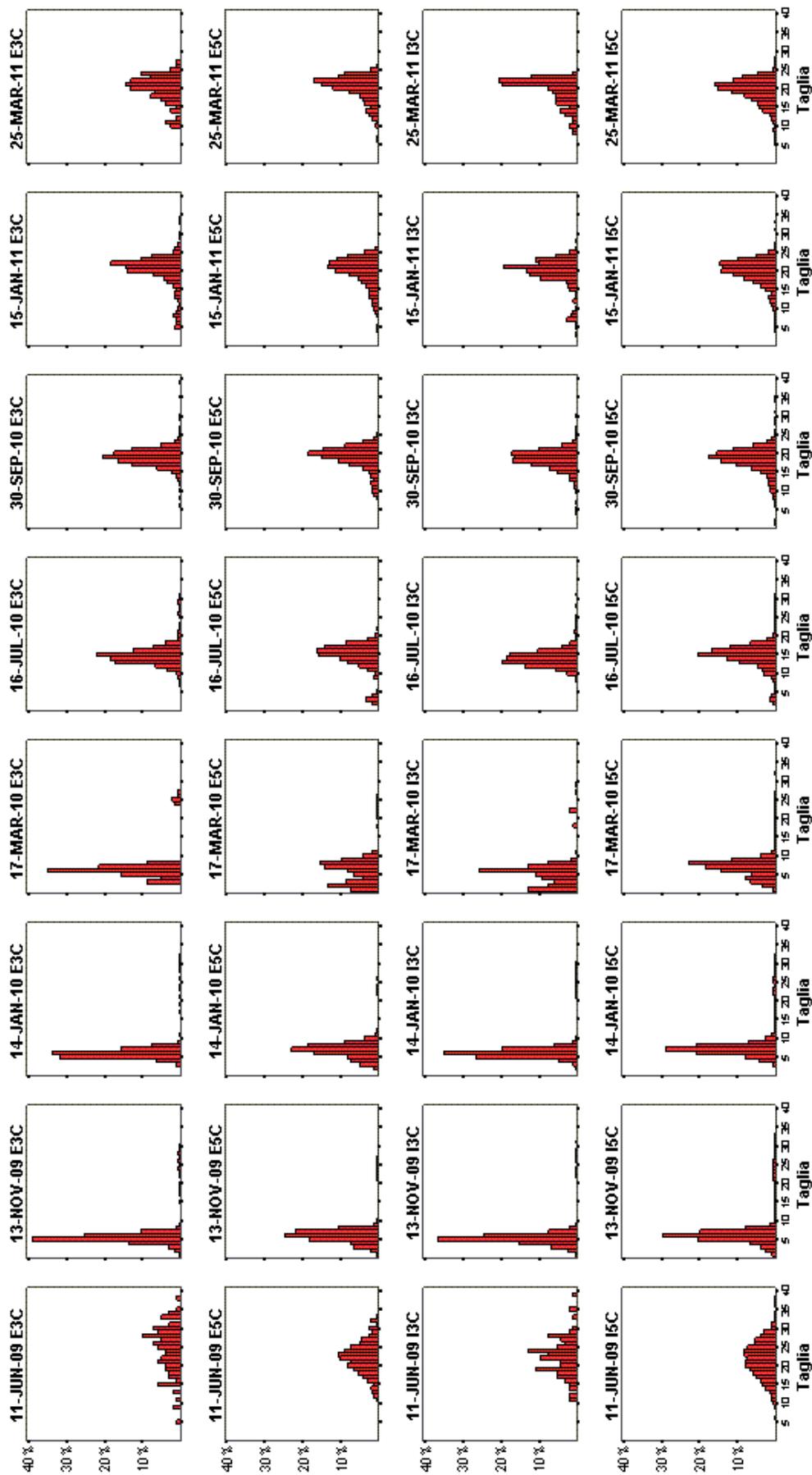


Figura 14 – Distribuzione di taglia della catture con campionario

L'andamento della distribuzione di frequenza della taglia riferita ai quattro strati indagati è riportata in Figura 14. Dall'analisi dei grafici esposti si evidenzia che, per tutti gli strati considerati, a partire dai campionamenti del novembre 2009 vi è la presenza di una coorte dominante che, nel tempo, incrementa la propria taglia.

L'applicazione del test per la verifica della normalità dei dati relativi alla distribuzione di taglia riferiti ai quattro strati indagati, i cui risultati sono esposti in Tabella 39, porta a rifiutare l'ipotesi nulla con $P=0,000$.

Tabella 39 – Test di normalità tra gli strati per la distribuzione di taglia

strato		Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistica	df	Sig.
E3C	Taglia	,272	6599	,000
E5C	Taglia	,224	34678	,000
I3C	Taglia	,318	11454	,000
I5C	Taglia	,256	62091	,000

a. Correzione di significatività di Lilliefors

La condizione di normalità può essere rifiutata con la medesima probabilità anche applicando il test al confronto tra le singole date di campionamento (Tabella 40).

Tabella 40 – Test di normalità tra gli strati per la distribuzione di taglia per data di campionamento

Kolmogorov-Smirnov								
Data	Strato	Statistica	df	Sig.	Strato	Statistica	df	Sig.
11-JUN-09	E3C	,093	100	,031	E5C	,073	707	,000
13-NOV-09		,371	2566	,000		,327	11500	,000
14-JAN-10		,317	1437	,000		,259	7218	,000
17-MAR-10		,348	135	,000		,203	2117	,000
16-JUL-10		,195	1080	,000		,174	3849	,000
30-SEP-10		,119	728	,000		,171	3412	,000
15-JAN-11		,213	477	,000		,171	4277	,000
25-MAR-11		,157	76	,000		,171	1598	,000
11-JUN-09		I3C	,086	93		,089	I5C	,064
13-NOV-09	,347		6155	,000	,320	23305		,000
14-JAN-10	,366		2704	,000	,321	14182		,000
17-MAR-10	,231		193	,000	,191	4829		,000
16-JUL-10	,181		1103	,000	,160	7078		,000
30-SEP-10	,138		821	,000	,155	4565		,000
15-JAN-11	,199		293	,000	,137	4309		,000
25-MAR-11	,218		92	,000	,142	2519		,000

a. Correzione di significatività di Lilliefors

Tali risultati portano a procedere con le successive analisi di confronto tra le zone interne ed esterne all'ambito precluso alla pesca, con riferimento alle singole date di campionamento, adottando il test non parametrico di Mann-Whitney (Tabella 41).

Le differenze tra le varie coppie di valori appaiono significative per la gran parte dei confronti, ad eccezione della data del 25 marzo 2011, per la coppia E3C-I3C, e del 11 giugno 2009, per la coppia E5C-I5C.

Tabella 41 - Significatività delle differenze relative al test non parametrico di Mann-Whitney effettuato sui 4 strati per la distribuzione di taglia (campionatore)

	11-JUN-09	13-NOV-09	14-JAN-10	17-MAR-10	16-JUL-10	30-SEP-10	15-JAN-11	25-MAR-11	Test
E3C – I3C	(0,005) **	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,000) ***	(0,019) *	0,301	MW
E5C – I5C	0,108	(0,018) *	(0,000) ***	(0,000) ***	0,000 ***	(0,000) ***	(0,002) **	(0,000) ***	MW

2.6 ACCRESCIMENTO, MORTALITÀ, RECLUTAMENTO

2.6.1 Accrescimento

In Tabella 42 sono presentati i principali parametri di accrescimento ricavati adottando le routine PROJMAT e ELEFAN I. Nella medesima tabella sono state riportate, per i vari strati, anche le dimensioni teoriche, in mm, in relazione all'età.

Tabella 42 - Parametri di accrescimento individuati secondo i modelli ELEFAN I e PROJMAT

LFDA	PROJMAT							Dimensioni in relazione all'età (mm)					
	L_{∞}	K	T0	C	WP	ϕ'	1	2	3	4	5	6	
Stazioni													
I3C	39,24	0,58	-0,34	1,00	0,05	2,951	17,3	26,9	32,3	35,4	37,1	38,0	
E3C	40,60	0,59	-0,35	1,00	0,03	2,991	18,1	28,1	33,7	36,8	38,5	39,4	
I5C	38,00	0,62	-0,38	0,93	0,03	2,952	17,6	27,0	32,1	34,8	36,3	37,1	
E5C	36,07	0,72	-0,37	0,96	0,03	2,970	18,5	27,4	31,8	34,0	35,0	35,5	
FISAT II	ELEFAN I												
Stazioni	L_{∞}	K	T0	C	WP	ϕ'	1	2	3	4	5	6	
I3C	40,90	0,55	-0,57	0,90	0,05	2,964	17,3	27,2	33,0	36,4	38,3	39,4	
E3C	41,05	0,60	-0,61	0,83	0,01	3,005	18,5	28,6	34,2	37,3	39,0	39,9	
I5C	40,40	0,60	-0,60	0,80	0,01	2,991	18,2	28,2	33,7	36,7	38,4	39,3	
E5C	39,12	0,62	-0,61	0,90	0,01	2,977	18,1	27,8	33,0	35,8	37,4	38,2	

Come si evince dall'analisi della tabella precedente i valori relativi ai differenti parametri di accrescimento, ricavati dai due differenti software

utilizzati, non presentano valori molto difforni. Così come non varia eccessivamente la taglia media stimata ai vari anni.

