

**PO FEAMP - ITALIA 2014/2020
REGIONE PUGLIA
MIS. 2.47 - INNOVAZIONE**

ATS

**A.GE.I. soc. coop.
Bioservice soc. coop.**

**HYDRA soc. coop.
Jolly Pesca OP soc. coop.**

RELAZIONE FINALE DEL PROGETTO

**Prove di allevamento del polpo e dell'ostrica piatta associate ad un
impianto di mitilicoltura off shore (OCTOS)**

Codice progetto 0005/INA/17



IL PRESIDENTE
Massimo Rampacchi
**A. G. E. I.
Coop.**
Soc. Coop. AGRICOLTURA e GESTIONE ITTICA
- ROMA -

Indice

1	Introduzione	4
2	Obiettivi del progetto pilota	5
3	Biologia del polpo (<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797).....	6
4	Materiali e metodi	8
4.1	Caratteristiche dell'area marina.....	8
4.2	Descrizione dell'impianto della Jolly Pesca OP soc. coop.	9
4.3	Descrizione del sistema di allevamento sperimentale	10
4.3.1	Caratteristiche del sistema di allevamento.....	10
4.3.2	Caratteristiche costruttive delle tane.....	11
4.3.3	Ormeggio delle tane	12
4.4	Monitoraggio delle tane.....	13
4.5	Marchatura del polpo.....	14
4.6	Raccolta di dati chimico-fisici delle acque.....	18
4.7	Raccolta di dati tecnico-economici	18
5	Risultati	20
5.1	Parametri chimico-fisici delle acque	20
5.2	Monitoraggio delle tane.....	21
5.3	Costi per la gestione del sistema.....	26
5.3.1	Costi per la realizzazione delle tane	26
5.4	Stima delle rese produttive	28
6	Discussione dei risultati	29
6.1	Validità del sistema adottato per l'allevamento del polpo	29
6.2	Verifica della stanzialità dei polpi.....	30
6.3	Stima dei costi-ricavi	30
7	Effetti sull'ambiente	32
8	Considerazioni conclusive.....	33
	Bibliografia.....	35
	Allegato 1 – Numero e peso (g.) dei polpi rilevati nel corso del progetto	37

Indice delle figure

Figura 1 – Il polpo.....	6
Figura 2 – Pesca del polpo con le anfore di terracotta	7
Fig. 3 – Ubicazione dell’impianto di mitilicoltura della Jolly Pesca OP soc. coop.	10
Figura 4 – Fasi di preparazione delle tane	12
Figura 5 – Schema del sistema su fondale.....	13
Figura 6 – Ossimetro portatile utilizzato per il rilevamento dei parametri delle acque	14
Figura 7 – Fasi di verifica della colonizzazione delle tane, rilevamento del peso e rilascio dei polpi.....	15
Figura 8 – Differenti modelli di etichette (fonte Fuentes et al., 2006).....	17
Figura 9 – Sistema di etichettatura utilizzato nel corso del progetto	17
Figura 10 – Fasi di etichettatura e rilascio dei polpi.....	18
Figura 11 – Istogramma dei polpi marcati e ricatture rilevate nel corso del progetto	22
Figura 12 – Istogramma mensile dei polpi marcati per rilevamento e ricatture rilevate nel corso del monitoraggio successivo	23
Figura 13 - Composizione percentuale delle classi di taglia (kg) dei polpi rilevati nel corso del progetto.....	23
Figura 14 – Ordinamento degli individui di polpo rilevati nel corso del monitoraggio (n. individui sulle ascisse, peso espresso in grammi sulle ordinate).....	25
Figura 15 – Tana con uova e femmina di polpo	26

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Fasi di realizzazione e caratteristiche delle tane	11
Tabella 2 – Elenco di differenti sistemi di marcatura.....	16
Tabella 4 – Principali statistiche descrittive per temperatura (T °C), salinità (PSU), saturazione di ossigeno (O ₂ %), misurati da aprile 2020 a dicembre 2020.	20
Tabella 5 – T°C medie giornaliere Vieste e T°C medie rilevate in impianto tra 0 e – 6 m.....	21
Tabella 6 – Catture e ricatture dei polpi rilevate nel corso del progetto.....	21
Tabella 7 – Distribuzione (%) mensile delle diverse classi di taglia dei polpi rilevati.....	24
Tabella 8 – Tempi rilevati per la realizzazione di 100 tane	27
Tabella 9 – Costo medio delle materie prime utilizzate per realizzare le tane	27
Tabella 10 – Costo stimato delle materie prime utilizzate per il calamento costituito da 200 tane.....	28
Tabella 11 – Costi di investimento per la realizzazione di un sistema di allevamento, composto da 400 tane e delle attrezzature per il loro salpamento, esclusi i costi del personale.....	31

1 Introduzione

La linea d'indagine condotta dalla A.G.E.I. soc. coop. ha avuto lo scopo di valutare l'affidabilità tecnica ed economica di una tecnologia riguardante lo sviluppo di nuovi modelli integrati di acquacoltura, in particolare il progetto ha contribuito a verificare la possibilità di avviare sistemi di allevamento del polpo associati ad impianti di molluschicoltura offshore. La policoltura marina oggi sta riscuotendo un nuovo interesse dovuto principalmente alla prospettiva di poter meglio utilizzare gli alimenti e produrre in un unico ambiente più specie sfruttando al meglio la risorsa trofica. Il progetto si pone l'obiettivo di diversificare la produzione della mitilicoltura offshore integrando le produzioni di mitili con 2 specie marine di elevato pregio economico, ma soprattutto di elevata compatibilità ambientale, il polpo e l'ostrica piatta.

Il potenziale per l'acquacoltura del polpo, *Octopus vulgaris*, è uno dei traguardi perseguiti da molti allevatori europei, per le qualità delle sue carni apprezzate dal mercato. Il breve ciclo di vita di 12-18 mesi, la rapida crescita fino al 13% del peso corporeo al giorno e tassi di conversione degli alimenti di 15-43% sono le caratteristiche che hanno suscitato l'interesse per l'allevamento di *O. vulgaris* (Mangold e Boletzky, 1973; Navarro e Villanueva, 2003). Queste caratteristiche fanno ritenere il polpo tra le specie candidate per l'acquacoltura e molti autori ritengono che ciò potrà avvenire nei prossimi anni. Tale interesse ha condotto a svolgere varie esperienze, di cui la maggior parte indirizzate alla riproduzione ed all'allevamento larvale e post-larvale, che rappresenta uno dei punti critici da superare per il decollo di attività produttive su scala industriale. Le ricerche condotte hanno evidenziato progressi in termini di età assoluta delle paralarve e delle percentuali di sopravvivenza nelle varie classi di età, tuttavia il problema dell'ottenimento di materiale idoneo ad avviare cicli produttivi resta ancora irrisolto.

Dal punto di vista industriale il polpo presenta grandi potenzialità, in cattività può raggiungere una dimensione commerciale di 2,5-3 kg (a partire da individui di 750 g), in 3 o 4 mesi, con la mortalità non superiore al 10-15% (Iglesias *et al.*, 2000).

Alcune esperienze compiute dall'Università degli Studi di Santiago de Compostela, inoltre, hanno evidenziato ottimi tassi di accrescimento di 0,3-0,8 kg/mese e bassa mortalità (5,7%), distribuendo alimenti di basso valore commerciale (sardine congelate, melù, boghe, sgombri e mitili).

La taglia massima consigliata per la vendita è di 3 kg per i maschi e 2,5 kg per le femmine, oltre queste taglie si osserva un tasso di mortalità crescente.

Come è avvenuto per tutte le nuove specie anche per le produzioni del polpo le prime esperienze sono basate sulla cattura di giovanili in natura finché non sarà possibile disporre di giovanili ottenuti con cicli di riproduzione artificiale in cattività.

Le abitudini della specie e la naturale tendenza alla stanzialità sono state alla base del progetto proposto, che ha avuto lo scopo di verificare la possibilità di avviare interventi di diversificazione produttiva in aree marine utilizzate nella molluschicoltura, attraverso il posizionamento di strutture artificiali sommerse destinate all'allevamento del polpo.

2 Obiettivi del progetto pilota

L'obiettivo della linea d'indagine è stato quello di sperimentare l'allevamento del polpo in associazione con strutture di mitilicoltura offshore. Ciò al fine di perseguire un duplice obiettivo:

- la diversificazione produttiva;
- la produzione di una specie con una forte richiesta di mercato, in particolare nel contesto regionale pugliese dove opera l'impianto di mitilicoltura della Jolly Pesca OP soc. coop.,

ciò al fine di massimizzare gli investimenti in strutture e mezzi già realizzati dall'azienda con contenuti costi aggiuntivi.

Gli obiettivi specifici perseguiti dal progetto possono essere riassunti come segue:

1. sperimentare supporti artificiali sommersi (tane), realizzati con materiali economici, in grado di attirare i giovani polpi selvatici nell'area interessata dalla coltivazione dei mitili;
2. raccogliere dati sulla presenza dei polpi nelle tane ubicate al di sotto dei filari;
3. verificare la stanzialità dei soggetti nell'impianto attraverso prove di cattura-marcatatura-ricattura;
4. raccogliere dati utili per valutazioni tecnico-economiche.

L'AGEI in collaborazione con il personale della Jolly Pesca si è occupata in particolare delle fasi di predisposizione e della raccolta dei dati utili a valutare l'efficacia del sistema adottato. Le attività di monitoraggio in particolare hanno previsto di effettuare indagini sugli aspetti seguenti:

- presenza di individui nelle tane,
- raccolta di dati sulla biomassa totale presente,
- raccolta di dati biometrici (peso degli individui),
- marcatatura e rilascio di giovani polpi,
- verifica sulla ricattura di polpi marcati,
- allontanamento dall'impianto degli individui al di sopra della taglia dei 2000 g, attraverso il rilascio in aree marine distanti oltre le 2 miglia dall'impianto,
- analisi dei dati sulla colonizzazione delle tane e di dati tecnico-economici riguardanti i costi di realizzazione delle tane e delle relative rese produttive.

3 **Biologia del polpo (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)**

Habitat e Biologia

È un mollusco cefalopode molto diffuso nei bassi fondali, non oltre i 200 metri. Preferisce i substrati rocciosi, perché ricchi di nascondigli, fessure e piccole caverne in cui nascondersi: l'assenza di endo ed esoscheletro gli permette di prendere qualsiasi forma, e di passare attraverso cunicoli molto stretti.

Caratteristica principale è la presenza di una doppia fila di ventose su ognuno degli otto tentacoli. Al centro degli otto tentacoli, sulla parte inferiore dell'animale, si trova la bocca che termina con un becco corneo utilizzato per rompere gusci di conchiglie e il carapace dei crostacei dei quali si nutre. Il manto è lungo 8-25 cm, i tentacoli invece sono lunghi in media 40-100 cm, il peso varia da 500 grammi fino a 7-8 kg degli esemplari più grandi. In genere i maschi sono più grandi delle femmine. L'aspettativa di vita massima è di 6-7 anni.

Può spostarsi sul fondo aiutandosi con i tentacoli, mentre il nuoto avviene espellendo con forza l'acqua attraverso il sifone, che viene utilizzato anche per l'emissione dell'inchiostro nero usato in funzione difensiva per confondere possibili predatori.



Figura 1 – Il polpo

La sua distribuzione nell'areale mostra migrazioni stagionali, generalmente sverna in acque più profonde da quelle colonizzate durante l'estate. Nel Mediterraneo occidentale, individui maturi o prossimi alla maturazione migrano in acque costiere in primavera, seguiti più tardi da individui più piccoli immaturi. Questi due gruppi tornano in acque più profonde rispettivamente tra agosto/settembre e tra novembre/dicembre.

Distribuzione

Presente in tutti i mari e gli oceani nella fascia temperata e tropicale, è molto diffuso anche nel Mar Mediterraneo.

Riproduzione

Per attrarre le femmine, i polpi effettuano un rituale di corteggiamento. I maschi trasferiscono lo sperma alle femmine in pacchetti seminali, detti spermatofore. Per trasferirli nella cavità palleale della femmina durante la copula, utilizzano un braccio modificato chiamato ectocotilo. Dopo che la femmina del polpo ha deponso le uova (in numero che varia da 100.000 a 500.000) le difende da possibili predatori fino alla schiusa. In questo periodo, di 1-2 mesi, la femmina ventila le uova e non si nutre, perdendo una gran parte del suo peso e spesso muore. Dopo la schiusa, i piccoli dei polpi sono come adulti in miniatura.

Tuttavia, nonostante l'alto livello di cure materne, parecchie uova sono spesso predate da altri organismi marini.

Nel Mediterraneo si osservano due picchi di deposizione delle uova all'anno, il primo si verifica nel mese di aprile/maggio e corrisponde agli individui che sono migrati nelle acque costiere in primavera e la seconda, meno importante, in ottobre.

Pesca

Nel Mediterraneo viene pescato principalmente in due diversi periodi dell'anno: da settembre a dicembre e da maggio a luglio. La pesca al polpo è una tecnica praticata con diverse metodologie. I pescatori professionali lo catturano con le reti da posta anche se il sistema più diffuso, in particolare nelle marinerie del Sud Italia, è basato sull'immersione di contenitori cilindrici. Questo è un sistema molto semplice, costituito da un calamento al quale sono collegati contenitori che vengono immersi sul fondo come fosse un palamito.



Figura 2 – Pesca del polpo con le anfore di terracotta

I contenitori sono di materiali e forme diverse a seconda delle differenti tradizioni marinare. Si possono utilizzare quindi le anforette in terracotta, nasse, piccoli contenitori di plastica, tubi in PVC e addirittura anche i barattoli di latta aperti. L'attrezzo può essere posizionato in pesca sia su substrato roccioso che sabbioso. Il polpo dopo la caccia notturna cattura la sua preda e va in cerca di una tana per consumare il pasto indisturbato. Trovando sul suo percorso queste protezioni, ne trae subito il vantaggio di nascondersi e di rimanere rintanato durante il giorno. Proprio per questo comportamento è consigliato ritirare l'attrezzo di pesca nelle ore più calde della giornata, quando il polpo sarà nascosto in tana. A seconda del materiale utilizzato può essere necessario zavorrare i contenitori in maniera tale che la corrente non li faccia spostare e quindi faccia scappare il polpo.