Il valore di L_{∞} è compreso tra 36,07 mm, derivato dal software Projmat e riferito allo strato E5C, e 41,05 mm, derivato dal software Elefan I e riferito allo strato E3C.

Tutte le curve di accrescimento individuate presentano valori di C abbastanza elevati e che indicano una forte influenza stagionale, con il rallentamento, indicato dal valore di winter point (WP), nel primo periodo dell'anno.

Maggiore omogeneità può essere attribuita all'indice di accrescimento (ϕ'), il quale presenta valori intorno a 3.

Per quanto riguarda le dimensioni medie stimate riferite alle varie età, in Tabella 42 si evidenzia che al raggiungimento del primo anno di età le vongole raggiungono la taglia di circa 17-18 mm, mentre al secondo anno superano abbondantemente taglia commerciale, raggiungendo i 27-28 mm.

Qui di seguito sono riportati i grafici raffiguranti le curve di accrescimento di von Bertalanffy (secondo Hoenig e Hanumara), ottenute utilizzando il metodo PROJMAT, con i relativi parametri di accrescimento (**Figura 15, Figura 16 – ELEFAN I - curva di accrescimento stazione I3C**

, Figura 19, Figura 21) e ELEFAN I (Figura 15 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione I3C

, Figura 17 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione E3C

, Figura 20, Figura 22).

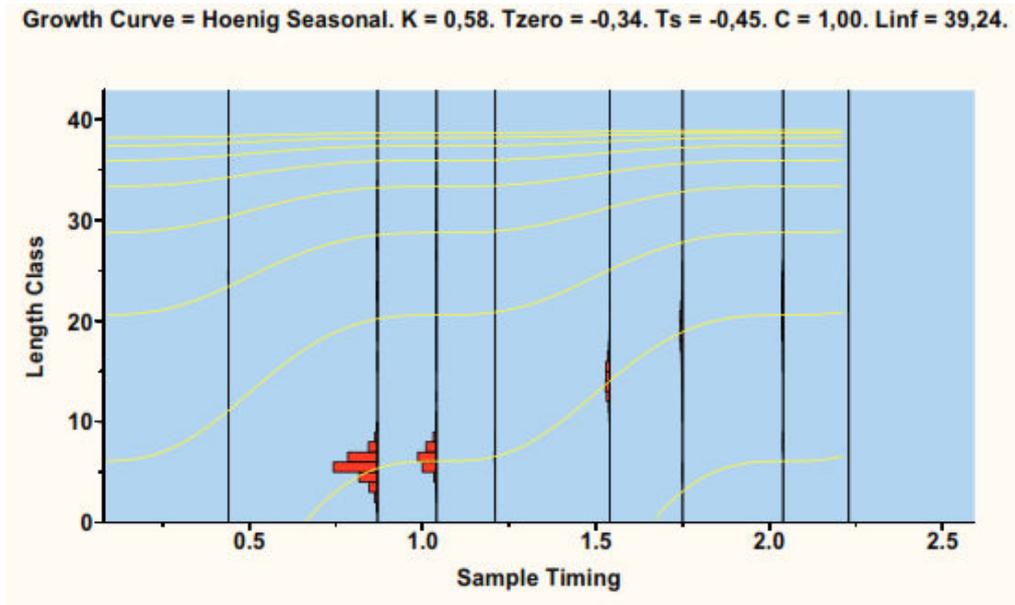


Figura 15 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione I3C

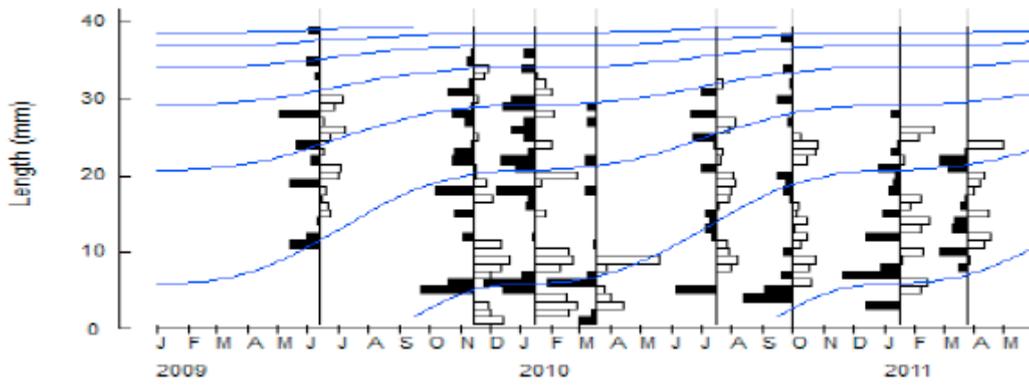


Figura 16 - ELEFAN I - curva di accrescimento stazione I3C

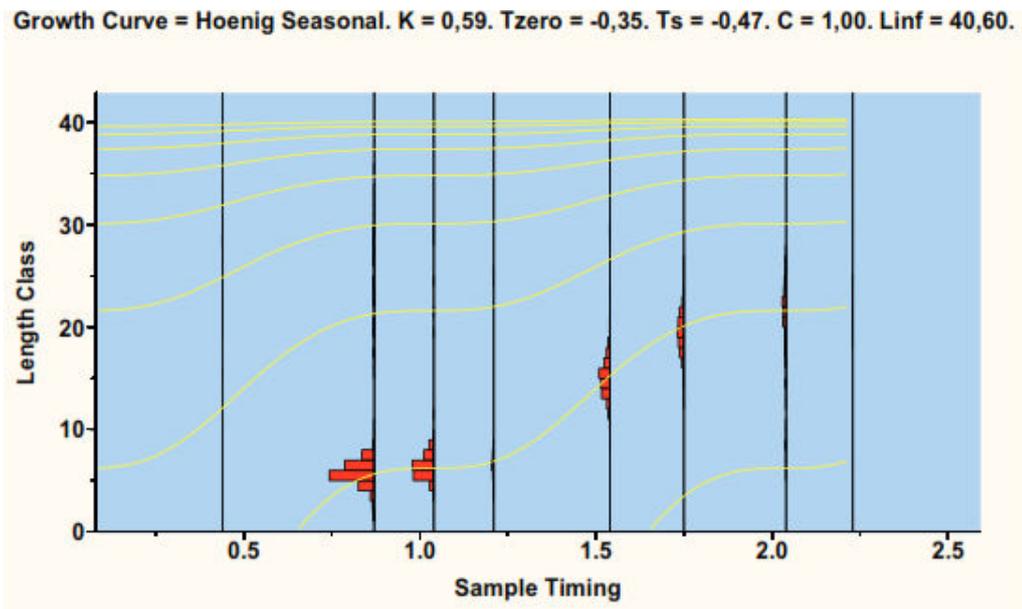


Figura 17 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione E3C

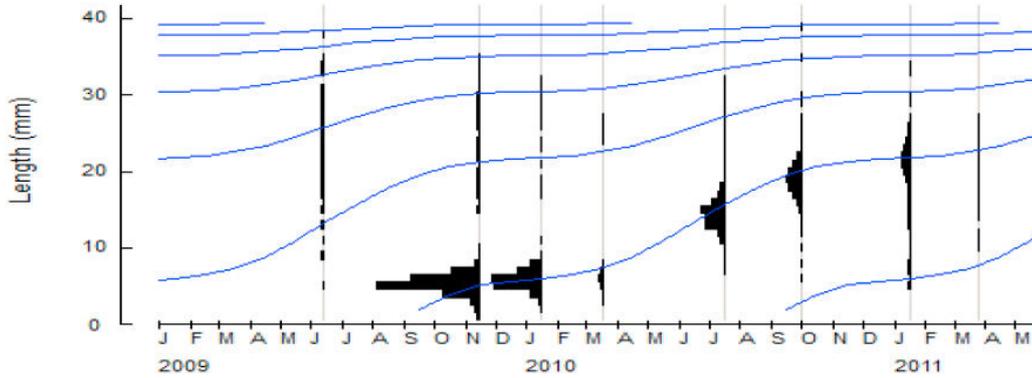


Figura 18 - ELEFAN I - curva di accrescimento stazione E3C

Growth Curve = Hoenig Seasonal. $K = 0,62$. $Tzero = -0,38$. $Ts = -0,47$. $C = 0,93$. $Linf = 38,00$.