Solitamente queste trappole non si innescano ma se si vuole si può aumentare la possibilità di cattura mettendo all'interno un granchietto o anche una sardina.

4 Materiali e metodi

4.1 Caratteristiche dell'area marina

Lo specchio di mare dove è stato realizzato l'impianto di molluschicoltura della coop. Jolly Pesca OP è ubicato sulla fascia costiera del Comune di Lesina (FG), presenta acque biologicamente idonee alla mitilicoltura e marea caratterizzata, così come lungo tutta la costa pugliese, da escursioni di modesta entità: infatti, la componente astronomica è caratterizzata da un ciclo prevalentemente semidiurno con escursione di circa 32 cm. alle sigizie e di 9 cm alle quadrature.

Il tratto di costa considerato, che va dal fiume Fortore a Torre Mileto, si presenta basso e sabbioso e dà luogo a fondali sabbiosi a lieve declivio. In corrispondenza di Lesina Marina, tra Punta Pietre Nere e Torre Mileto, il profilo della costa forma un'ampia baia nella cui area centrale l'isobata dei 10 mt. si trova quasi sulla linea immaginaria che congiunge le due località. Di fronte alle due sporgenze i fondali presentano un gradino, che però non supera l'altezza di qualche metro, mentre la pendenza media del fondo marino, sino alla distanza di 10 miglia, è uguale per tutto il tratto dal Fortore a Torre Mileto e risulta di circa il 4,4‰. A Punta Pietre Nere, dove si ha un breve sperone roccioso, l'isobata dei 12 m si raggiunge a 580 mt. dalla costa, dopo di che la pendenza scende al 2,4‰ per poi oltrepassare il 5‰ a circa 8 Km. dalla costa. Nelle altre due località, la pendenza tra l'isobata 12,00 m e l'isobata 20,00 m è appena dell'1‰, per poi, a Schiapparo, salire ad un valore più alto (6,8‰) e un po' meno alto a Torre Mileto (5,3‰).

Relativamente alle caratteristiche idrodinamiche, risulta che lungo la costa occidentale dell'Adriatico si sviluppa una corrente costiera discendente e proveniente da settentrione, la quale, specialmente dopo Ortona, si approssima alla costa con una velocità media oraria di 0,225 miglia.

Nel ribadire che il Lago di Lesina è separato dal mare da una duna sabbiosa che va da Punta Pietre Nere a Torre Mileto e che lungo questa duna si ha uno scanno sabbioso che si protende fino a 4-500 mt. dalla battigia dell'onda, bisogna precisare che la duna si assottiglia e diventa più bassa verso Est, evidente testimonianza che i materiali detritici che costituiscono la barra provengono da Ovest.

Le principali caratteristiche meteomarine della zona costiera in oggetto indicano che il settore di traversia principale è il Nord-N/W; tuttavia, la frequenza nell'anno dei venti nel settore di traversia principale è piuttosto bassa, mentre prevalente è il Greco - Levante. La vera corrente dominante nella zona è quella adriatica discendente verso Est, che corre molto vicina alla costa con una velocità media di 1 nodo. Si riscontra una massima altezza d'onda è di m 4 - 5, mentre la sua massima lunghezza d'onda è di circa 80 - 100 m.

Il sito marino dove insiste l'impianto della Jolly Pesca OP presenta una profondità compresa tra 15,00 e 18,00 m. Si tratta di un'area della zona costiera in cui sono più presenti le comunità a bivalvi di interesse commerciale e dove, per Legge, non può essere praticata la pesca a traino.

I fondali incoerenti di che trattasi, sono inseriti in una fascia di transizione tra i banchi di sabbie fini ben calibrate e i fondi detritici costieri. La distribuzione dei componenti mineralogici fondamentali e della frazione argillosa è caratterizzata dall'abbondanza di smectite nella frazione argillosa, proveniente dal drenaggio delle formazioni plio-pleistoceniche di bacini imbriferi del Biferno e del Fortore; sono abbondanti il quarzo ed i feldspati, mentre si ritrova un contenuto medio di calcite e la presenza di dolomite. La frazione pesante è caratterizzata dalla presenza di minerali metamorfici e dall'abbondanza di granati.

Notoriamente i fondali sabbiosi favoriscono la pesca mediante l'utilizzo delle cosiddette "vongolare", dei molluschi bivalvi, come le vongole ed i cannolicchi anche se la risorsa risulta molto rarefatta rispetto a quanto osservato intorno agli anni '80. Oltre che dalle vongolare turbosoffianti, la pesca esercitata lungo la fascia costiera considerata è costituita dalla pesca artigianale con reti da posta e nasse, soprattutto rivolta alla cattura delle seppie e di altri cefalopodi incluso il polpo, e più al largo dalla pesca a strascico, quest'ultima è esercitata prevalentemente da pescatori di aree attigue.

L'individuazione della diversa distribuzione dei sedimenti e delle comunità presenti, è segnata dalle diverse isobate fino alla profondità di m 15, ed i banchi di molluschi, sfruttabili commercialmente, terminano intorno ai 6 mt. di profondità lungo il tratto di costa da Punta Pietre Nere a Vieste ed intorno ai 10 m da Pietre Nere al Torrente Saccione, limite di Regione e del Compartimento Marittimo. Ci troviamo in presenza di ambienti alterati dall'azione antropica, dall'eutrofia del lago, dalla riduzione dei banchi di bivalvi in mare e da eventi naturali come le mareggiate e l'erosione della costa.

La pesca del polpo nell'area è praticata dai pescatori della piccola pesca che calano file di tane realizzate con tubi in PVC, zavorrati e no, del diametro di mm 140 e mm 160 e di lunghezza di c.ca 35 cm. I pescatori che praticano la pesca del polpo per l'intero arco dell'anno con una riduzione nel periodo invernale interessato da forti mareggiate, tengono costantemente in immersione file di tane, distanziate tra 5 e 20 metri, che sono salpate con una frequenza di 5-7 giorni. Il numero di tane calate da ciascun pescatore è variabile tra le 300 e 400 unità e sono salpate mediante l'ausilio di salpacavi. La profondità dell'area di pesca è prossima alla costa e compresa tra 3 e 15 m. Il numero di operatori varia nel corso dell'anno e tra gli anni a seconda della maggiore o minore disponibilità della risorsa. Negli anni migliori un operatore può catturare fino a 1.000 kg di polpi di varie dimensioni, anche se il periodo migliore per la pesca è quello autunno-invernale.

4.2 Descrizione dell'impianto della Jolly Pesca OP soc. coop.

Il progetto è stato svolto presso l'impianto di mitilicoltura off-shore della Jolly Pesca OP Società Cooperativa, ubicato lungo la fascia costiera antistante il territorio del Comune di Lesina (FG), ad una distanza dalla battigia di circa 1 miglia (fig. 3), dove sono presenti diverse strutture produttive dedite alla produzione di molluschi ed in particolare del mitilo (*Mytilus galloprovincialis*).

La presenza di queste strutture produttive nell'area, che consentono una produzione ormai consolidata negli anni, testimoniano la vocazione del sito per la produzione di Molluschi lamellibranchi, ed in particolare all'utilizzo della tipologia di impianto long-line monoventia per l'allevamento del mitilo. L'area marina dove è ubicato l'impianto risulta all'interno delle zone marine approvate dalla Regione Puglia, secondo la classificazione delle acque marine ai sensi della Legge n. 192 del 2 maggio 1977, relativa alle zone di mare sedi di banchi naturali e di allevamento di Molluschi eduli lamellibranchi. Nello specifico l'area in concessione dove è stato realizzato l'impianto ha la forma di un poligono rettangolare, parallelo alla costa lungo il lato maggiore, che copre una superficie totale di circa 200 ha, su una batimetrica compresa tra i 16 ed i 18 m.



Fig. 3 – Ubicazione dell’impianto di mitilicoltura della Jolly Pesca OP soc. coop.

L’impianto produttivo è del tipo flottante sommerso in long-line monoventia, composto da elementi modulari costituiti da filari multipli, già sperimentato in altre aree per l’allevamento dei mitili, che permette un significativo incremento della produzione, senza determinare un aggravio notevole nella gestione dell’impianto.

La scelta tecnica di questo tipo di soluzione impiantistica appare pienamente giustificata non solo alla luce dei dati meteorologici e sullo stato del mare che si registrano nell’area, ma anche dalle ormai collaudate strutture produttive analoghe presenti nell’area ricadente lungo la fascia costiera prospiciente le lagune di Lesina e Varano.

La tipologia di impianto infatti, essendo sommerso, oppone una minore resistenza alle forze del mare permettendo, con un semplice sistema di ancoraggio, un elevato grado di sicurezza delle strutture produttive. L’impianto è costituito da 15 filari della lunghezza di 2.000 m ciascuno, posti parallelamente alla distanza di 60 metri l’uno dall’altro, per uno sviluppo lineare complessivo di 30.000 metri. Ciascun filare è suddiviso in 11 campate ed è ancorato al fondo mediante corpi morti realizzati in cemento o pali infissi sul fondale, per un totale di dodici ancoraggi per filare. Il filare dove sono appese le reste dei mitili, grazie al sistema di ormeggio, è posizionato ad una profondità di circa -5 metri. L’impianto, inoltre è dotato di un natante di servizio per lo svolgimento delle attività in mare.

4.3 Descrizione del sistema di allevamento sperimentale

4.3.1 Caratteristiche del sistema di allevamento

L’esperienza è stata basata sul comportamento della specie (*O. vulgaris*) alla ricerca costante di tane, pertanto il progetto si è indirizzato ad offrire rifugi nell’area marina sottostante l’impianto di molluschicoltura della Jolly Pesca OP.

Tenendo conto del ciclo riproduttivo della specie, che ha il picco nel corso della primavera, e della rapidità di accrescimento del polpo, il progetto ha seguito una strategia produttiva articolata in due fasi:

- la prima indirizzata a favorire lo sviluppo degli individui selvatici nell’area marina interessata dalla mitilicoltura, garantendo la presenza di rifugi;

- la seconda di verifica della stanzialità del polpo nell'area dell'impianto attraverso la cattura, marcatura e ricattura degli individui.

L'impianto sperimentale è costituito da tane composte da tronchetti di tubi in PVC, al fine di garantire rifugi ai differenti stadi di accrescimento del polpo.

L'elemento modulare di base è costituito dal calamento con una lunghezza totale di circa 2.000 m al quale le tane sono legate tramite braccioli. Ciascun calamento è costituito da 200 tane distanziate circa 10 m l'una dall'altra.

Ciascun calamento risulta ancorato al fondo mediante n. 6 corpi morti con un peso di 50 kg/cad., inoltre, prevede boe di segnalazione poste in testa ed in coda al calamento.

I calamenti sono posizionati lungo la linea mediana tra i filari, più precisamente tra i filari 3 e 4 ed i filari 10 e 11, nel corridoio di navigazione che ha una larghezza pari a circa 60 m nel caso dell'impianto della Jolly Pesca OP.

4.3.2 Caratteristiche costruttive delle tane

Per la realizzazione delle tane ci si è avvalsi dell'esperienza maturata dai pescatori utilizzando i materiali e la metodologia utilizzati localmente. Come da progetto i materiali utilizzati sono stati composti da tubi in PVC tagliati in tronchetti della lunghezza di circa 33 cm.

Le fasi di realizzazione delle tane sono descritte nella tabella 1 ed illustrate nella fig. 4. Complessivamente sono state utilizzate 400 tane.

Le tane così predisposte sono state trasferite sul natante di servizio dell'impianto e prima dell'immersione sono state legate con un bracciolo al calamento.

Tabella 1 – Fasi di realizzazione e caratteristiche delle tane

Fase		Descrizione
1	Taglio dei tubi	I tubi di differente diametro sono tagliati manualmente con una sega per realizzare dei tronchetti con una lunghezza di circa 33 cm.
2	Realizzazione di fori	n. 1 foro nella parte alta della tana per la legatura del cordino di allaccio alla trave di recupero.
		n. 4 fori alla base per l'inserimento di tondini di ferro utili alla tenuta della zavorra.
3	Taglio dei tondini di ferro	Il tondino di ferro è tagliato, per mezzo di un frullino elettrico, della lunghezza stabilita in relazione al tipo di zavorra.
4	Armatura della tana	Gli spezzoni di tondino sono inseriti a croce nei fori posti alla base della tana e successivamente legati tra loro con filo di ferro.
5	Zavorratura delle tane	Colatura del calcestruzzo fino alla completa copertura dei ferri.
6	Legatura del cordino di recupero	Uno spezzone di treccia della lunghezza di circa 100 cm è annodato al foro posto nella parte alta della tana per la legatura al calamento.



a) Taglio dei tubi in PVC



b) Foratura dei tronchetti di PVC



c) Inserimento del ferro per la tenuta del cls.



d) Vista interna di una tana finita



e) Tana finita



f) Tane prima della posa in acqua

Figura 4 – Fasi di preparazione delle tane

4.3.3 Ormeggio delle tane

Le tane predisposte secondo le modalità descritte in precedenza sono state fissate tramite braccioli, costituiti da treccia in nylon spessore 6 mm, a calamenti ed immerse nei canali di navigazione tra i filari di allevamento dei mitili (fig. 5).

In relazione alle attività produttive la Jolly Pesca OP ha stabilito di utilizzare 2 canali per il posizionamento delle tane, cioè quelli compresi tra i filari: 3-4 e 10-11, perché quelli reinnestati con i mitili nel corso della stagione produttiva 2019-2020.

Le file di tane sono state predisposte distanziandole circa 10 metri l'una dall'altra.

Ciascun calamento è stato zavorrato con corpi morti posti all'inizio, alla fine ed intercalati ogni 40 tane.

L'impianto sperimentale, costituito da n. 400 tane ripartite su due calamenti, è stato immerso nel mese di marzo 2020, provvedendo a segnalarlo con opportune boe.

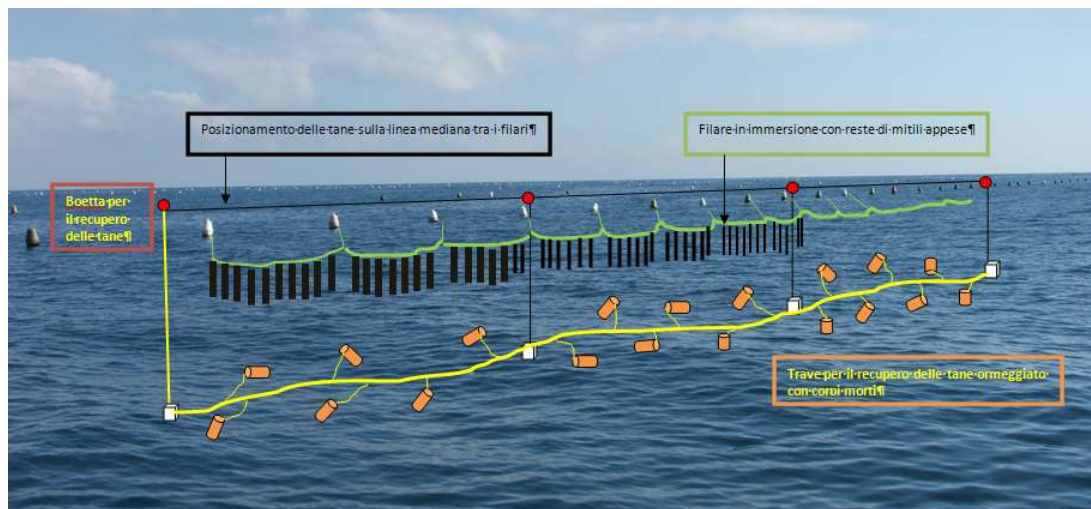


Figura 5 – Schema del sistema su fondale

4.4 Monitoraggio delle tane

Il progetto ha previsto la verificata periodica della colonizzazione delle tane, la raccolta del peso degli eventuali individui di *O. vulgaris* presenti, la loro marcatura e successivo rilascio.

Le attività di monitoraggio sono state svolte secondo un calendario compatibile con la disponibilità dei mezzi nautici utilizzati per le operazioni produttive dall'azienda e con le condizioni meteo-marine, esse sono state avviate nel mese di Aprile 2020 e sono state concluse nel mese di dicembre 2020.

Per la raccolta dei dati utili al monitoraggio sono state predisposte apposite schede per l'acquisizione delle informazioni seguenti:

- periodo di rilevamento
- posizionamento della fila delle tane tra i filari,
- peso del polpo,
- marcatura,
- presenza di individui marcati,
- presenza di tane occupate da femmine in fase di incubazione,
- allontanamento dall'impianto (c.ca 2 mn) dei polpi con una taglia superiore a 2 kg..

L'acquisizione del peso è avvenuto a bordo del natante, attraverso una bilancia digitale alimentata da batterie, per la verifica del peso gli individui di polpo sono stati inseriti in una busta plastica successivamente appesa al gancio della bilancia (fig. 7d).

Come previsto dal progetto, gli individui maggiori al peso di 2,0 kg sono stati allontanati dall'impianto a distanze superiori alle 2 mn.

Nel corso del progetto, inoltre, sono stati rilevati i valori dei principali parametri dell'acqua di mare (Temperatura, Ossigeno disciolto e Salinità). Per il rilevamento dei valori dei parametri indicati l'AGEI ha

fornito al personale della Jolly Pesca OP un Ossimetro portatile (fig. 6) ed un salinometro rifrattometro con compensazione automatica della temperatura.



Figura 6 – Ossimetro portatile utilizzato per il rilevamento dei parametri delle acque

Nel corso del progetto, infine, sono state compite osservazioni del sistema su fondale condotte dal personale subacqueo della Bioservice soc. coop. nel corso delle campagne di prelievo di sedimenti..

4.5 Marcatura del polpo

Per la scelta del sistema di marcatura del polpo è stata svolta un'indagine bibliografica al fine di identificare quello più affidabile.

Dall'analisi dei lavori scientifici svolti da diversi autori riguardanti la marcatura del polpo (tab. 2), è emersa una notevole difficoltà di codifica pur avendo utilizzato targhe in metallo, marcatura con ustioni, fili e diversi coloranti (blu di metilene, rosso neutro, blu trypan, eritrosina, safranina) sulla pelle o iniettati nel muscolo, che non hanno prodotto risultati soddisfacenti.

Particolarmente degno di nota è il lavoro svolto da Fuentes et al. (2006), che è stato quello che ha contribuito maggiormente nella scelta del sistema adottato nel corso del progetto. Nell'ambito del lavoro citato sono stati condotte sperimentazioni finalizzate a ricercare il sistema di marcatura esterna più efficiente. Tra i sistemi di marcatura nella figura 8 sono mostrati quelli sperimentati dall'autore, che nel corso del lavoro ha verificato anche la parte del corpo dell'animale più appropriata per la tenuta dell'etichetta.



a) Recupero della tana



b) Recupero della tana



c) Tana con polpo



d) Rilevamento del peso



e) Polpo marcato



f) Polpo marcato



g) Rilascio del polpo marcato



h) Rilascio del polpo marcato

Figura 7 – Fasi di verifica della colonizzazione delle tane, rilevamento del peso e rilascio dei polpi

Tabella 2 – Elenco di differenti sistemi di marcatura

Tipo di marcatura	Descrizione
Loops	Etichette con anello autobloccante. Consistono in un tubo plastico cavo le cui estremità possono unirsi in un meccanismo che ne impedisce la perdita. Questo modello può essere inserito manualmente nel mantello o nel tentacolo.
Etichette di metallo	Consiste in una placca rettangolare (10 mm x 5 mm) con denti appuntiti sulla base che trafiggono la struttura da etichettare e poi sono ripiegati, sono stati utilizzati per etichette posizionate sul mantello di cefalopodi.
Fascette di plastica	Consiste in fascette plastiche flessibili realizzate in polietilene, particolarmente indicate per i crostacei (gamberi, granchi, aragoste, ecc.). La banda è inserita tramite un ago, le due estremità delle bande sono libere, mentre la parte centrale passa attraverso la struttura che deve essere etichettata.
Freccette	Consiste in un piccolo dardo di plastica con ardiglione inserito nella carne. attraverso un sottile tubo con una estremità appuntita.
Dischi Petersen	Consiste in dischi di piccolo diametro con un foro centrale, realizzati in vinile. Il sistema, costituito da due dischi uniti da un perno, può perforare qualsiasi parte del corpo. Il loro inserimento, a differenza dell'ancoraggio delle etichette T-bar, è completamente manuale.
Etichette T-bar	Sono pezzi di plastica flessibile a forma di T. La breve battuta del T (8 mm), è inserito nel corpo dell'animale e la parte più lunga (35 mm) può avere una scritta dove riportare numero, ed altre informazioni. Questa etichetta viene inserita tramite un applicatore, simile ad una "pistola", progettato dalla stessa società produttrice.
Etichette di plastica circolari	E' un sistema simili a dischi Petersen; cioè, due placche di circa 20 mm di diametro, uniti da un elemento che penetra il corpo (mantello), ma in questo caso il perno è sostituito da un elemento di diametro maggiore. queste etichette vengono inserite con un applicatore specifico.
Etichette in plastica rettangolari	E' un sistema di marcatura simile al precedente, ma con la differenza che le placche sono rettangolari (circa 30 millimetri x 10 mm). Il loro inserimento richiede un applicatore prodotto dalla medesima azienda.
Ustioni di azoto	Sono ustioni prodotte per contatto di una parte della pelle dell'animale con aste in precedenza sommerse in azoto liquido.
Coloranti	Altri sistemi testati sono realizzati attraverso l'iniezione sottocutanea di diversi coloranti (anche vernice acrilica) sui tentacoli e sul mantello.

Dagli esperimenti condotti è risultato che i sistemi di marcatura più persistenti nel polpo sono l'etichetta T-bar ed i dischi Petersen. Tra i due sistemi indicati le T-bar sono risultate più affidabili, registrando un tasso di ritenzione del 77% dopo un mese, e una persistenza di tempo massima di 89 giorni. Nel caso dei dischi Petersen è stato osservato un tasso di ritenzione simile (62%) dopo un mese, ma danni nella zona di inserimento dell'etichetta.

Riguardo la tenuta dell'etichetta in riferimento al tentacolo considerato non sono emerse differenze significative.

Anche le analisi condotte in riferimento agli effetti della marcatura sulla crescita del soggetto indicano che non vi è stato alcun effetto negativo sulla crescita.

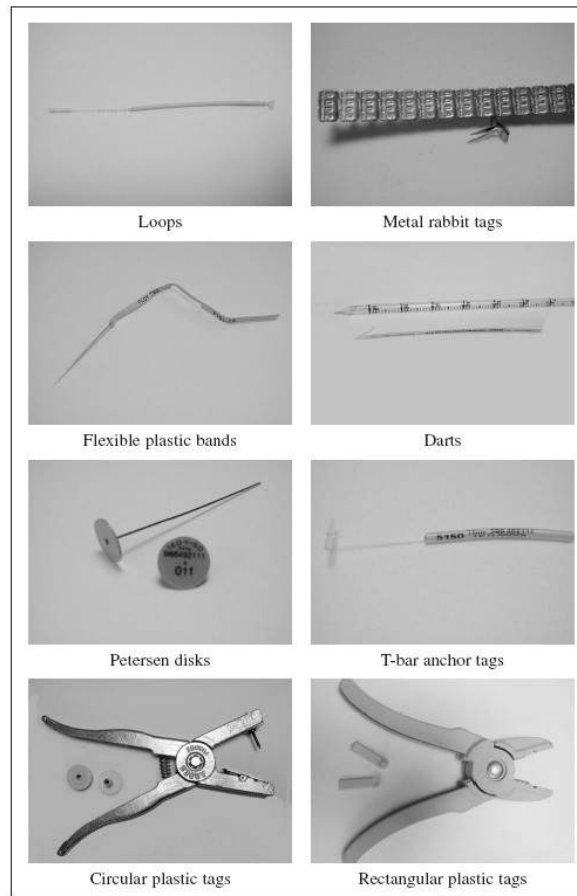


Figura 8 – Differenti modelli di etichette (fonte Fuentes et al., 2006)

In base a quanto riportato in letteratura, pertanto, si è scelta la marcatura con le T-bar, in particolare, sono state applicate le etichette FF-94 colore rosso mostrate in fig. 9.

L'applicazione della T-bar ha richiesto l'utilizzo di un iniettore prodotto dallo stesso produttore (pistola marca pesci Mark II Fine Fabric).



Figura 9 – Sistema di etichettatura utilizzato nel corso del progetto

Nella figura 10 sono illustrate alcune delle fasi di etichettatura, controllo del peso e rilascio dei polpi marcati.



a) Etichettatura con T-bar



b) Etichettatura con T-bar



c) Polpo marcato



d) Esemplare di polpo marcato con T-bar



e) Controllo del peso del polpo marcato



f) Rilascio del polpo marcato con T-bar

Figura 10 – Fasi di etichettatura e rilascio dei polpi

4.6 Raccolta di dati chimico-fisici delle acque

Nel corso del progetto sono stati acquisiti periodicamente i valori dei principali parametri delle acque sulla colonna d'acqua: Salinità, Temperatura, Ossigeno disciolto.

4.7 Raccolta di dati tecnico-economici

Come previsto dal progetto nel corso del programma sono stati raccolti i dati utili alla successiva valutazione economica dell'iniziativa. In particolare sono stati acquisiti i costi per la realizzazione delle

tane, incluso l'impegno della mano d'opera, i tempi per le operazioni di cala delle tane e quelli successivi per il recupero, valutando l'impegno del personale e dei mezzi nautici.

Per valutare la resa dell'attività è stata considerata la biomassa dei polpi rilevata durante i monitoraggi, a questa è stata sottratta la biomassa corrispondente a polpi già marcati.

5 Risultati

5.1 Parametri chimico-fisici delle acque

I valori medi e le deviazioni standard dei parametri ottenuti durante il periodo di osservazione, differenziati tra superficie e fondo, sono riportati in Tabella 4.

Tabella 4 – Principali statistiche descrittive per temperatura (T °C), salinità (PSU), saturazione di ossigeno (O₂ %), misurati da aprile 2020 a dicembre 2020.

Parametro	Superficie		Fondo	
	media	dev.st.	media	dev.st.
T	17.90	6.74	18.77	5.64
S	34.03	1.82	37.50	0.61
O₂	94.63	5.97	95.58	11.56

Al fine di acquisire dati più precisi sull'andamento dei valori dei parametri considerati nel corso del progetto, sono stati considerati i dati rilevati dal mareografo di Vieste (ISPRA) ai quali è stata apportata una correlazione lineare tra le temperature medie rilevate nella colonna d'acqua tra 0 e - 6 m di profondità in impianto (dati campionari con cadenza mensile da giugno a marzo) e le temperature medie giornaliere rilevate dal mareografo di Vieste nella medesima giornata di campionamento, i risultati sono illustrati nella tabella 5. Per maggiori dettagli sull'analisi di correlazione si rimanda a quanto riportato più estesamente nella Relazione finale della Hydra soc. coop..

Le acque sono state caratterizzate da un range salino di 34-39 psu con valori medi più elevati ($37,50 \pm 0,94$ psu) misurati a luglio 2020 e minimi di 34,5 psu nel corso del mese di novembre 2020.

La saturazione di ossigeno è risultata essere compresa tra 87% e 108% per l'intero periodo di osservazione e valori omogenei compresi in questo intervallo sono stati ottenuti per tutta la colonna d'acqua.