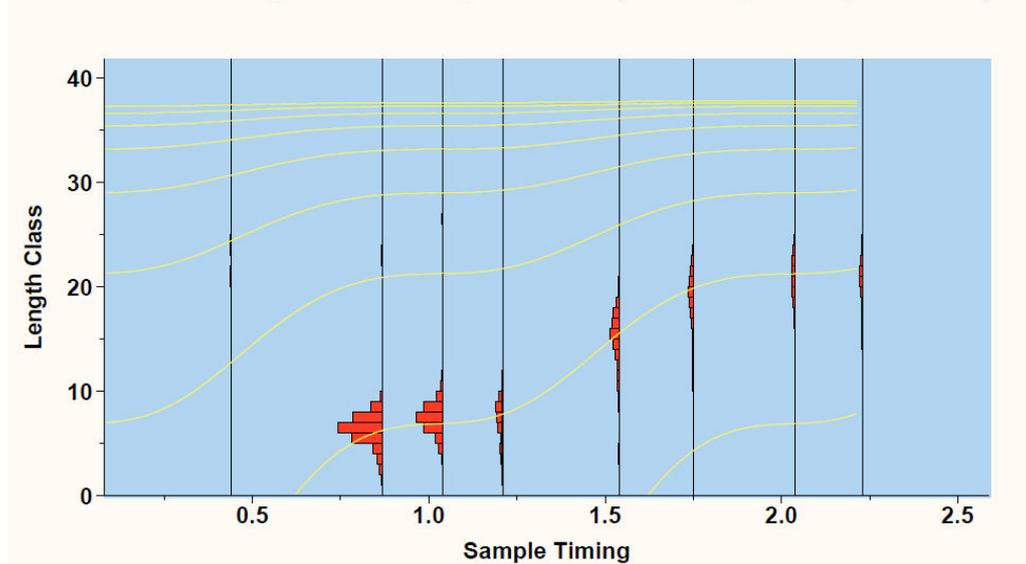


Figura 19 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione I5C

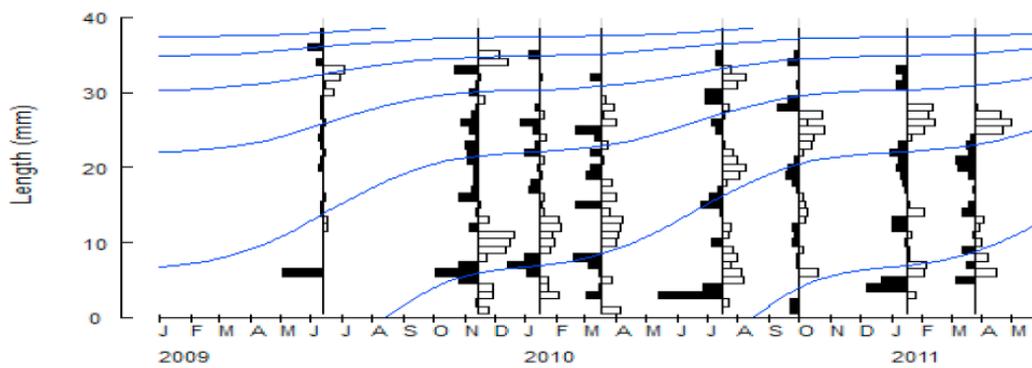


Figura 20 - ELEFAN I - curva di accrescimento stazione I5C

Growth Curve = Hoenig Seasonal. $K = 0,72$. $T_{zero} = -0,37$. $T_s = -0,47$. $C = 0,96$. $L_{inf} = 36,07$.

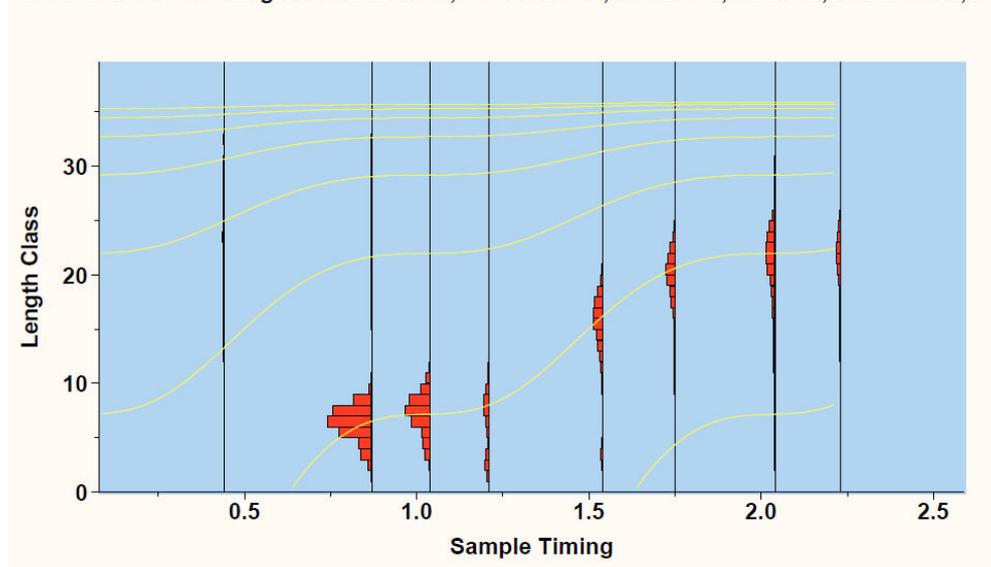


Figura 21 - PROJMAT - curva di accrescimento stazione E5C

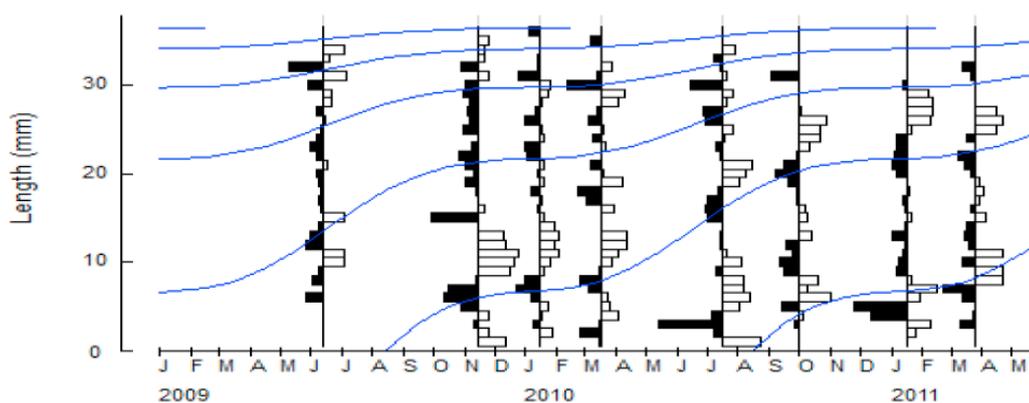


Figura 22 - ELEFAN I - curva di accrescimento stazione E5C

Dall'analisi di questi grafici si evidenzia che le curve di accrescimento si basano soprattutto dall'evoluzione nel tempo di una coorte, bene evidente in tutti gli strati a partire dal novembre 2009.

Dalla scomposizione della distribuzione di frequenza ottenuto con il metodo di Bhattacharya (Sparre e Venema, 1998; Gayanilo e Pauly D., 1997) e successivo perfezionamento con Normset (Gayanilo e Pauly D., 1997) ne è stata individuata la taglia media alle varie date di campionamento ed il relativo accrescimento giornaliero, riportati in Tabella 43 e rappresentati graficamente in Figura 23.

Il limiti fiduciarci al 95% relativi alle varie taglie medie risultano molto contenuti, con valori di molto inferiori al mm, a testimonianza della buona approssimazione raggiunta dal processo di elaborazione.

Da osservare che nella fase iniziale, fino al luglio 2010, i valori di taglia media riscontrati nei due strati corrispondenti ai 5 m di profondità risultano sensibilmente più elevati di quelli posti a -3 m.

Tabella 43 – Accrescimento (mm/gg), taglia media (mm) e rispettivi limiti fiduciarci 95% della coorte principale individuata tramite NORMSEP

Data	E3C			I3C			E5C			I5C		
	mm/gg	mm	Lim.	mm/gg	mm	Lim.	mm/gg	mm	Lim.	mm/gg	mm	Lim.
13/11/09		5,3	0,04		5,1	0,03		5,8	0,03		5,8	0,02
13/11/09 - 14/01/10	0,0092	5,8	0,06	0,0142	6,0	0,04	0,0142	6,7	0,04	0,0185	7,0	0,02
14/01/10 - 17/03/10	0,0003	5,9	0,23	-0,0058	5,6	0,09	0,0127	7,5	0,54	0,0082	7,5	0,05
17-03-10 - 16/07/10	0,0706	14,4	0,12	0,0675	13,8	0,08	0,0638	15,2	0,11	0,0611	14,9	0,06
16/07/10 - 30/09/10	0,0600	19,0	0,18	0,0599	18,3	0,07	0,0593	19,7	0,21	0,0508	18,7	0,06
30/09/10 - 15/01/11	0,0237	21,5	0,19	0,0221	20,7	0,08	0,0178	21,6	0,26	0,0001	20,8	0,07
15-01/11 - 25/03/11	0,0000	21,5	0,57	0,0151	21,7	0,11	0,0000	21,5	0,27	0,0016	20,9	0,09

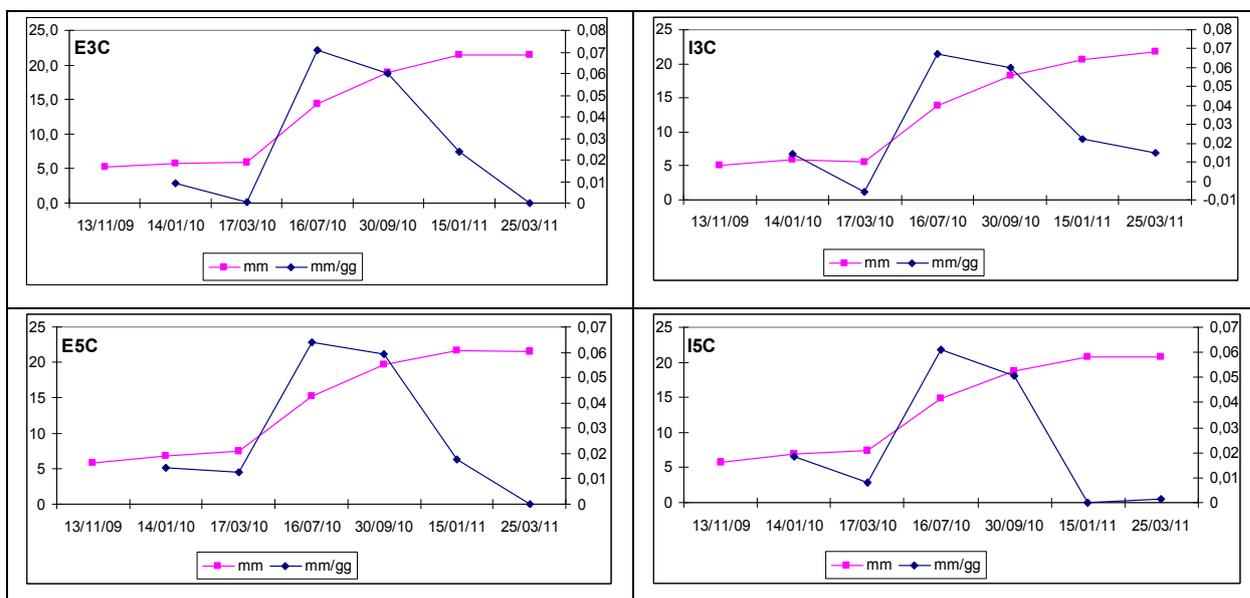


Figura 23 – Rappresentazione grafica dell'accrescimento (mm/gg) e della taglia media della coorte principale individuata tramite NORMSEP

2.6.2 Mortalità

In Tabella 44, sono riportati gli indici di mortalità ottenuti con le routine contenute in LFDA e FISAT II. Il valore corrispondente a Z/K è stato ottenuto attraverso il metodo di *Powell-Wetherall*, da cui è stato

ricavato Z' dividendo tale valore per K , a sua volta ricavato attraverso, rispettivamente, le routine PROJMAT e ELEFAN I. Nell'utilizzo del metodo di *Powell-Wetherall* si è considerato come taglia di pieno reclutamento da parte della pesca (valore di cut-off) la misura di 24,5 mm. Il valore di F deriva applicando la formula $F=Z-M$.

Tabella 44 – Indici di mortalità totale (Z), naturale (M) e da pesca (F) ottenuti tramite LFDA e FISAT II con percentuale di sopravvivenza a un anno dal reclutamento alla pesca (PS1)

LFDA					
Stazioni	Z/K	Z	M	F	PS1
I3C	2,51	1,46	1,24	0,21	23%
E3C	2,38	1,40	1,27	0,14	25%
I5C	4,69	2,91	1,25	1,66	5%
E5C	5,24	3,77	1,29	2,48	2%
FISAT II					
Stazioni	Z/K	Z	M	F	PS1
I3C	2,74	1,50	1,24	0,26	22%
E3C	3,26	1,96	1,30	0,66	14%
I5C	5,42	3,25	1,28	1,97	4%
E5C	4,15	2,57	1,27	1,30	8%

Dall'analisi della Tabella 44, si nota che, ad eccezione dello strato E5C, i valori di Z ricavati con FISAT II risultano superiori a quelli derivati da LFDA. In generale i valori di mortalità (Z) inferiori sono quelli relativi alle stazioni poste a 3 m di profondità e ciò è dovuto soprattutto ai valori contenuti della mortalità da pesca, mentre la mortalità naturale (M) appare abbastanza omogenea.

Per tutti gli strati i valori individuati appaiono comunque piuttosto elevati, sia per quanto riguarda il tasso di mortalità complessiva, sia naturale, tali da determinare la scomparsa della coorte nell'arco di neppure due anni dal reclutamento alla pesca, così come evidenziato dalla percentuale di sopravvivenza (PS1) (Sparre e Vemena,1998).

2.6.3 Reclutamento

Per quanto riguarda i periodi di reclutamento l'analisi delle distribuzioni di taglia effettuato tramite FISAT II ha evidenziato due periodi principali, che risultano abbastanza ravvicinati ad esclusione dello strato I5C.

Come si evince dalla Tabella 45 e dalla Figura 24 e Figura 25, il maggiore reclutamento avviene orientativamente nel periodo maggio/giugno, con eccezione dello strato E5C in cui è previsto un secondo picco per luglio.

Tabella 45 - Mesi in cui avviene il picco di reclutamento nelle differenti stazioni per il periodo considerato

Stazioni	I Periodo	II Periodo
E3C	4,4	5,4
I3C	5,0	5,2
E5C	4,9	5,4
I5C	4,7	6,6

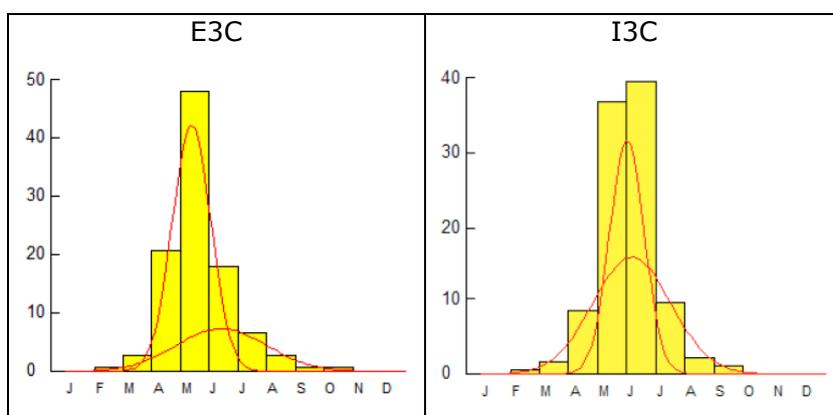


Figura 24 - Schema di reclutamento relativo alle stazioni costiere (-3 m)

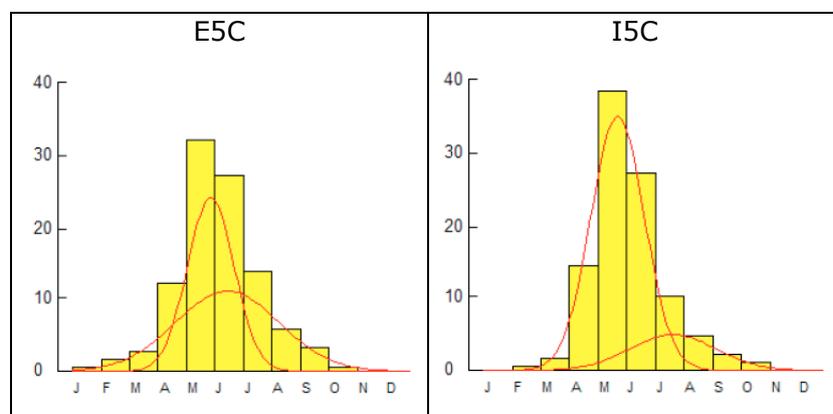


Figura 25 - Schema di reclutamento relativo alle stazioni del largo (-5 m)