Tabella 5 – T°C medie giornaliere Vieste e T°C medie rilevate in impianto tra 0 e – 6 m.

DATA	T Vieste °C media giorno	T impianto °C media 0-6 m
14/01/2020	10,4	11,3
03/02/2020	11,9	13,1
24/06/2020	23,6	20,5
22/07/2020	26,2	23,5
22/08/2020	27,9	27,4
30/09/2020	21,4	23,4
04/11/2020	18,1	19,2
25/11/2020	15,1	15,8
22/12/2020	13,3	13,5
29/01/2021	9,7	10,7
26/02/2021	12,2	12,9

5.2 Monitoraggio delle tane

Nel corso del progetto sono stati catturati complessivamente n. 304 polpi, di cui n. 268 pesati, marcati e rilasciati, n. 24 allontanati dall'impianto perché superiori ai 2 kg e n. 12 femmine in fase di incubazione che sono state reimmerse evitando di verificarne il peso (tab. 6). La biomassa totale dei 292 polpi rilevati corrisponde a circa 361,8 chilogrammi, nella tabella 1 sono illustrati i dati riguardanti il peso delle catture rilevate nel corso dell'esperienza.

Tabella 6 – Catture e ricatture dei polpi rilevate nel corso del progetto

data	calamento	n. polpi	peso tot (g)	p.m. (g)	DS	n. tane salpate	polpi marcati ricatturati	% polpi/tane
apr	cal 1	18	20668	1148,22	317,57	200	0	9,00
apr	cal 2	14+ 5 ♀	14329	1023,50	230,66	200	3	7,00
mag	cal 1	17+ 7 ♀	21005	1235,59	266,13	200	0	8,50
mag	cal 2	13	16903	1300,23	228,91	200	5	6,50
giu	cal 1	23	34084	1481,91	266,58	200	0	11,50
giu	cal 2	15	20866	1391,07	290,80	200	3	7,50
lug	cal 1	13	7417	570,54	456,98	200	0	6,50
lug	cal 2	17	13379	787,00	485,41	200	3	8,50
ago	cal 1	20	19549	977,45	536,04	200	0	10,00
ago	cal 2	16	13933	870,81	340,24	200	3	8,00
set	cal 1	18	13559	753,28	394,21	200	0	9,00
set	cal 2	16	14556	909,75	384,47	200	4	8,00
ott	cal 1	17	20296	1193,88	279,24	200	2	8,50
ott	cal 2	20	31769	1588,45	441,56	200	5	10,00
nov	cal 1	21	30282	1442,00	489,31	200	6	10,50
nov	cal 2	13	22060	1696,92	819,98	200	2	6,50
dic	cal 1	9	19785	2198,33	643,76	200	0	4,50
dic	cal 2	12	27360	2280,00	818,95	200	1	6,00
totali		292+12 ♀	361800			3600	37	8,11

Si noti l'andamento del peso medio dei polpi rilevati che tende a diminuire nel periodo luglio-settembre, caratterizzato dalla presenza di un numero maggiore di giovani polpi, ed aumentare sensibilmente nel periodo autunno-invernale dove ad un minor numero di catture corrisponde una biomassa maggiore (mesi di novembre e dicembre).

Dai dati rilevati nel corso del monitoraggio (tab. 6), si osserva una presenza del cefalopode nelle tane variabile in numero e per taglia media nel corso dell'anno, con una presenza media pari a circa l'8,11% del totale salpato, con frequenze maggiori nei mesi di giugno, agosto, ottobre e novembre, e minori nel periodo primaverile ed estivo, con minimi tra novembre e dicembre periodo coincidente con una frequenza maggiore delle mareggiate.

Nella figura 11 è illustrato il progressivo incremento del numero di polpi marcati e le ricatture nel corso dell'intero periodo (aprile-dicembre 2020)

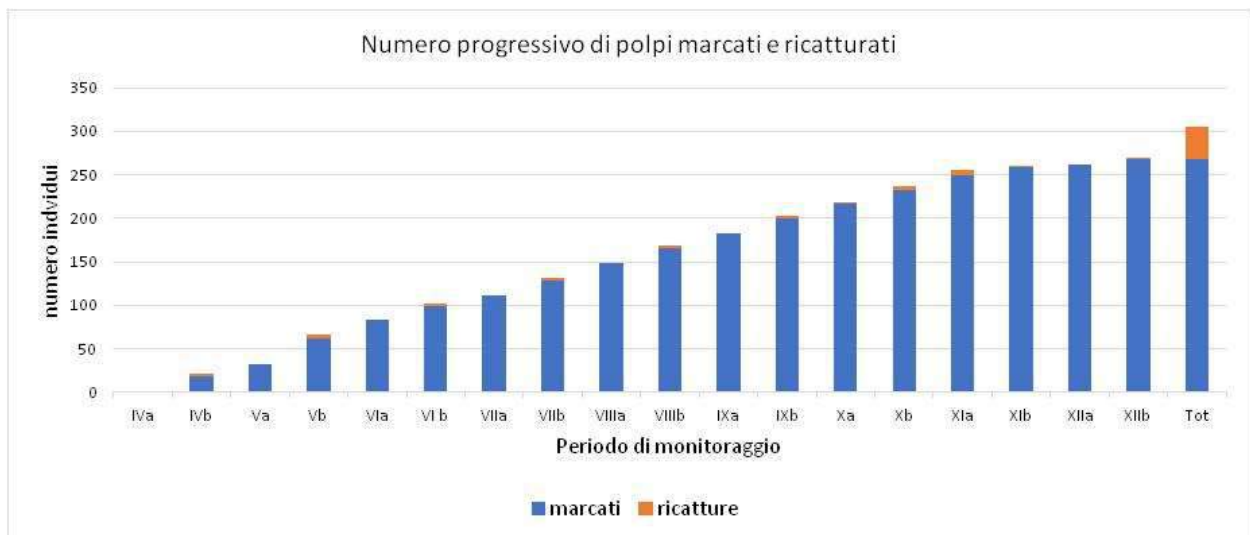


Figura 11 – Istogramma dei polpi marcati e ricatture rilevate nel corso del progetto

In riferimento alla verifica della stanzialità del polpo sul sistema di allevamento adottato (fig. 12), basato sulla cattura – marcatura – ricattura, nel corso del progetto sono stati identificati complessivamente n. 37 individui precedentemente marcati, corrispondenti a circa il 12,7% del totale delle catture. Tale quantitativo corrisponde ai polpi rilevati nel monitoraggio di 3.600 tane salpate nel corso del progetto.

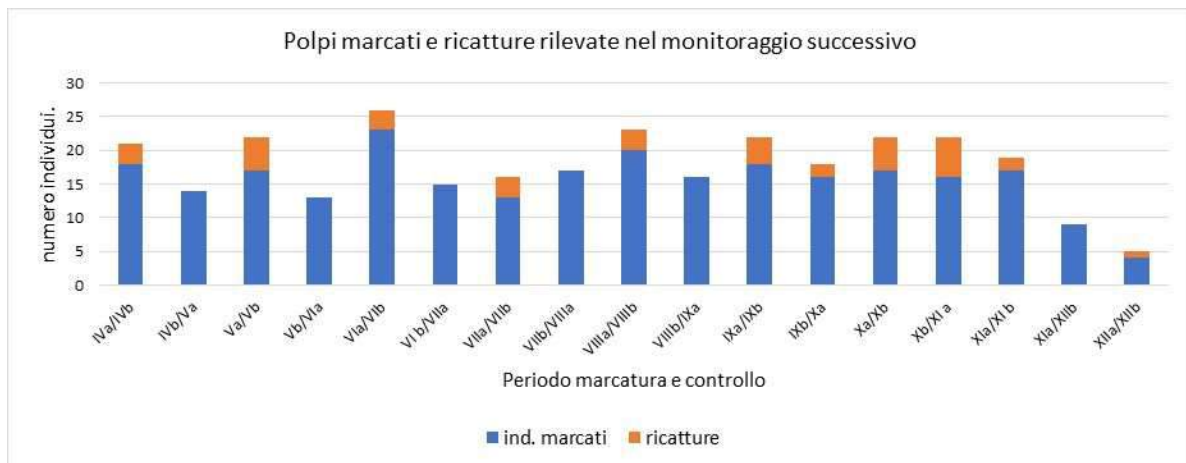


Figura 12 – Istogramma mensile dei polpi marcati per rilevamento e ricatture rilevate nel corso del monitoraggio successivo

La ricattura di individui marcati è avvenuta con una frequenza maggiore nei periodo più prossimo alla marcatura, coincidente ai mesi di ottobre e novembre 2020. Ciò è da mettere in relazione al minore tempo trascorso tra la marcatura degli individui e la ricattura successiva, circa 15 giorni.

Riguardo la composizione in taglia dei polpi dai dati raccolti emerge una marcata eterogeneità nel corso dell'anno, come illustrato in fig. 13 e tab. 7, con una frequenza maggiore della classe compresa tra i 1000 e 1500 grammi, che risulta sempre ben rappresentata nei mesi di rilevamento compiuti, seguita dalla classi di taglia compresa tra 0,5 kg-1 kg.

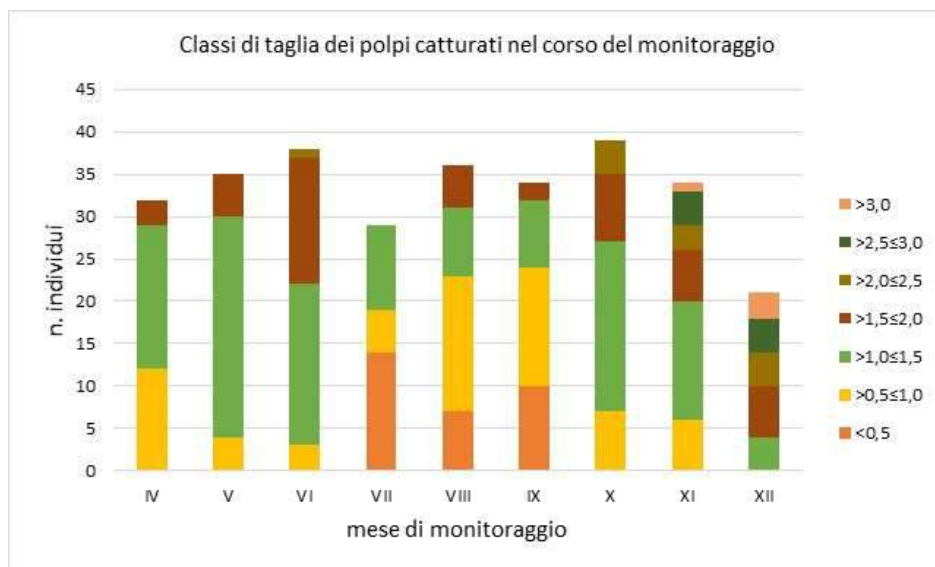


Figura 13 - Composizione percentuale delle classi di taglia (kg) dei polpi rilevati nel corso del progetto.

Con una minore frequenza sono state rilevate le taglie inferiori a 0,5 kg, presenti nel periodo luglio-settembre, coincidente ai mesi successivi alla riproduzione e quelle superiori a 2 kg. I polpi con peso

maggiore ai 2000 grammi risultano presenti con frequenze significative nei mesi autunnali (ottobre, novembre e dicembre).

Tabella 7 – Distribuzione (%) mensile delle diverse classi di taglia dei polpi rilevati.

mese	classi di taglia						
	<0,5	>0,5≤1,0	>1,0≤1,5	>1,5≤2,0	>2,0≤2,5	>2,5≤3,0	>3,0
IV		12	17	3			
V		4	26	5			
VI		3	19	15	1		
VII	14	5	10				
VIII	7	16	8	5			
IX	10	14	8	2			
X		7	20	8	4		
XI		6	14	6	3	4	1
XII			4	6	4	4	3

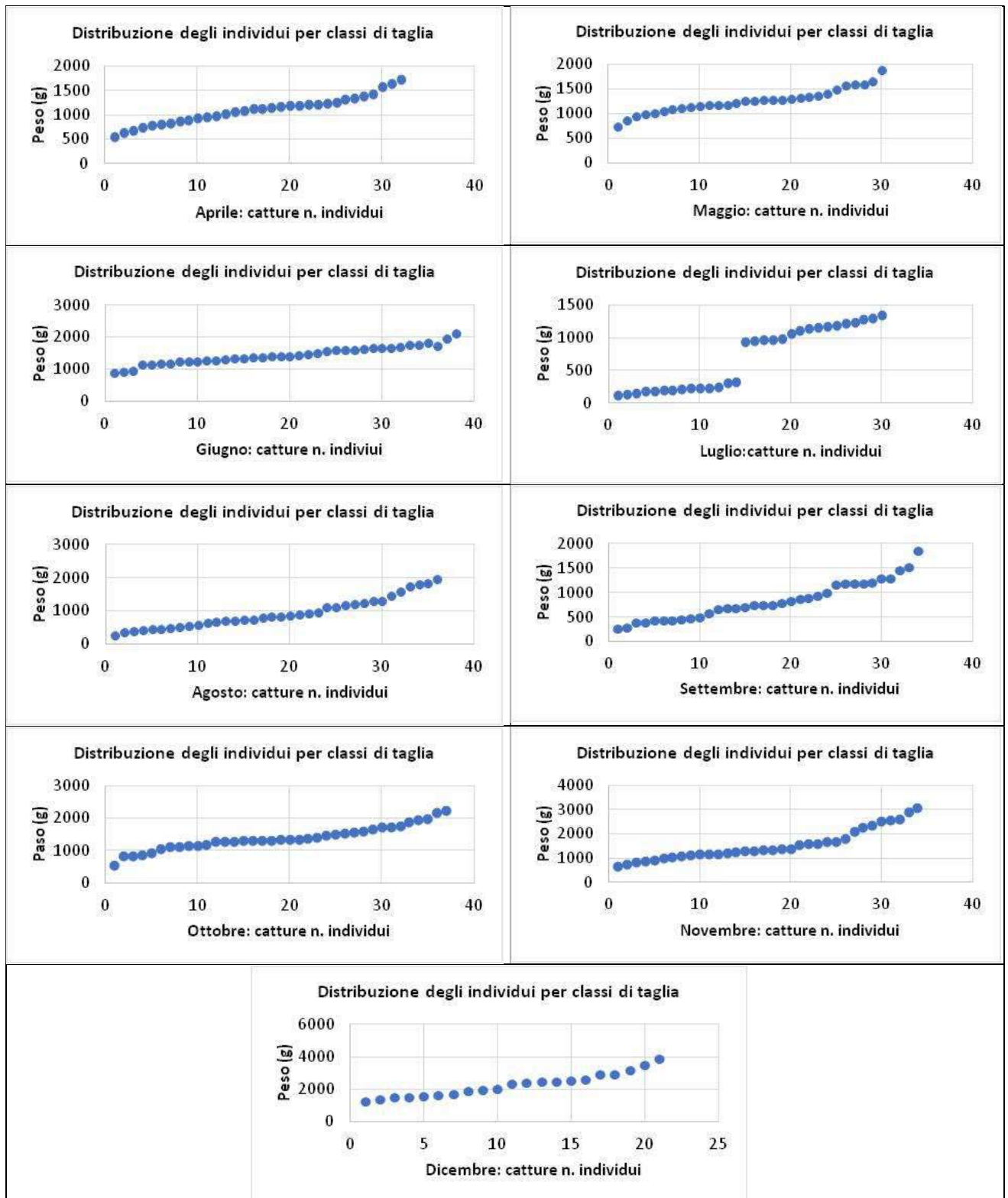


Figura 14 – Ordinamento degli individui di polpo rilevati nel corso del monitoraggio (n. individui sulle ascisse, peso espresso in grammi sulle ordinate)