2.7 CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA

2.7.1 Analisi microbiologiche

Le indagini microbiologiche condotte in laboratorio, hanno evidenziato buone caratteristiche igieniche delle vongole, in merito ai parametri indagati, come riportato in Tabella 46- Caratterizzazione microbiologica di *C. gallina* (*)Tabella 46

Tabella 46- Caratterizzazione microbiologica di *C. gallina* (*)

DATA	Salmonella spp presenza/assenza in 125 g	<i>Escherichia coli</i> MPN/100 g	Coliformi fecali MPN/100g	Conteggio microorganismi a 30°C
11/06/09	assente	20	20	2050
13/11/09	assente	20	20	2550
15/01/10	assente	70	90	5450
17/03/10	assente	70	90	4600
16/07/10	assente	20	20	2150
30/09/10	assente	170	210	3400
17/01/11	assente	20	20	3000
25/03/11	assente	20	70	2650

(*): per ogni campione indicato sono state condotte due ripetizioni; i risultati riportati sono, pertanto, la media delle due ripetizioni. Il coefficiente di variabilità era inferiore al 5%. Tale coefficiente è inteso come rapporto percentuale tra la deviazione standard (SE) ed il valore medio (μ).

2.7.1.1 *Escherichia coli* e coliformi fecali

Nei campioni analizzati il valore di *Escherichia coli* e dei coliformi fecali rilevato era molto contenuto, ampiamente entro il livello di riferimento indicato dalla normativa vigente per i molluschi, pari per *E. coli* a 230 MPN/100g di prodotto. Tali risultati depongono a favore della qualità microbiologica delle acque di pesca dei molluschi in oggetto, considerando che *Escherichia coli* è utilizzato come indicatore di contaminazione fecale delle acque.

Tali caratteri microbiologici appaiono parzialmente influenzati dalla stagionalità: così come rilevato in precedenti studi condotti su vongole veraci dell'area adriatica (Giulini et al., 2006) in cui il periodo autunno-invernale, probabilmente a causa di una maggiore piovosità e apporto di contaminanti fluviali, vedeva un aumento nel contenuto di questi indicatori di contaminazione fecale.

2.7.1.2 *Microorganismi patogeni: Salmonella*

Nei campioni analizzati si è registrata l'assenza dei microrganismi patogeni appartenenti alla famiglia *Salmonella spp*, in tutti i mesi oggetto del campionamento. La ricerca di *Salmonella* è stata effettuata in quanto la sua assenza su 5 aliquote da 25 g (125 g) viene richiesta dal Reg. CE 2073/2005 per la categoria "Molluschi bivalvi vivi ed echinodermi, tunicati e gasteropodi vivi".

2.7.1.3 Conteggio microrganismi totali a 30°C

I valori delle cariche batteriche totali mesofile, in tutti i periodi considerati, si sono attestate tra i $2 \cdot 10^3$ e i $6 \cdot 10^3$ UFC/g. Tali risultati sono in linea con dati bibliografici (Colwell R.R., Liston J., 1960), che indicano che al momento della cattura la carica batterica può attestarsi a concentrazioni di 10^3 - 10^5 UFC/g, generalmente una o due unità logaritmiche più elevate rispetto a quella dell'acqua in cui vengono pescati.

Sulla base dei dati collezionati non è possibile cogliere un andamento significativo di questo parametro in rapporto al periodo di pesca.

2.7.2 *Analisi merceologiche*

I risultati relativi alla caratterizzazione delle vongole, in termini di resa in carne, sono riassunti in Tabella 47 e riportati in forma grafica in Figura 26.

Tabella 47- Caratterizzazione della resa in carne cotta/cruda per *C. gallina* (*)

DATA	Resa in Carne % (cotto)	Resa in Carne % (Crudo)
11/06/09	11,8%	15,1%
13/11/09	13,9%	17,5%
15/01/10	12,4%	15,6%
17/03/10	12,5%	17,8%
16/07/10	11,0%	15,7%
30/09/10	10,0%	15,1%
17/01/11	11,1%	15,2%
25/03/11	11,4%	16,2%

(*) I dati riportati sono riferiti alla media di due ripetizioni. Il coefficiente di variabilità era inferiore al 5%. Tale coefficiente è inteso come rapporto percentuale tra la deviazione standard (SE) ed il valore medio (μ).

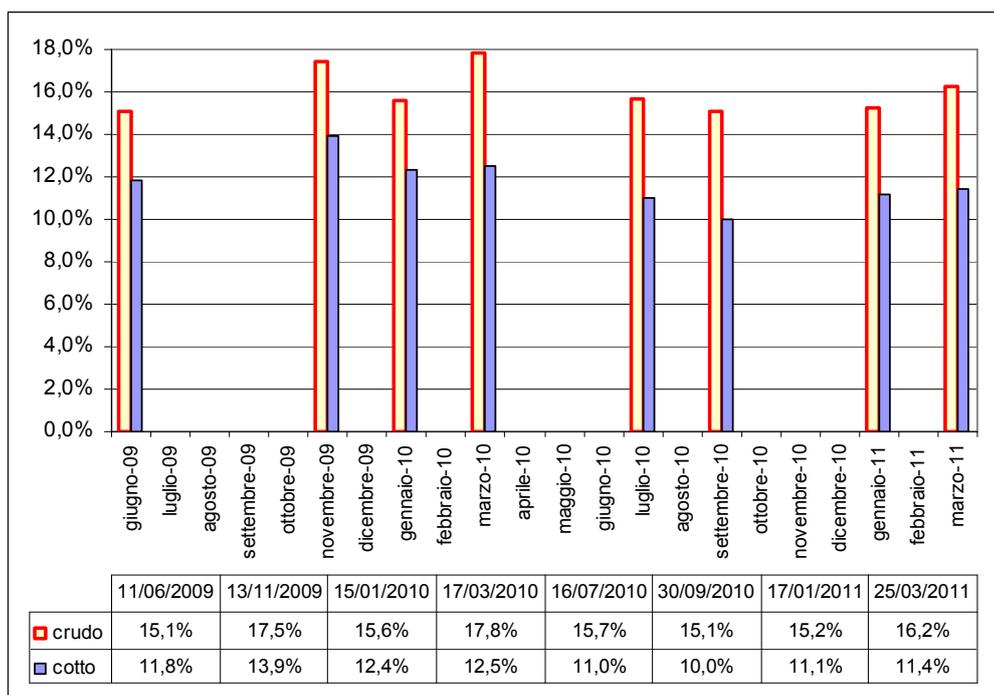


Figura 26 - Grafico relativo alle variazioni della resa in carne su prodotto cotto e crudo per *C. gallina* nel periodo in esame.

Come evidenziabile in Tabella 47 e in Figura 26, la resa alimentare delle vongole mostra le migliori performance in Novembre (17,5% di resa sul crudo e 13,9 sul cotto) ed in Marzo (17,8% di resa sul crudo e 12,5% sul cotto nel Marzo 2010 e 16,2% di resa sul crudo e 11,4% sul cotto nel Marzo 2011), probabilmente in relazione alle diverse fasi del ciclo riproduttivo dei molluschi. Dai risultati relativi a tutto il periodo considerato si ottiene un valore medio di resa in carne pari a $16,0 \pm 1,0\%$ sul crudo e $11,8 \pm 1,1\%$ sul cotto.

2.7.3 Analisi chimico-nutrizionali

I risultati relativi alla caratterizzazione delle vongole, in termini di profilo nutrizionale centesimale, sono riassunti nella seguente Tabella 48.