In figura 14 è illustrato il peso degli individui catturati nel corso dei diversi mesi di monitoraggio. Dalla distribuzione delle taglie si evince che nei mesi di luglio, agosto e settembre sono presenti giovanili di polpo con taglie inferiori alla classe di 500 g. Particolare quanto si osserva nel mese di luglio dove si distinguono nettamente le classi composte da giovani individui di polpo con taglia inferiore ai 500 g (n. 14 individui) rispetto alla classe di taglia maggiori (n. 16 individui). Polpi con taglia superiore a 2 kg sono significativamente presenti nei mesi di novembre e dicembre 2020.

Un aspetto rilevante emerso nel corso del progetto riguarda l'osservazione di deposizioni di femmine di polpo nelle tane (fig. 15), rispettivamente n. 5 nel mese di aprile e n. 7 nel mese di maggio. Da ultimo ma non meno importante è stata l'osservazione di giovanili di *O. vulgaris* usciti dalle reste di mitili salpate per la commercializzazione in particolare nel periodo tardo-primaverile.



Figura 15 – Tana con uova e femmina di polpo

5.3 Costi per la gestione del sistema

La gestione del sistema di allevamento, secondo quanto pianificato, ha previsto la realizzazione delle tane, il loro posizionamento nell'area marina interessata dall'impianto di mitilicoltura, ed il monitoraggio delle tane per la verifica della presenza di polpi con l'allontanamento dall'area di quelli con peso superiore ai 2 kg.

L'analisi delle differenti fasi gestionali sono discussi separatamente così come sono riportate le rispettive valutazioni economiche in condizioni standard.

5.3.1 Costi per la realizzazione delle tane

Le tane realizzate secondo quanto descritto in precedenza hanno previsto l'acquisto di materiali vari: tubazioni in PVC, ferro, cemento, sabbia, cordame e l'utilizzo di mano d'opera.

La fase di allestimento delle tane è coincisa con il periodo invernale durante il quale l'azienda è meno impegnata con le attività in mare, sia per le condizioni meteo marine avverse, sia per la fase del ciclo produttivo del mitilo che, dopo il reinnesto svolto nel periodo giugno-ottobre, non è oggetto di lavorazione fino al mese di febbraio successivo.

Nel corso del mese di febbraio 2020 è iniziata la fase di allestimento del sistema, durante la quale sono state raccolte le informazioni per le valutazioni tecnico-economiche successive.

I tempi per la realizzazione delle tane sono illustrati per le differenti fasi, nella tabella 8. Dai dati raccolti risulta che per la predisposizione di una serie di 100 tane è necessario l'impegno di personale per un ammontare complessivo di circa 36 h.

Tabella 8 – Tempi rilevati per la realizzazione di 100 tane

Fase		Descrizione	Tempi di lavoro	Impegno personale tot (h.)
1	Taglio dei tubi e tondini di ferro	I tubi di PVC ed i tondini di ferro sono tagliati a misura	3 h x 2 persone	6
2	Realizzazione di fori	n. 1 foro nella parte alta, n. 1 foro nella parte bassa; 4 fori alla base per l'innesto del ferro	4h x 2 persone	8
4	Armatura della tana	Taglio del ferro e inserimento dei ferri nei fori alla base dei cilindri e loro piegatura	4 h. x 2 persone	8
5	Zavoratura delle tane	Colatura del calcestruzzo fino alla completa copertura dei ferri	4 h x 2 persone	8
6	Finitura delle tane	Legatura del lacciolo al foro posto nella parte alta della tana	3 h x 2 persone	6
Impegno orario medio/tana			min	21,6

Per ricavare il costo medio unitario della tana sono state considerate le voci di costo indicate nella tabella 9, il totale delle spese ammonta a Euro 1,22/cad..

Tabella 9 – Costo medio delle materie prime utilizzate per realizzare le tane

Voce di costo	Descrizione	Importo
Materiali	tubo in PVC (lung. 33 cm)	€ 0,76
	ferro per armatura (diam. mm 4)	€ 0,10
	calcestruzzo (sabbia e cemento)	€ 0,23
	Treccia per legatura al calamento	€ 0,13
Sub-totale		€ 1,22
Mano d'opera	Personale per il taglio dei tubi e del ferro, preparazione del cls. e successivo riempimento	€ 3,43
TOTALE		€ 5,21

Al costo delle materie prime deve essere sommato quello della mano d'opera secondo quanto indicato nella tab. 8, costo computato tenendo conto di un costo di 78,00 Euro/g e pari a 3,51 Euro/tana.

Il costo unitario calcolato per la realizzazione delle tane, pertanto, è pari a Euro 5,21/cad..

Per la realizzazione del sistema di allevamento adottato in aggiunta ai costi di realizzazione delle tane vanno previsti quelli per il calamento, necessario al loro posizionamento e recupero in mare, che considerano l'acquisto di cordame di diverso diametro, di corpi morti in cls. e della mano d'opera per l'allestimento, come illustrato nella tabella 10.

Il costo computato è pari a circa 9,75 Euro/tana,

Tabella 10 – Costo stimato delle materie prime utilizzate per il calamento costituito da 200 tane.

Voce di costo	Descrizione	Importo
Calamento (costo unitario)	corda diam. mm 18 (distanza tra tane m 8) poste ad una profondità di m 15	€ 7,96
	n. 6 corpi morti dal peso di 50 kg	€ 1,50
Sub-totale		€ 9,46
Mano d'opera	Personale per l'allestimento del sistema computato complessivamente in 6 h	€ 0,29
TOTALE		€ 9,75

5.4 Stima delle rese produttive

La valutazione dei rendimenti del sistema di allevamento sperimentato è resa complessa per la difficoltà di stabilire, con certezza, la stanzialità degli individui catturati nel corso dell'esperienza. La percentuale di individui ricatturati nelle diverse fasi del progetto, infatti, è molto contenuta e pari al 12,7% degli individui marcati, che corrisponde ad una biomassa di soli 46,01 kg. Con molta probabilità la percentuale di individui ricatturati è maggiore a quella verificata nel corso del progetto, ma data la facilità con cui il polpo si libera della marcatura resta difficile il suo riconoscimento nelle fasi successive, ciò è tanto più probabile quanto maggiore è il tempo trascorso dall'applicazione della T-bar.

L'analisi dei dati raccolti nel monitoraggio indicano in circa 361,8 kg la biomassa complessiva dei polpi rilevati nelle tane durante il monitoraggio. Tale biomassa equivale a circa 315,7 kg se viene sottratto il peso degli individui marcati e ricatturati. Questa quantità fa riferimento alle tane salpate nel corso dei monitoraggi che, come illustrato nella tab. 6, non riguarda la totalità ma solo il 50% di quelle immerse. Per la stima della biomassa di polpi presenti sull'intero sistema, pertanto, è ipotizzabile stimare il raddoppio delle biomasse verificate al netto del peso dei polpi marcati e ricatturati e pari a circa 631,5 kg.

6 Discussione dei risultati

6.1 Validità del sistema adottato per l'allevamento del polpo

I risultati di questo studio forniscono informazioni utili sull'ulteriore sviluppo di questa attività anche per le ricadute che potrebbe avere sulla gestione della risorsa.

Il sistema utilizzato è risultato del tutto compatibile alle attività svolte dalla Ittimar, rivolte all'allevamento di mitili in un impianto long-line off shore. Il sistema adottato, infatti, può essere facilmente integrato alle attività di molluschicoltura richiedendo un basso costo di investimento ed il migliore utilizzo del personale aziendale che può essere impegnato alle attività integrative nei periodi di coincidenti alle cattive condizioni meteo-marine o ad un minore impegno dovuto al ciclo produttivo (ottobre-febbraio).

Il sistema adottato ha presentato una soddisfacente efficienza di richiamo verso i polpi a differenti stadi di accrescimento, con una presenza media del 12,7% delle tane immerse anche se il dato rilevato è stato sicuramente condizionato da tre fattori:

- a) il primo legato alle periodiche migrazioni che la specie compie stagionalmente, ciò è evidenziato dalle classi di taglia osservate nel periodo estivo (luglio-settembre) dove si osserva la presenza di individui in fase di accrescimento, infatti non sono state rilevate catture di polpi superiori alla taglia dei 2 kg. In questo periodo, coincidente con un innalzamento della temperatura dell'acqua, i polpi di grandi dimensioni tendono a spostarsi verso acque più profonde mentre i subadulti rimangono in aree marine costiere dove, grazie al gradiente termico favorevole, trovano condizioni migliori per la crescita e dove è più bassa la predazione;
- b) il secondo riconducibile all'insabbiamento delle tane, a causa della costante permanenza in immersione su fondi mobili, che ne può avere pregiudicato la disponibilità del rifugio nel tempo ed in particolare dopo forti mareggiate;
- c) il terzo riconducibile alla scarsa ritenzione della marcatura sul polpo in generale ed, in particolare, per periodi superiori ai 30 giorni.

Riguardo il primo limite indicato, essendo l'esperienza basata sul mantenimento nell'area dell'impianto di uno stock selvatico di polpi, è chiaro che la presenza degli individui è suscettibile delle fluttuazioni stagionali legate sia al reclutamento, sia alle migrazioni compiute dagli individui più grandi, che li espone alla cattura da parte degli operatori della pesca locali.

Riguardo la gestione del sistema adottato è emersa la difficoltà di garantire la disponibilità del rifugio nel tempo a causa del progressivo insabbiamento delle tane, in particolare dopo le mareggiate, rendendone difficile lo stesso recupero. Il superamento di questo limite richiede un periodico sollevamento delle tane dal fondo operato con una frequenza maggiore, così come avviene nella gestione dei calamenti da parte dei pescatori locali che sono salpati ad intervalli di 3-7 giorni.

Riguardo gli aspetti legati al terzo punto si rimanda al paragrafo successivo dove è discusso più estesamente il problema legato alla marcatura del polpo.

In relazione alla presenza dei polpi su tane realizzate con tubi di PVC, i risultati acquisiti indicano i rifugi idonei ed attiranti per la specie e per tutte le diverse fasi del ciclo di accrescimento.

6.2 Verifica della stanzialità dei polpi

I dati rilevati sulla stanzialità del polpo, basati sulla ricattura di individui precedentemente marcati, evidenziano dei limiti dovuti alla tenuta del sistema di etichettatura. I 37 individui marcati rilevati nei monitoraggi, infatti, corrispondono a circa il 12,7% del totale con percentuali maggiori nei mesi in cui la ricattura è avvenuta a breve distanza dalla marcatura.

Benché sia stato adottato il sistema di marcatura più efficiente, secondo i dati di letteratura, è molto probabile che i tassi di ritenzione delle T-bar in natura siano più bassi di quelli indicate sperimentalmente da Fuentes (2006). In accordo con l'auore citato è stato riscontrato che è maggiore il numero di individui marcati ricatturati quanto più breve è il tempo trascorso dalla etichettatura.

Per eventuali ulteriori indagini, pertanto, si ritiene necessario mettere a punto un sistema di etichettatura più efficace che possa garantire la tenuta sia nel breve che nel medio periodo (30-90 giorni).

6.3 Stima dei costi-ricavi

L'esperienza è stata pianificata tenendo conto del ciclo biologico della specie che, come descritto in precedenza, presenta due cicli riproduttivi di cui il più importante primaverile. Sulla base delle caratteristiche biologiche del polpo, quindi, si è cercato di realizzare un sistema di allevamento costituito da tane su un fondale marino costituito da fondi mobili, garantendo rifugi di differente diametro ai differenti stadi di accrescimento del cefalopode e alimenti integrativi durante le fasi in cui non c'è la lavorazione dei mitili.

Per la fase di raccolta degli individui a taglia commerciale si è cercato di pianificare le attività in funzione delle fasi di accrescimento del polpo, prevedendo di rimuovere gli individui superiori ai 2 kg, intensificando tale operazione nel periodo autunno-invernale, prima del peggioramento delle condizioni meteo-climatiche ed in relazione al rallentamento dell'impegno del personale sull'impianto di molluschicoltura.