Tabella 48 - Caratterizzazione nutrizionale di *C. gallina* (*)

SUL CAMPIONE TAL QUALE	U.M.	11/06/09	30/09/10	17/01/11	25/03/11
UMIDITA'	g/100 g	85,17	83,78	85,39	86,54
PROTEINE	g/100 g (N x 6,25)	10,8	11,9	9,65	9,75
GRASSI	g/100 g	0,52	0,65	0,54	0,40
CENERI	g/100 g	2,61	2,79	2,34	2,40

SUL CAMPIONE TAL QUALE	U.M.	11/06/09	30/09/10	17/01/11	25/03/11
CARBOIDRATI	g/100 g	0,82	0,81	2,08	0,91
VALORE ENERGETICO	kcal/100 g	51	57	52	46
VALORE ENERGETICO	kJ/100 g	218	241	219	196
COLESTEROLO	mg/kg	277	424	319	336
VITAMINA A	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CALCIO	mg/kg	1960	1120	1310	1080
FERRO	mg/kg	80	34,2	58	52
FOSFORO	mg/kg (P ₂ O ₅)	2560	1200	1420	1120
IODIO TOTALE	mg/kg	0,70	1,010	0,796	0,850
SELENIO	mg/kg	0,55	0,040	0,091	0,59
SULLA FRAZIONE LIPIDICA					
COMPOSIZIONE ACIDICA					
Acido miristico (C 14:0)	%	4,78	5,290	6,42	6,03
Acido miristoleico (C 14:1)	%	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acido pentadecanoico (C 15:0)	%	0,53	1,16	0,61	0,63
Acido pentadecenoico (C 15:1)	%	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acido palmitico (C 16:0)	%	22,51	21,24	24,53	26,5
Acido palmitoleico (C 16:1)	%	4,86	5,64	8,54	20,9
Acido eptadecanoico (C 17:0)	%	2,05	1,41	n.r.	1,79
Acido eptadecenoico (C 17:1)	%	0,63	n.r.	n.r.	0,52
Acido stearico (C 18:0)	%	6,31	8,06	6,74	5,38
Acido oleico (C 18:1)	%	13,21	7,63	9,16	7,88
Acido linoleico (C 18:2)	%	3,17	1,91	1,46	1,37
Acido linolenico (C 18:3)	%	2,42	1,29	0,72	0,47
Acido arachico (C 20:0)	%	0,30	n.r.	0,09	n.r.
Acido eicosenoico (C 20:1)	%	3,61	6,88	3,25	1,29
Acido beenico (C 22:0)	%	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acido erucico (C 22:1)	%	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acido lignocerico (C 24:0)	%	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Acidi grassi poliinsaturi maggiori di C 20	%	35,6	39,5	38,5	27,1
Acidi grassi saturi	%	36,49	37,16	38,39	40,3
Acidi grassi monoinsaturi	%	22,32	20,15	20,95	30,6
Acidi grassi polinsaturi	%	41,19	42,70	40,68	28,9

(*) I dati riportati sono riferiti alla media di due ripetizioni. Il coefficiente di variabilità era inferiore al 5%. Tale coefficiente è inteso come rapporto percentuale tra la deviazione standard (SE) ed il valore medio (μ).

2.7.3.1 Contenuto in proteine

L'analisi condotta ha fornito, per i campioni di vongole, valori medi del 10,52%, con valori minimi del 9,65% in inverno e valori massimi del 11,90% a fine Settembre; in linea con i dati sulla composizione nutrizionale delle vongole dell'Adriatico (Orban et al. 2007), che evidenziano contenuti medi in proteine variabili tra l'8% e il 11%. Rispetto alle variazioni stagionali, non si evidenziano grosse variabilità legate alla stagionalità, con contenuti leggermente superiori nei mesi

estivi; andamenti simili erano stati rilevati in studi effettuati sul mollusco bivalve *A. inaequalvis* (Prioli et al., 2008), che evidenziavano incremento nei contenuti proteici nei mesi primaverili.

2.7.3.2 Contenuto in lipidi

L'analisi condotta sul contenuto in lipidi per i campioni di vongole, ha fornito valori medi del 0,53%, con valori minimi di 0,40% in primavera (23 marzo 2011) e valori massimi di 0,65% in autunno (30 settembre 2010), questa lieve variabilità stagionale è correlabile con le fasi del ciclo riproduttivo degli animali e con le risorse alimentari a loro disposizione; confrontando tali dati con quelli relativi alla composizione nutrizionale delle vongole indicati in bibliografia (Orban et al. 2007), che evidenziano contenuti variabili tra lo 0,7% ed l'1,6%, i quantitativi trovati nel presente lavoro risultano lievemente inferiori .

Caratterizzazione della frazione lipidica

L'andamento stagionale nella composizione acidica delle vongole: risulta piuttosto stabile nelle quattro date campionate, ad eccezione del campionamento primaverile (23 marzo 2011) dove la frazione satura e monoinsatura aumentano a discapito della frazione polinsatura e con un elevata incidenza dell'ac. Palmitoleico (C16:1). Tale dato sarebbe da approfondire, considerando che generalmente si riscontra, nelle specie ittiche, un andamento opposto, con quantitativi di acidi polinsaturi superiori nel periodo invernale, collegabile ad un adattamento delle membrane funzionali alle basse temperature, in quanto gli acidi grassi polinsaturi presentano un punto di fusione più basso, legato alla presenza dei doppi legami.

In particolare, in precedenti studi condotti sui mitili, si evidenziò come nei mesi estivi aumentasse la percentuale di acidi grassi saturi, ed in particolare aumentassero considerevolmente, rispetto agli altri periodi monitorati, i quantitativi in acido miristico (C14:0), in acido palmitico (C16:0) ed in acido stearico (C20:0), mentre la stagione

primaverile appariva come la migliore in termini di contenuto in acidi grassi essenziali Omega-3 ed Omega-6, elementi importanti nel caratterizzare la qualità nutrizionale dei prodotti ittici. (Zlatanov et al., 2008).

Per quanto riguarda il singolo profilo in termini di composizione in acidi grassi, quello più rappresentato in termini quantitativi risulta l'acido palmitico (C16:0) tra quelli saturi. Questo acido grasso è generalmente presente in quantità elevate nei prodotti ittici, in quanto rappresenta una "chiave metabolica" nella sintesi degli altri acidi grassi.

Tra i monoinsaturi i più rappresentati risultano l'acido palmitoleico (C16:1) e l'acido oleico (C18:1), e gli acidi linoleico (C18:2) e linolenico (C18:3) tra i polinsaturi a corta catena, con numero di atomi di carbonio inferiore o uguale a venti.

Va sottolineata l'importanza del contenuto in acidi grassi essenziali, cioè non sintetizzabili dal corpo umano: l'acido linolenico (Omega-3) e l'acido linoleico (Omega-6). Gli Omega-3, tra i vari alimenti, sono peculiari dei prodotti ittici, mentre gli Omega-6 sono maggiormente reperibili nei vari gruppi alimentari, contenuti soprattutto negli oli vegetali ma anche in cibi proteici, nelle verdure e nei cereali.

2.7.3.3 Contenuto in carboidrati

L'analisi condotta sul contenuto in carboidrati per i campioni di vongole, ha fornito valori medi del 1,15%, con valori minimi di 0,81% in autunno (30 settembre 2010) e valori massimi di 2,08% in inverno (17 gennaio 2011); l'andamento stagionale del contenuto in carboidrati ottenuti dal presente studio appare sostanzialmente in linea con quello relativo al glicogeno delle vongole dell'Adriatico descritto da Orban et al. 2007, coincidente con la forte richiesta energetica necessaria per la gametogenesi.

2.7.3.4 Contenuto in umidità

Nei campioni la percentuale media in acqua è pari all'85,22%; il valore minimo si evidenzia in autunno con l'83,73 % (30 settembre 2010), mentre i valori massimi (86,54%) in primavera (23 marzo 2011). I valori ottenuti sono sostanzialmente in linea con quanto rilevato in precedenti studi su vongole dell'Adriatico da Orban ed al. (2007), mentre l'andamento si discosta in quanto nello stesso si rilevarono valori massimi nel contenuto in acqua nei mesi estivi e minimi nei mesi invernali.

2.7.3.5 Contenuto in ceneri

Il contenuto in ceneri ha valori medi del 2,53%, con massimo di 2,79% in autunno (30 settembre 2010) e minimo di 2,34% in inverno (17 gennaio 2011); tali valori sono in linea con i contenuti medi del 2%-2,5% indicati in bibliografia (INRAN, 2007) e rilevati in precedenti studi (Giulini et al, 2006).

2.7.3.6 Contenuto in calcio

Il calcio, necessario per l'uomo allo sviluppo delle ossa e al mantenimento della loro integrità, alla regolazione dell'eccitabilità delle cellule nervose ed alla contrazione muscolare, è risultato, nelle vongole, mediamente pari a 1.367,50 mg/Kg di prodotto, con valori massimi in estate (1.960,00 mg/Kg) e minimi in primavera (1.080,00 mg/Kg). Tali valori sono in linea con quelli di altri molluschi notoriamente ricchi in sali minerali, quali mitili (medie di 880,00 mg/Kg) ed ostriche (medie di 1.860,00 mg/Kg). A titolo esemplificativo si ricorda che il latte, "famoso" per la ricchezza in calcio, presenta contenuti medi di 1.200,00 mg/Kg di calcio. I livelli riscontrati sono superiori a quelli di prodotti ittici di consumo comune quali, ad esempio, tonno (70,00 mg/Kg), merluzzo (250,00 mg/Kg) e orata (300,00 mg/Kg). (INRAN, 2007).