I risultati conseguiti nel corso dei monitoraggi permettono di stimare in circa 631,5 kg la biomassa di polpi presente nel sistema adottato. L'analisi delle stime della biomassa nel corso dell'anno considerato indicano i minimi nei mesi estivi e massimi nei mesi autunnali.

La biomassa, secondo quanto osservato nel corso dei rilevamenti, è costituita per circa il 90,0% da individui superiori ai 500 grammi, che nell'esperienza condotta corrisponde a circa 621 kg al netto della biomassa degli individui ricatturati. Il valore di questa biomassa ad un prezzo medio di 15,00 Euro è pari ad un ammontare di circa Euro 9.327,00.

Tenendo conto che l'attività è integrativa all'allevamento dei mitili, nell'analisi dei costi di investimento illustrati nella tabella 11, sono stati considerati esclusivamente quelli per l'acquisto delle materie prime necessarie alla realizzazione di un sistema composto da 400 tane.

L'ammontare complessivo dell'investimento è computato in Euro 5.984,00 circa, cui corrisponde un ammortamento annuo pari a Euro 1.196,80.

Tabella 11 – Costi di investimento per la realizzazione di un sistema di allevamento, composto da 400 tane e delle attrezzature per il loro salpamento, esclusi i costi del personale.

Voce di costo	Costo (Euro)	Totale (Euro)	Ammortamento (Euro)
Realizzazione tane Ammortamento 5 anni	5,21/cad.	2.084,00	416,8
Realizzazione calamento Ammortamento 5 anni	9,75/cad.	3.900,00	780,00
Totale		5.984,00	1.196,80

Il risultato economico annuale, al netto degli ammortamenti, lascia un margine pari a Euro 8.118,20, corrispondente a circa l'87,15% dell'investimento, al netto dei costi di gestione per il controllo periodico delle tane che implica l'utilizzo dei mezzi già in dotazione all'impianto e del personale imbarcato.

Sulla base di quanto emerso dall'analisi dei dati raccolti nel corso dell'esperienza la natura del sistema di allevamento ed il comportamento della specie richiedono una gestione più simile a ciò che viene svolto nella pesca del polpo, con ripetuti salpamenti del sistema di tane nell'arco di periodi ravvicinati (1 volta alla settimana). Tale strategia è tanto più necessaria in considerazione delle migrazioni che gli adulti compiono nel periodo estivo verso aree marine più profonde, con il conseguente impoverimento dello stock oggetto di protezione e cura per tutta la fase invernale e primaverile e dell'intensa attività di pesca del polpo svolta nelle aree limitrofe all'impianto da parte dei pescatori locali.

7 Effetti sull'ambiente

La realizzazione del sistema di allevamento descritto per l'allevamento del polpo non evidenzia particolari effetti sull'ambiente circostante, garantendo un alto grado di compatibilità.

Di seguito vengono analizzate le principali componenti, collegate alla realizzazione ed alla gestione produttiva dell'impianto.

1. Introduzione di nuove specie: l'impianto è finalizzato alla produzione di specie di molluschi cefalopodi, nella fattispecie il polpo (*O. vulgaris*), largamente diffuso nell'area, come testimoniato dalla presenza di pescatori che ne svolgono la cattura specifica nella fascia costiera considerata. Non sono pertanto prevedibili impatti dovuti all'introduzione di specie non autoctone.
2. Caratteristiche dell'impianto: le caratteristiche delle strutture ed opere necessarie alla realizzazione dell'impianto, descritte nei paragrafi precedenti, contemplano procedimenti di fabbricazione che non implicano l'impiego di prodotti pericolosi o altri fattori di rischio per l'ambiente.
3. Effetti su paesaggio, natura e terreno: l'impianto è stato concepito e progettato considerando l'esigenza di ridurre al minimo gli effetti sul paesaggio. Le uniche strutture che risulteranno visibili saranno i galleggianti necessari al recupero dei calamanti.
4. Effetti sugli aspetti idrogeologici: non sono previsti impatti, determinati dalla realizzazione del progetto, di tale natura.
5. Effetti sull'aria e sul clima: la natura delle opere previste fa ritenere che l'atmosfera dell'area non verrà in alcun modo deteriorata. Ugualmente non sono prevedibili effetti di rilievo sul clima.
6. Produzione di rumore: il tipo di attrezzature e macchinari nonché l'attività prevista sono tali da non modificare in modo significativo i livelli di rumore di fondo attuali.
7. Produzione di rifiuti: la natura della pratica di allevamento esclude, che ci possano essere rilasci di solidi in sospensione e materiale organico, tipico degli impianti d'acquacoltura, mentre dovrebbero essere ininfluenti, soprattutto in considerazione delle correnti dell'area, gli effetti dovuti al posizionamento delle tane sul fondale.

8 Considerazioni conclusive

Tra i molluschi i Cefalopodi sono sempre più sfruttati dalla pesca e non si osserva quello sviluppo atteso in acquacoltura, ciò è riconducibile alla difficoltà di allevamento nelle prime fasi di vita. Il polpo (*O. vulgaris*) è una delle specie candidate di maggior interesse per l'acquacoltura, ma nonostante presenti un'elevata potenzialità per gli elevati tassi di accrescimento, l'alta fecondità, l'alto rapporto di conversione alimentare, ecc., resta tuttora fortemente limitato dall'alta mortalità durante la fase di paralarva (Iglesias *et al.* 2007).

Allo stato attuale, le poche aziende che producono polpi fanno affidamento sulla cattura di sub-adulti in natura, successivamente allevati in gabbie (Vaz - Pires *et al.* 2004). Queste attività risultano però fortemente influenzate dal reperimento di subadulti selvatici che condizionano i risultati economici dell'impresa. Lo stock in natura, infatti, sembra essere influenzato da dinamiche legate a fattori biologici ed alle condizioni ambientali, comprese le attività umane, che rendono difficile prevedere il livello della risorsa. Uno studio condotto su *O. vulgaris* lungo la costa nord-occidentale dell'Africa (Demarcq e Faure 2000), ha indicato che l'esplosione demografica si verifica quando le condizioni ambientali, particolarmente l'upwelling, aiutano la sopravvivenza delle larve. Studi condotti nel Golfo di Gabès, dove non c'è upwelling, hanno dimostrato effetti sulla variabilità annuale delle catture influenzate dalle correnti marine cicloniche che influenzano il reclutamento, di conseguenza sulla biomassa dello stock.

Tali considerazioni sono importanti per trarre le conclusioni sull'esperienza condotta che essendo tra le poche svolte con strutture sommerse, costituite da tane simili a quelle utilizzate nella pesca del polpo, in aree marine interessate dalla mitilicoltura su impianti long-line, non ha possibilità di comparare i risultati ottenuti con quelli di studi precedenti; tuttavia i dati rilevati potrebbero rappresentare uno strumento di base per futuri studi, soprattutto se correlati ai benefici che la risorsa può trarre da un sistema mitilicoltura/tane sommerse.

Le variabili rilevate nel corso del progetto rendono difficile definire il sistema di allevamento adottato, ciò è principalmente riconducibile al numero contenuto di ricatture di individui marcati, per il basso tasso di ritenzione delle T-bar in natura rispetto a quanto osservato sperimentalmente. Tale constatazione richiede indubbiamente lo svolgimento di ulteriori indagini con sistemi di marcatura che possano garantire la ritenzione dell'etichetta, fondamentali per definire il sistema adottato quale struttura di allevamento, distinguendola da una tecnica di pesca e per renderla replicabile in altri contesti.

L'esperienza ha indubbiamente contribuito ad identificare una serie di criticità legate alla gestione di sistemi su fondale per l'allevamento del polpo, ed in particolare l'insabbiamento cui vanno soggetti irifugi adottati specialmente nel caso delle mareggiate. Il progetto, infatti, ha permesso di identificare nell'insabbiamento delle tane e nel loro posizionamento i limiti principali per mantenerne l'efficienza quale rifugio, che indubbiamente richiede una frequenza di controllo maggiore se in presenza di fondi mobili, quali quelli che caratterizzano la fascia costiera prospiciente Lesina.

L'analisi economica dei risultati conseguiti sono incoraggianti, in particolare se valutati in rapporto alla bassa intensità di monitoraggio svolta nel corso della raccolta del prodotto. Le attività pianificate, secondo le procedure applicate in impianti di acquacoltura si sono rivelate inefficienti in termini di biomassa, con le conseguenti ripercussioni sui risultati economici. Alla luce di quanto emerso nel corso del progetto, infatti, la raccolta del prodotto non può essere pianificata secondo cicli produttivi legati alla biologia della specie, ma dovrebbe prevedere un prelievo selettivo costante dello stock, che possa garantire sia il mantenimento in efficienza del sistema di rifugi (tane), sia la raccolta degli individui maturi commercialmente.

L'esperienza condotta, pertanto, appare condizionata proprio dal basso profilo, volutamente applicato, nella fase di raccolta, al fine di distinguerlo dalla pesca che, probabilmente, ne ha beneficiato su scala locale.

Il progetto ha permesso di acquisire quel bagaglio di esperienze indispensabili per ulteriori indagini orientate a valutare la possibilità di mettere a punto sistemi di allevamento del polpo su fondale, anche se ancora basati sullo sfruttamento diretto dello stock naturale. L'unica fase industrializzata nell'allevamento del polpo, infatti, è basata sull'ingrasso di individui selvatici sub adulti, sia in vasche, sia in gabbie galleggianti. Le informazioni acquisite, inoltre, hanno permesso di raccogliere informazioni utili per l'identificazione dei costi di investimento per la realizzazione di un sistema di allevamento basato sul posizionamento di tane, che consente di ampliare le valutazioni di tipo economico anche su aspetti di ordine gestionale.

La breve vita del polpo ed il livello di sfruttamento della risorsa da parte della pesca, inoltre, rende incerta una valutazione economica quale quella che è possibile sviluppare per le specie ittiche oggetto di allevamento. Ciò anche in sistemi di allevamento più strutturati utilizzati in esperienze industriali in Spagna.

Ricadute positive dallo svolgimento dell'iniziativa sono emerse riguardo le implicazioni ecologiche che questo tipo di sistema di allevamento può restituire in termini di gestione della risorsa. Tra queste il fatto che sono state osservate deposizioni all'interno di 12 tane nel corso del periodo primaverile e la presenza di giovani polpi, a differenti stadi di accrescimento, sulle reste salpate per essere commercializzate. Ciò è indubbiamente rilevante per il ruolo che può svolgere il sistema sperimentato, composto da impianto di mitilicoltura long-line associato a tane, nel reclutamento della risorsa in un'area marina caratterizzata da fondi mobili.

Queste osservazioni confermano il ruolo ecologico degli impianti di maricoltura che rappresentano aree di protezione delle risorse, contribuendo al mantenimento della biodiversità tipica della nostra fascia costiera, in una prospettiva di recupero delle risorse ittiche stressate dalle forti attività antropiche che insistono su quest'area.

I dati ottenuti dalle attività svolte in tal senso, sono estremamente lusinghieri e ci danno modo di credere che in un prossimo futuro questa associazione potrebbe rappresentare un modello per una strategia di tutela della risorsa, oltre a sviluppare attività economiche ecocompatibili tra alcuni segmenti della pesca di mestiere e dell'acquacoltura.

Per verificare l'esattezza di questi effetti è tuttavia necessario continuare ed ampliare il campo delle indagini, pianificando studi finalizzati a valutare il rapporto tra la presenza di impianti di mitilicoltura associati a sistemi di tane ed il reclutamento e lo stato della risorsa polpo.

Bibliografia

- Artegiani A, Bregant D, Paschini E, Pinardi N, Raichic F and Russo A., 1997. The Adriatic Sea general circulation. Part I: air–sea interactions and water mass structure. *Journal of Physical Oceanography*, 27: 1492–1514.
- Aguado, F., Garcia Garcia, B., 2002. Growth and food intake models in *Octopus vulgaris*
- Baldrati, G., 1989. Handling, marketing and processing of cephalopods in Italy. *Ind. Conserve* 64, 353– 355.
- Boletzky, S. and Hanlon, R.T. (1983). A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Mem. Nat. Mus. Vic.*, 44: 147-187.
- Boucaud-Camou, E., 1989. L'aquaculture des cephalopodes: evaluation et perspectives. *Haliotis* 19, 201– 214.
- Boucher-Rodoni, R., Mangold, K., 1977. Experimental study of digestion in *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopoda). *J. Zool. (Lond.)* 183, 505 – 515
- Cagnetta, P., 1999. The effect of 3 different rearing strategies on the productive responses of the common octopus (*Octopus vulgaris* C). Seminar on the Mediterranean Marine Aquaculture Finfish Species Diversification. Zaragoza, Spain, 24–27 May.
- Cagnetta, P., Zezza, L., Perniola, R., 1998. Preliminary trials on octopus (*Octopus vulgaris* C.) rearing under controlled conditions. *Atti del 33j International Symposium on new species for Mediterranean aquaculture*. Alghero, Italy, 23– 24 Aprile.
- Cayeriviere A., 1990. Etude de la peche du poule (*Octopus vulgaris*) dans les eaux cotieres de la Gambie et du Senegal. L'explosion demographique de l'été 1986. Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (ISRA), Document Scientifique N. 116: 64 pp.
- Demarcq, H. and Faure, V., 2000. Coastal upwelling and associated retention indices derived from satellite SST. Application to *Octopus vulgaris* recruitment. *Oceanologica Acta*, 23 (4): 91-408
- EUMOFA (European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products), 2020. Il polpo nella UE. WWW.EUMOFA.EU
- Faure, V., Inejih, A.C., Demarcq, H., Cury, P., 2000. The importance of retention processes in upwelling areas for recruitment of *Octopus vulgaris*: the example of the Arguin bank (Mauritania), *Fish. Oceanogr.* 9 (4): 343-355.
- Fuentes L., Otero J.J., Moxica C., Sánchez F.J. and Iglesias J, 2006. Application of different external tagging methods to *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, with special reference to T-bar anchor tags and Petersen disks. *Bol Inst. Oceanogr.*, 22 (1-4) 2006: 3-11.
- Iglesias, J., Sánchez, F.J. and Otero, J.J., 1996. The octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier): A candidate for aquaculture?. *ICES C.M.* 1996/F:10.

Iglesias, J., Sánchez, F.J. and Otero, J.J., 1997. Primeras experiencias sobre el cultivo integral del pulpo (*Octopus vulgaris*) en el Instituto Español de Oceanografía. In Actas del VI Cong. Nac. De Acuicultura, Cartagena, 1997, Costa, J., Abellán, E., García, B., Ortega, A. and Zamora, S. (eds). ISBN: 84-491-0323-1, pp. 221-226.

Iglesias, J., Sanchez, F.J., Otero, J.J., Moxica, C., 1999. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier): present knowledge, problems and perspectives. Seminar on the Mediterranean Marine Aquaculture Finfish Species Diversification. Zaragoza, Spain, 24–27 May.

Iglesias, J., Sa´nchez, F.J., Otero, J.J., Moxica, C., 2000a. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier): present knowledge, problems and perspectives. Recent advances in Mediterranean Aquaculture Finfish Species Diversification. Cahiers Options Me´diterrane´ennes, vol. 47, pp. 313 – 322.

J. Garcıa Garcıa J., Rodrıguez Gonzalez L. M. and Garcıa Garcıa B., 2004. Cost analysis of octopus ongrowing installation in Galicia. Spanish Journal of Agricultural Research (2004) 2(4): 531-537

Mangold, K., 1983. *Octopus vulgaris*. In Cephalopod life cycles. Vol. I. P.R. Boyle (ed.). Academic Press, London, pp. 335-364.

Mangold, K., 1983. Food, feeding and growth in cephalopods. Mem. Natl. Mus. Vic. 44, 81–93.

Navarro J.C., Villanueva, R., 2003. The fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae reared with live and inert food: deviation from their natural fatty acid profile. Aquaculture 219, 613 – 631.

Poulain P.M., 1999. Drifter observations of surface circulation in the adriatic sea between December 1994 and March 1996. Journal of Marine System, 20: 231–253.

Roper C.F.E., Sweeney M.J. & Nauen C.E., 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop., (125) vol. 3: 277 p.

Sanchez, F.J., Iglesias, J., Moxica, C., Otero, J.J., 1998. Growth of octopus (*Octopus vulgaris*) males and females under culture conditions. International Council for the Exploration of the Sea (ICES), CM 1998/M: 47. ICES, Copenhagen, Denmark (3 pp).

Ezzeddine S. and El Abed A., . Potential biological and environmental influences on the *Octopus vulgaris* population of the Gulf of Gabès (south-eastern Tunisian coast). MedSudMed Technical Documents No.2: 42-49. http://www.faomedsudmed.org/pdf/publications/td2/td2_ezzeddine.pdf

Vaz-Pires P., Seixas P., Barbosa A., 2004. Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797): a review. Aquaculture vol. 238: 221-238

Zore M, 1956. On gradient currents in the Adriatic sea. Acta Adriatica, 8(Suppl. 6): 1–38.

Allegato 1 – Numero e peso (g.) dei polpi rilevati nel corso del progetto

aprile		maggio		giugno		luglio		agosto		settembre		ottobre		novembre		dicembre	
fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11	fila 3/4	fila 10/11
540	684	750	942	910	894	110	180	260	396	260	380	555	840	660	750	1340	1240
625	743	860	1025	1150	965	130	195	360	413	290	428	830	1050	860	820	1465	1480
831	784	985	1093	1190	1150	145	212	439	487	390	492	860	1120	985	900	1660	1570
874	795	1050	1157	1240	1185	169	228	460	526	420	584	920	1168	1100	1040	1870	1620
956	892	1120	1186	1260	1236	189	235	520	680	439	694	1100	1280	1150	1120	2380	1920
1020	935	1150	1215	1285	1253	217	294	570	711	440	745	1148	1310	1170	1280	2430	1980
1086	972	1185	1283	1310	1364	227	315	650	734	470	780	1150	1327	1185	1590	2590	2320
1130	1051	1190	1312	1335	1396	930	964	700	836	650	836	1280	1386	1190	1670	2890	2450
1159	1123	1260	1354	1354	1410	940	985	740	894	670	887	1285	1470	1260	1800	3160	2510
1184	1145	1276	1490	1385	1436	960	1058	800	918	670	940	1290	1484	1280	2550		2890
1195	1215	1280	1587	1420	1587	1110	1156	820	953	740	985	1290	1574	1320	2590		3510
1211	1246	1285	1594	1480	1623	1130	1183	870	1115	740	1187	1290	1600	1350	2890		3870
1223	1318	1320	1665	1515	1681	1160	1214	1100	1192	870	1194	1326	1650	1380	3060		
1335	1426	1380		1583	1734		1236	1180	1224	1170	1284	1350	1720	1380			
1384		1420		1590	1952		1285	1300	1290	1180	1295	1380	1750	1550			
1563		1602		1612			1293	1460	1564	1180	1845	1514	1870	1602			
1628		1892		1653			1346	1750		1460		1728	2180	1650			
1724				1674				1800		1520			2230	2100			
				1690				1820					2310	2260			
				1756				1950					2450	2330			
				1766										2520			
				1812													
				2114													

Evidenziati con colore arancione i polpi marcati e ricatturati, in grigio i polpi con taglia maggiore ai 2 kg



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE PUGLIA

PO FEAMP
ITALIA 2014/2020
Mis. 2.47 “Innova zione”
Progetto

**Prove di allevamento del polpo e ostrica piatta in associazione
ad un impianto di mitilicoltura
(OCTOS)**

Codice progetto 0005/INA/17

**PROVE DI INGRASSO DI *Ostrea edulis* (Linneo, 1758) IN
POLICOLTURA CON MITILI IN LONG LINE**

RISULTATI FINALI

CAMPIONAMENTI ED ANALISI

Dr Franco D'andria

Dr. Tiziano M. Pagliara

ELABORAZIONE DATI

Dr. Tiziano m. Pagliara

Sommario

INTRODUZIONE	3
MATERIALI E METODI E PIANO SPERIMENTALE	4
RISULTATI E DISCUSSIONE	6
ACCRESIMENTO PODERALE E RELAZIONE TRA EFFICIENZA DI CRESCITA GIORNALIERA (RGR daily) E TEMPERATURE MEDIE GIORNALIERE DELL'ACQUA	6
RELAZIONE TRA EFFICIENZA DI CRESCITA, INDICE DI CONDIZIONE E QUANTITA' DI FITOPLANCTON IN MARE.....	12
RESA E MORTALITA'.....	13
GESTIONE DEL FOULING STAGIONALE.....	15
FOULING PRIMARIO	15
FOULING SECONDARIO.	15
IDROZOI COLONIALI	16
MITILI	16
PREZZI DI MERCATO DELL' <i>Ostrea edulis</i>	17
ANALISI DI CONFRONTO DELLA PRODUTTIVITA' IN LONG LINE TRA ALLEVAMENTO DI <i>Mitilus galloprovincialis</i> ED ALLEVAMENTO DI <i>Ostrea edulis</i>	17
PRODUTTIVITA' ATTUALE MITILI.....	18
PRODUTTIVITA' SIMULATA OSTRICA PIATTA.....	18
CONCLUSIONI.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20

INTRODUZIONE

L'*Ostrea edulis* (Linneo, 1758), o comunemente chiamata ostrica piatta, è una specie commercialmente molto interessante che spunta prezzi di vendita sul mercato italiano superiori alla *Ostrea gigas* (ostrica concava), che peraltro è una specie del Pacifico non endemica del Mediterraneo. La sua distribuzione in natura si estende dal mar Nero al Mediterraneo fino al nord Atlantico orientale, con banchi naturali sessili che vivono a profondità comprese tra -2m e -30 metri. Il periodo riproduttivo è compreso tra maggio e settembre, a seconda delle condizioni ambientali (Renzoni, 1961), (Mietti et al., 2002); la specie è ermafrodita proterandrica (Lapègue et al., 2007). La taglia commerciale ottimale è compresa tra 60g e 90g, nei mercati normalmente vengono vendute per calibri, nella Tab. 1 sono riportati i calibri commerciali in funzione del peso dell'ostrica piatta (Burioli et al., 2015).

calibro	peso (g)
000	> 100
00	90-100
0	80-90
1	70-80
2	60-70
3	50-60
4	40-50
5	30-40
6	20-30

Tab. 1 – calibri utilizzati per le ostriche piatte in base al peso

La specie può superare i 200 g di peso. La velocità di crescita dell'ostrica piatta è inferiore di quella dell'ostrica concava a parità di condizioni ambientali, Temperature e quantità di fitoplancton sono i principali fattori limitanti che determinano l'accrescimento. In generale i tempi di crescita dall'uovo a taglia commerciale variano da 3 a 5 anni a seconda delle aree.

La produzione di ostrica piatta è legata principalmente alla pesca. Solo in Francia, in Croazia e in Spagna vi è una produzione proveniente da impianti di molluschicoltura. In Italia non sono presenti impianti industriali di allevamento di ostrica piatta ad eccezione di piccole realtà sperimentali. La mancanza di sviluppo dell'allevamento dell'ostrica piatta in Italia è legata a diversi fattori, uno dei principali è connesso alla mancanza di centri di riproduzione artificiale in grado di produrre novellame da destinare agli impianti, unica eccezione nazionale è un impianto di riproduzione di molluschi situato a Goro, ma che produce una quantità molto limitata di novellame di *Ostra edulis*. Attualmente il reperimento del novellame è affidato prevalentemente alla captazione di seme naturale. Anche gli studi scientifici sulla specie, necessari allo sviluppo di tecniche di allevamento efficienti ed economicamente vantaggiose, sono limitati se paragonati ad altre specie di molluschi oggetto di allevamento come il mitili o ai teleostei come la spigola e l'orata. Sono carenti ad esempio le informazioni sul rapporto tra performance di crescita e temperature dell'acqua, con le indicazioni sulla temperatura minima di crescita (T_0 – temperatura al di sotto della quale la crescita si azzerava), sull'intervallo delle Temperature di crescita ottimali (T_{opt}) e sulla temperatura massima (T_{max} – temperatura al di sopra della quale la crescita si arresta). Sono carenti altresì informazioni sulla correlazione tra quantità di fitoplancton in mare e accrescimento. L'allevamento di ostriche si effettua direttamente in mare usufruendo delle condizioni chimico fisiche e trofiche dell'area marina dove si effettua la produzione, pertanto l'esiguità di alcune informazioni tecnico-scientifiche non permette una corretta programmazione dello sviluppo dell'allevamento della specie.

La presenza in Italia, ed in particolar modo in Adriatico, di molti impianti di molluschicoltura, per la produzione in monocoltura di *Mitilus galloprovincialis*, potrebbe sicuramente favorire lo sviluppo dell'allevamento dell'ostrica piatta in policoltura (mitili-ostriche), sfruttando sia l'esperienza consolidate degli allevatori di mitili,

che l'utilizzo degli impianti già esistenti (la maggioranza in Long-line), al fine di diversificare le produzioni di molluschi e aumentare il reddito degli impianti stessi.

MATERIALI E METODI E PIANO SPERIMENTALE

Nel mese di febbraio 2020 ha avuto inizio una prova sperimentale di ingrasso di ostrica piatta in policoltura con mitili in un impianto in long line, di proprietà della Jolly Pesca OP Soc. Coop. di Cagnano Varano (FG). L'impianto, dell'estensione di circa 200 ettari, è sito a 2 miglia al largo della costa garganica prospiciente Torre Mileto, su una batimetrica media di -16m. (Fig. 1) In tutta l'area la mitilicoltura è molto sviluppata e rappresenta uno dei principali poli produttivi su scala regionale e nazionale.



Fig. 1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'IMPIANTO DI MITILICOLTURA OFF-SHORE IN LONG-LINE, CON COORDINATE GEOGRAFICHE 41° 56' 11" N - 15° 35' 38" E, UTILIZZATO PER LA PROVE DI ALLEVAMENTO DELL' OSTRICA PIATTA E DELL' AREA DI LAVORO A TERRA.

La prova è stata finalizzata alla valutazione delle performance di crescita, in funzione delle condizioni ambientali locali (temperatura, ossigeno, quantità di fitoplancton), di due stock di 1000 individui cadauno di ostrica piatta preingrassata di differente origine. Il peso medio iniziale era rispettivamente di 35,2 g (ostriche piccole) e di 52,7 g (ostriche grandi), provenienti le piccole da un altro allevamento e le grandi raccolte su strutture sommerse localmente. Durante la prova, della durata di 13 mesi circa, sono stati rilevati parametri utili alla valutazione delle criticità e dei punti di forza gestionali della policoltura ostriche/mitili. Le prove di allevamento sono state condotte con l'utilizzo di 10 lanterne a 5 piani cadauna, (Fig. 2).

Le lanterne avevano una maglia iniziale 12 mm, successivamente nel mese di Luglio 2020 sono state sostituite con lanterne di maglie da 21 mm. I moduli sono state destinati all'allevamento dei due lotti in parti uguali. La densità di allevamento in numero di individui è stata programmata costante tra i lotti con la distribuzione di 200 ostriche per lanterna (40 ostriche ogni piano di circa 0,2 m²). Le lanterne sono state sospese ad una campata dell'impianto di mitili ad una profondità compresa tra -4m e -6m secondo lo schema della Fig. 3.