2.7.3.7 Contenuto in fosforo

Il fosforo, che per l'uomo insieme al calcio è un importante costituente di ossa e denti e svolge un ruolo importante nel metabolismo energetico delle cellule, è risultato, nelle vongole, mediamente pari a 1.575,00 mg/Kg di prodotto, con valori massimi in estate (2.560,00 mg/Kg) e minimi in primavera (1.080,00 mg/Kg). Tali valori sono inferiori a quelli di altri molluschi quali mitili (2.360,00 mg/Kg) ed ostriche (2.670,00 mg/Kg) ed altri prodotti ittici in generale; va però sottolineata sia la sua diffusione in tutti gli alimenti, che difficilmente crea problematiche relative a carenze di fosforo, sia l'importanza di equilibrio nell'assunzione di calcio e fosforo: alimenti troppo ricchi di fosforo rispetto al contenuto in calcio determinano problematiche nell'assimilazione di quest'ultimo, mentre il rapporto esistente nelle vongole si può considerare favorevole per l'assimilazione di entrambi i macroelementi.

2.7.3.8 Contenuto in ferro

Il ferro, necessario per l'uomo alla sintesi dell'emoglobina, pigmento del sangue che trasporta l'ossigeno ai tessuti, è risultato mediamente pari a 56,05 mg/Kg di prodotto, con valori massimi in estate (80,00 mg/Kg) e minimi in autunno (34,20 mg/Kg). Tali valori sono in linea con altri molluschi bivalvi ricchi in ferro, quali ostriche e mitili, che presentano valori medi di 60,00 e 58,00 mg/Kg di polpa rispettivamente; va sottolineato come questi valori siano superiori a quelli di un alimento considerato un'ottima fonte di ferro, quale la carne: 1Kg di carne di bovino (filetto) e di cavallo mostrano rispettivamente valori di 19 e 39 mg di questo elemento.

2.7.3.9 Contenuto in selenio

Il selenio, che nell'uomo combatte i radicali liberi e partecipa alla formazione degli ormoni tiroidei, è un microelemento molto importante a livello nutrizionale. Le principali fonti di selenio sono sia i cereali (valori medi di 0,70 mg/Kg di selenio nella farina di frumento), che gli alimenti di origine animale. Nelle carni e nei pesci i quantitativi medi sono di 0,5- 0,8 mg/Kg.

I LARN (Livello di Assunzione Raccomandata per i Nutrienti) indicano in 50-55 microgrammi/giorno la quantità di selenio che, assunta giornalmente da un uomo di età media, è in grado di soddisfare i fabbisogni. (INRAN, 2007).

Nelle vongole analizzate il valore di selenio era mediamente pari a 0,32 mg/Kg di prodotto, con valori massimi in primavera (0,59 mg/Kg) e minimi in autunno (0,04 mg/Kg). Tali valori sono in linea con quelli di altri molluschi bivalvi: i mitili, ad esempio, ne contengono quantitativi pari a 0,49 mg/Kg, (INRAN, 2007), *Anadara inaequalis* ha quantitativi medi di selenio pari a 0,61 mg/Kg (Prioli et al., 2006), valori piuttosto elevati se confrontati con quelli della maggior parte dei prodotti alimentari.

2.7.3.10 Contenuto in vitamina A

La vitamina A, importante per le funzioni visive, per l'accrescimento cellulare e delle mucose, nelle vongole analizzate è sempre risultata inferiore al limite di quantificazione (LoQ) di 0,05 mg/Kg.

2.7.3.11 Contenuto in Iodio

Lo iodio è un elemento chimico presente nel corpo umano nella quantità complessiva di circa 15-20 milligrammi, la cui importanza è talvolta sottovalutata. Questo micronutriente è localizzato in particolare nella tiroide, una ghiandola che contiene circa l'80 % dello iodio

complessivo del nostro organismo. La funzione di questo elemento è principalmente la regolazione della termogenesi, ma interviene inoltre nel metabolismo dei carboidrati, delle proteine e dei lipidi, contribuendo inoltre alla fissazione del calcio alle ossa dello scheletro.

Nelle vongole analizzate il valore di iodio era mediamente pari a 0,84 mg/Kg di prodotto, con valori massimi in autunno (1,01 mg/Kg) e minimi in estate (0,70 mg/Kg). Visto che l'assunzione dello iodio avviene tramite l'alimentazione è importante sottolineare che tali valori sono in mediamente superiori a quelli riportati da FAO-WHO (2004) per altri alimenti di origine marina e terrestre.

2.7.3.12 Contenuto in Colesterolo

Nelle vongole analizzate il valore di colesterolo era mediamente pari a 339,00 mg/Kg di prodotto, con valori massimi in autunno (424,00 mg/Kg) e minimi in primavera (277,00 mg/Kg). Tali valori sono in linea con quelli di altri molluschi: *Anadara inaequalis* mostrano valori medi di 559 mg/Kg (Prioli *et al.*, 2006); i mitili hanno valori medi di 313 mg/Kg (Giulini *et al.*, 1998), anch'essi più elevati nei periodi invernali che in quelli estivi. Questi sono valori analoghi a quelli rilevabili in prodotti tradizionalmente poveri in colesterolo, quali il merluzzo, che presenta valori medi di 500 mg/Kg, o la ricotta vaccina, con valori medi di 600 mg/Kg, e limitati se confrontati con quelli di alimenti quali i gamberi, con valori di 1.500 mg/Kg, e pollo, con valori di 900 mg/Kg di colesterolo (INRAN, 2007).

4. DISCUSSIONE

La realizzazione del presente progetto ha consentito di compiere ulteriori passi avanti nella comprensione di alcuni fenomeni legati all'evoluzione di banchi di vongole non sottoposti a pressione di pesca, sebbene alcuni elementi emersi nel corso dell'indagine fanno ritenere

che a fine periodo alcune imbarcazioni abbiano violato il divieto imposto sull'area di studio.

A parte quest'ultimo aspetto occorre rilevare che durante il periodo di indagine non sono stati segnalati fenomeni ambientali: morie, anossie o apporti anomali di acque dolci meteoriche, tali da condizionare negativamente l'evoluzione del banco di vongole. Ciò ha consentito di seguire con sufficiente affidabilità l'evoluzione del banco per gran parte del periodo di indagine.

2.8 EVOLUZIONE DELLE CATTURE

Per quanto riguarda la frazione commerciale è possibile affermare che le stazioni poste sulla batimetrica dei 3 metri hanno presentato valori di biomassa e densità significativamente inferiori a quelle situate alla profondità di 5 m e che, tra queste ultime, quelle interne all'area preclusa alla pesca avevano valori superiori a quelle esterne, ad esclusione dell'ultimo campione, corrispondente al marzo 2011.

Dal punto di vista statistico si è evidenziato che le stazioni poste alla medesima profondità, nel loro complesso, presentavano un comportamento simile, confermato, pur con qualche eccezione, anche dai confronti effettuati tra i valori riscontrati alle varie date di campionamento.

Sempre riguardo la frazione commerciale è interessante osservare l'andamento della taglia media, che, soprattutto negli strati con maggiore profondità, presenta una sensibile riduzione a fine periodo, a partire dal campione del gennaio 2011. Questo è molto probabilmente dovuto all'azione di pesca esercitata sia internamente che esternamente all'area preclusa. Tale dato è confermato anche dai risultati dell'analisi statistica, che, a differenza di quanto avviene per le date precedenti, offre buone probabilità per affermare che, sulla batimetrica dei 5 m, l'area interna ed esterna presentino un'analogia taglia media.

Anche le catture effettuate con il campionario, comprendente la frazione giovanile, presentano un comportamento simile alla frazione commerciale, con i quantitativi maggiori presenti nelle stazioni del largo e con i valori dell'area interna sensibilmente maggiori di quelli presenti all'esterno della zona preclusa alla pesca, ad eccezione dell'ultima data di campionamento. In questo caso però i test statistici confermano, per il complessivo dei valori, una buona affinità tra i due strati a -3 m, mentre risultano significativamente differenti i due posti a -5 m. Nei confronti a coppie tra i valori ottenuti alle varie date di campionamento, viene sostanzialmente confermata l'ipotesi di uguaglianza sia tra le stazioni poste sui 3 m di profondità, sia tra quelle poste a -5 m.

I dati provenienti dal campionario, al secondo prelievo, mostrano in tutti gli strati la presenza di una numerosa componente giovanile, attribuibile ad una unica coorte, che, incrementando gradualmente la propria taglia, rimane ben evidente fino al termine dell'indagine. Tale coorte pare non svilupparsi in maniera analoga nei vari strati, tanto che, a parte una eccezione per parte, il confronto statistico nell'ambito delle due classi di profondità individua sostanziali differenze tra le distribuzioni di taglia alle varie date di campionamento.

2.9 ACCRESCIMENTO, MORTALITÀ, RECLUTAMENTO

La presenza di una coorte bene individuata ha consentito di ricavare parametri di accrescimento, relativi alla curva di Von Bertalanffy, sostanzialmente omogenei tra i vari strati, confermando il forte andamento stagionale dovuto alla stasi invernale, mentre l'accrescimento non sembra per nulla influenzato dalle elevate temperature estive.

Tale comportamento è confermato sia dall'andamento teorico, dovuto all'applicazione della curva, sia dalle osservazioni derivate dalla scomposizione delle distribuzioni di frequenza delle classi di taglia. Purtroppo il periodo di indagine, della durata di circa 18 mesi

complessivi, non ha consentito di seguire la coorte individuata fino al raggiungimento della taglia commerciale, fissata a 25 mm, ma le osservazioni si sono interrotte ad una taglia media individuabile intorno ai 21 mm. Applicando i valori teorici è possibile comunque stimare che la taglia commerciale possa essere raggiunta a circa 20/22 mesi di età.

Anche in questo caso, così come era accaduto per la precedente indagine svolta nella medesima località (Fiori et al., 2008), i valori di accrescimento risultano superiori a quelli a suo tempo riscontrati in bibliografia, sia da Poggiani (1973), che sulla base della lettura di anelli di accrescimento ha individuato per l'Alto Adriatico cinque classi principali: 15,18 mm, 24,44 mm, 29,79 mm, 33,40 mm, 35,25 mm, assegnando rispettivamente 1, 2, 3, 4 e 5 anni di età, sia da Frogliani (1975), che riporta valori di 16-18 mm al primo anno e 25 mm al secondo anno di età, evidenziando anche un arresto della crescita con temperature inferiori a 10 °C, qui confermata.

Per quanto riguarda la mortalità i risultati ottenuti appaiono preoccupanti ma in linea con situazioni in cui i banchi sono sottoposti ad una forte pressione di pesca, come quelle interessate dalla presenza di questi molluschi. In poco più di anno dal raggiungimento delle taglia commerciale la risorsa tende a sparire, mentre in aree meno soggette a sfruttamento, come quelle più vicine a riva, il declino della risorsa è meno rapido.

La problematica della mortalità da pesca in confronto a quella naturale è un aspetto molto importante in questo tipo di attività e l'aver violato il divieto di pesca nella zone preclusa oggetto di osservazione ne ha fortemente compromesso le valutazioni conseguenti, oltre ad aver inficiato parte dello scopo dell'indagine.

2.10 CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA

Dal punto di vista igienico-sanitario le vongole campionate hanno dimostrato un buon grado di salubrità, avendo sempre riscontrato valori entro la norma per tutti i patogeni indagati.

Per quanto riguarda la resa in carne, per prodotto cotto, questa oscilla tra il 10% ed il 14% circa. Nel 2010 la resa maggiore si è ottenuta nel periodo invernale ed è diminuita nel corso dell'anno, purtroppo non è possibile avere riscontro di questo andamento per quanto riguarda il 2009 ed il 2011. Quanto osservato nel 2010 conferma però quanto rilevato in una precedente indagine, effettuata nel 2007 nella medesima area, dove fu studiato anche lo sviluppo gonadico, responsabile in gran parte della resa in carne (Prioli et al., 2008). In quella occasione fu osservato che l'emissione dei gameti è maggiore nel periodo luglio-agosto, mentre nel periodo invernale avviene l'accumulo delle sostanze di riserva in preparazione del periodo riproduttivo. Il basso valore del settembre 2010 potrebbe corrispondere quindi alla fine del ciclo di emissione e relativo svuotamento delle gonadi.

La composizione chimica delle vongole ha presentato una certa variabilità nel tempo sia per quanto riguarda le riserve biochimiche degli animali (proteine, lipidi e glicogeno), le cui fluttuazioni si ripercuotono sulla resa alimentare, che per le caratteristiche qualitative della frazione lipidica. Quest'ultima, si caratterizza per una elevata percentuale di acidi grassi polinsaturi, in particolare EPA e DHA, di estrema importanza nella prevenzione di malattie cardiovascolari.

Dai dati ottenuti si possono trarre indicazioni sulla qualità alimentare dei prodotti esaminati, rivelatasi comunque elevata, ed orientamenti per eventuali ricerche future atte ad approfondire i risultati sinora ottenuti.

5. CONCLUSIONI

La realizzazione della presente indagine ha consentito di fare un ulteriore passo avanti nella conoscenza di alcuni importanti parametri biologici e qualitativi della vongola *Chamelea gallina*.

Nonostante questa sia una delle specie di molluschi bivalvi con una lunga tradizione di pesca e rappresenti un comparto economicamente rilevante dell'intero settore ittico, vi sono ancora una serie di aspetti che, per favorire una maggiore capacità di gestione della risorsa, andrebbero ulteriormente approfonditi.

Seppure l'ultimo periodo di campionamento sia stato presumibilmente inficiato da azioni di pesca anche nella zona di controllo, quanto osservato fino a quel momento ha consentito di trarre utili indicazioni sull'evoluzione di banchi di vongole, sia in termini di densità e biomassa, sia sull'andamento dell'accrescimento degli individui costituenti la popolazione indagata.

Restano comunque da definire con maggiore accuratezza metodi di campionamento che consentano effettuare catture con pari efficienza in tutti i periodi dell'anno, evitando fluttuazioni determinate da condizioni ambientali, quali la consistenza del sedimento o la profondità di infossamento delle vongole in relazione alla temperatura dell'acqua.

Così come assume particolare rilevanza la possibilità di indagare il fenomeno legato alla mortalità, sia naturale che da pesca, in condizioni strettamente controllate, valutando eventuali effetti dell'azione di pesca anche su quella porzione di popolazione giovanile che non ha ancora raggiunto la taglia di reclutamento, indipendentemente dalla raccolta o meno di tale prodotto. Tale valutazione appare particolarmente interessante in quanto potrebbe consentire di sperimentare attrezzature e tecniche di gestione e di pesca che consentano realmente di adottare il minore impatto sulla risorsa, senza intaccare la redditività economica delle imprese.

Viene inoltre confermata la buona qualità della vongola dell'Emilia-Romagna, sia dal punto di vista microbiologico, sia organolettico, con quest'ultimo aspetto influenzato dal ciclo biologico e dalle condizioni ambientali. Il periodo tardo autunnale ed invernale si conferma quello con la maggiore resa alimentare, caratterizzato anche da una maggior presenza di carboidrati, che conferiscono più gusto a questo mollusco.

I dati raccolti sui principali parametri merceologici permettono inoltre di definire un profilo utile a favorire la diffusione e la conoscenza di questo prodotto, consentendo anche eventuali confronti con altre zone di produzione, nazionali ed estere.

6. BIBLIOGRAFIA

Corni M. G., Cattani O., Mancini L., Sansoni G. (1980). Aspetti del ciclo biologico di *Venus gallina* L. in relazione alla tutela degli stocks esistenti. Pubbl. Consorzio Cent. Univ. Studi Ric. Risorse Biol. Mar.: Cesenatico 1-12.

Elliot J.M. (1977) – Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. 2nd Edition. Scientific publication of Freshwater Biological Association, n. 25, 156 p.

FAO/WHO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Second edition. (2004). Disponibile all'indirizzo:
<http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241546123.pdf>

Fiori F., Maffei M., Matarazzo D., Prioli G. (2008). Azioni di salvaguardia della risorsa *Chamelea gallina* finalizzate alla definizione di strategie di gestione per la qualificazione della produzione. (Emilia – Romagna, Legge Regionale 3/79).

Froggia C. (1975). Osservazioni sull'accrescimento di *Chamelea gallina* (L.) ed *Ensis minor* (Chenu) nel medio Adriatico. Quad. Lab. Tecnol. Pesca. 2:37-48

Gayanilo F.C., Pauly D. (1997). FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT). Reference Manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N. 8. Rome, FAO, 262 p.

Gayanilo F.C., Sparre P., Pauly D. (2005). FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N. 8. Revised version. Rome, FAO, 168 p.

Kirkwood, G. P., Aukland, R., and Zara, S.J. (2001). Length Frequency Distribution Analysis (LFDA) Version 5. MRAG Ltd, London, UK.

Orban E., Di Lena G., Navigato T., Casini I., Caproni R., Santaroni G., Giulini G. (2007). Nutritional and commercial quality of the striped venus clam *Chamelea gallina* from the Adriatic Sea. Food Chem.101 1063-1070.

Poggiani L., Piccinetti C. (1973). Osservazioni sulla biologia dei molluschi bivalvi *Venus gallina* L. e *Tapes aureus* Gmelin nell'Alto Adriatico. Note del Lab. Di Biologia Marina e Pesca di Fano – Vol. IV(8): 189-212.

Sparre P., Venema S.C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. N° 306, Rev. 2. Roma, FAO. 407 p.