Fig. 2 – Lanterne

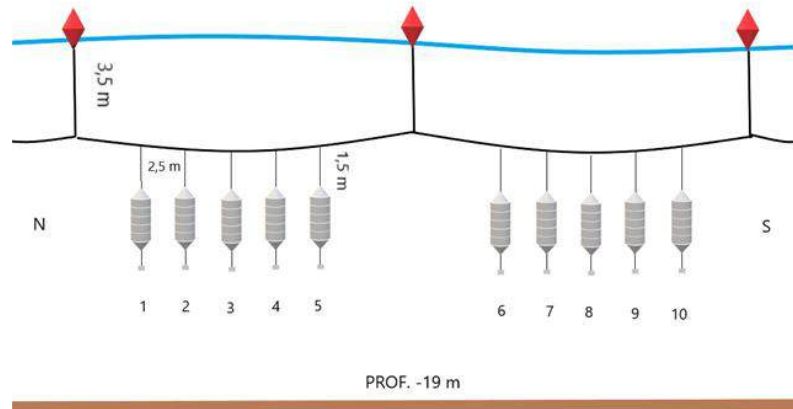


Fig. 3 – schema disposizione lanterne sul long-line

Il piano operativo ha previsto, dal mese di febbraio 2020 al mese di marzo 2021, una serie di campionamenti con cadenza mensile dei parametri biometrici peso fresco e lunghezza (grandezza media del campione 100 individui). Con medesima cadenza è stata rilevata anche la mortalità ed è stata fatta una valutazione qualitativa del ciclo stagionale del foulig presente sulle reti delle lanterne e sulle ostriche stesse.

Tutte le biometrie sono state eseguite a terra utilizzando una bilancia tecnica da campo, le misure ponderali per il calcolo dell'indice di condizione (Tipo 1) delle ostriche sono state eseguite nei laboratori della HYDRA mediante bilancia analitica.

Oltre ai parametri biometrici sono stati acquisiti i dati delle temperature dell'acqua registrate dal mareografo di Vieste (ISPRA).

I tecnici della BIOSERVICE soc. coop, hanno inoltre realizzato il monitoraggio ambientale con acquisizione mensile del profilo nella colonna d'acqua dei parametri chimico-fisici mediante sonda CTD e del fitoplancton (quantitativo a - 5 m), mediante bottiglie "niskin", sia in impianto (2 stazioni 3° e 5A) che in una stazione di controllo esterna all'impianto stesso (5B). Il piano di campionamenti effettuato per le analisi biometriche sui due lotti è riportato rispettivamente nella Tab. 2 e nella Tab. 3.

OSTRICHE PICCOLE	CAMPIONAMENTI BIOMETRICI E NUMERO DI INDIVIDUI CAMPIONATI																				TOTALE						
	6					7					8					9						10					N.
LANTERNA	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		
SETTORE																											
SEMINA 21/02/2020																											100
09/06/2020																											97
28/07/2020																											115
29/08/2020																											90
01/10/2020																											88
01/11/2020																											105
28/11/2020																											102
21/01/2021																											100
20/02/2021																											99
13/03/2021																											100

Tab. 2 – time table dei campionamenti effettuati per le ostriche piccole

OSTRICHE GRANDI		CAMPIONAMENTI BIOMETRICI E NUMERO DI INDIVIDUI CAMPIONATI																									
LANTERNA		1					2					3					4					5					TOTALE
SETTORE		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	N.
EMINA 21/02/2020																											100
09/06/2020																											100
28/07/2020																											115
29/08/2020																											107
01/10/2020																											98
01/11/2020																											111
28/11/2020																											110
21/01/2021																											100
20/02/2021																											101
13/03/2021																											99

Tab. 3 – time table dei campionamenti effettuati per le ostriche grandi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

ACCRESIMENTO PODERALE E RELAZIONE TRA EFFICIENZA DI CRESCITA GIORNALIERA (RGR daily) E TEMPERATURE MEDIE GIORNALIERE DELL'ACQUA

Nelle Tabelle 4 e 5 sono riportati i risultati delle medie ponderali (peso fresco) riscontrate nei campionamenti. Oltre alla media sono riportati anche la DS, l'intervallo di confidenza con un con un errore $P\alpha$ 0,05, infine viene riportato anche il coefficiente di variazione del campione, ovvero un indice di dispersione espresso in % che ci permette di evidenziare i cambiamenti nel tempo della struttura della popolazione in termini di dispersione delle taglie.

OSTRICHE PICCOLE		PESO IN g						
DATA	grandezza del campione	peso medio (g)	+/- DS	+/- ES	+/- INT. CONF. Pa 0,05	coefficiente di variazione (v) %		
21-feb-20	100	35,2	6,4	0,6	1,3	18,3		
09-giu-20	97	39,6	9,2	0,9	1,8	23,3		
28-lug-20	115	46,0	9,4	0,9	1,7	20,4		
29-ago-20	90	49,4	8,8	0,9	1,8	17,9		
01-ott-20	88	53,3	10,3	1,1	2,2	19,3		
01-nov-20	105	57,8	13,1	1,3	2,5	22,7		
28-nov-20	102	60,6	13,1	1,3	2,5	21,7		
21-gen-21	100	64,3	14,8	1,5	2,9	23,0		
20-feb-21	99	64,6	14,4	1,5	2,8	22,3		
13-mar-21	100	65,3	14,9	1,5	2,9	22,8		

OSTRICHE GRANDI		PESO IN g						
DATA	grandezza del campione	peso medio (g)	+/- DS	+/- ES	+/- INT. CONF. Pa 0,05	coefficiente di variazione (v) %		
21-feb-20	100	52,7	11,8	1,2	2,3	22,4		
09-giu-20	100	52,8	10,9	1,1	2,1	20,6		
28-lug-20	115	60,8	13,3	1,2	2,4	21,8		
29-ago-20	107	63,8	13,1	1,3	2,5	20,5		
01-ott-20	98	68,4	14,6	1,5	2,9	21,3		
01-nov-20	111	73,8	14,9	1,4	2,8	20,1		
28-nov-20	110	76,7	14,3	1,4	2,7	18,6		
21-gen-21	100	81,2	15,5	1,6	3,0	19,1		
20-feb-21	101	81,6	16,0	1,6	3,1	19,6		
13-mar-21	99	82,9	17,0	1,7	3,3	20,5		

Tab. 4 e 5 – tabella riassuntiva dei risultati dei campionamenti ponderali nei due lotti di ostriche

I risultati mostrano che in poco più di 12 mesi di prova i due lotti sono cresciuti in modo molto simile passando rispettivamente da 35 g a 66 g (ostriche piccole) e da 53 g a 83 g (ostriche grandi), Il periodo di crescita maggiore si è riscontrato da giugno a novembre con i due lotti che sono passati rispettivamente da 39 g a 60 g. e d 53 g a 77 g. Durante la prova in entrambe i gruppi non si notano grandi variazioni nella dispersione delle taglie (coefficiente di variazione).

Nella fig. 4 viene riportato in grafico l'accrescimento ponderale nel tempo dei due gruppi di ostriche.

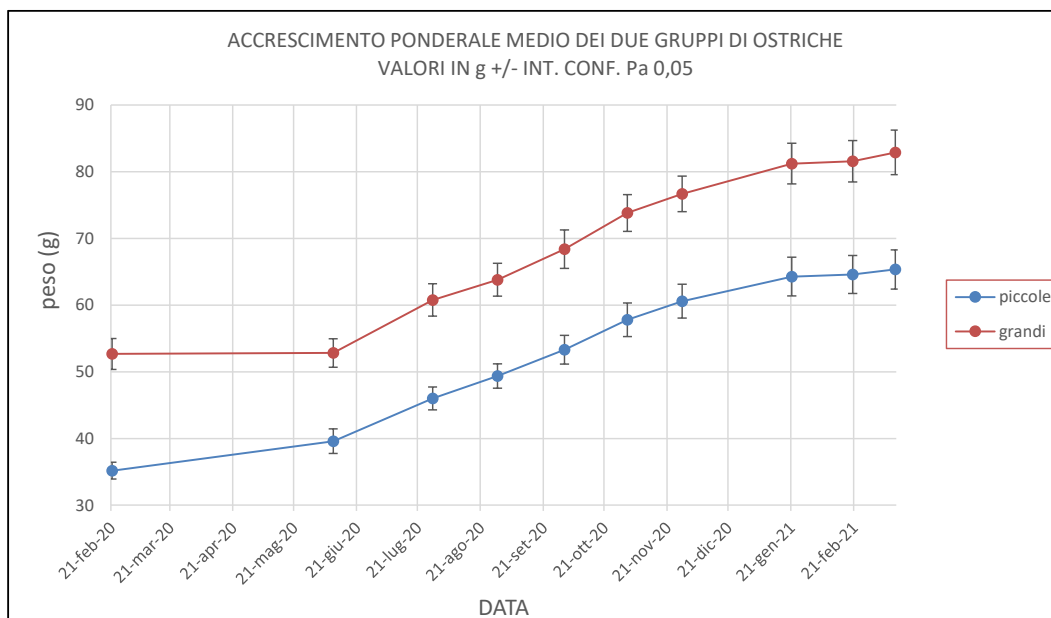


Fig. 4– curve di accrescimento dei due gruppi di ostriche

La correlazione tra temperature dell'acqua ed efficienza di accrescimento è stata ottenuta applicando il modello di crescita esponenziale standard, utilizzato normalmente sia per le piante che per gli animali marini eterotermi.

$$W1 = W0 e^{g * t1 - t0}$$

Dove:

W1 = peso dell'individuo al tempo 1

W0 = peso dell'individuo al tempo zero

g = specific growth rate

t1 - t0 = intervallo di tempo

l'unità di tempo utilizzata è il giorno

Secondo le indicazioni bibliografiche più recenti degli studi su organismi marini in allevamento (*Crane et al., 2019*) è stato calcolato sia lo **specific growth rate** giornaliero (g daily) sia il **relative growth rate** giornaliero (RGR daily). L'RGR daily, espresso in %, rappresenta la percentuale di accrescimento giornaliero.

$$g = \frac{LN W1 - LN W0}{t1 - t0}$$

$$RGR = g * 100$$

Il RGR daily ha delle caratteristiche peculiari uguali per tutte le specie, ovvero diminuisce con l'aumentare della taglia dell'individuo e ha una curva di correlazione caratteristica con le temperature dell'acqua. Un esempio molto esplicativo nella relazione Temperatura vs RGR lo troviamo molto studiato nei salmoni di allevamento (Perry et al., 2015).

La correlazione T(°C) vs RGR daily permette di identificare, indipendentemente dal tempo e dal peso dell'individuo, la Temperatura minima di accrescimento (T0), ovvero la temperatura al di sotto della quale la crescita giornaliera dell'individuo si azzerava; la Temperatura massima di accrescimento (Tmax) ovvero la temperatura massima al di sopra della quale l'accrescimento giornaliero dell'individuo si azzerava; la Temperatura ottimale di accrescimento (Topt), ovvero la temperatura alla quale l'accrescimento giornaliero

dell'individuo è massimo. I tre punti (T_0 , T_{opt} e T_{max}) rappresentano una caratteristica tipica e invariabile della specie. Nella relazione T Vs RGR daily ciò che varia, in modo inversamente proporzionale rispetto alla taglia, sono i valori assoluti di RGR daily, ma non la forma della curva e i punti di intersezione della stessa con T_0 , T_{opt} e T_{max} . Nella fig. 5 è riportato un esempio di curva T vs RGR daily per i salmoni di differenti taglie. (Perry et al., 2015).

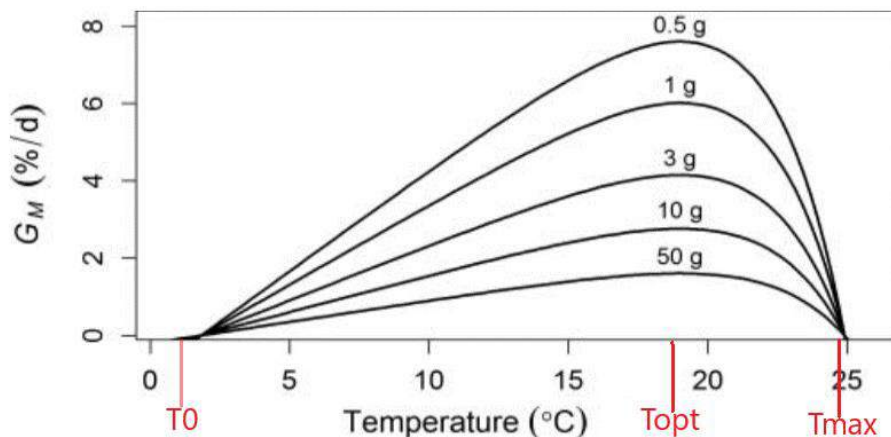


Fig. 5 - . Relative growth rates (GM) from the fitted growth model for a range of initial mass values (M_0 ; labeled above each curve) of juvenile Chinook Salmon. (Perry et al., 2015).

Per poter calcolare il tasso di accrescimento relativo giornaliero RGR daily I dati biometrici ponderali rilevati sono stati organizzati ad intervalli campionari, ad esclusione del periodo compreso tra la semina (21 gennaio 2020) e il primo campionamento utile (9 giugno 2020). Il periodo è stato escluso dall'analisi in quanto, a causa della pandemia di Covid-19, è stato imposto uno stop delle attività tra i primi giorni di marzo 2020 fino ai primi giorni di giugno 2020. Durante questo periodo non sono stati rilevati dati di alcun tipo, né è stato possibile eseguire controlli sulle ostriche. Per quanto concerne il periodo successivo, dal 9 giugno 2020 fino al 13 marzo 2021, gli intervalli di campionamento sono stati effettuati con cadenza media di 35 giorni. Inoltre dal 1 novembre 2020 al 19 marzo 2021, sia per le ostriche piccole che per le ostriche grandi, sono state campionate sempre le stesse lanterne e gli stessi settori. Pertanto nel periodo di basse temperature, essendo state misurate mediamente nel 80% dei casi sempre le stesse ostriche, i delta gli accrescimenti misurati durante questi intervalli sono molto affidabili.

Per correlare RGR daily e Temperature giornaliere dell'acqua sono stati inizialmente acquisiti i dati (misure con cadenza oraria) del mareografo di Vieste (ISPRA) per tutto il periodo compreso tra il 9 giugno 2020 e il 13 marzo 2021 (Fig. 6).



Fig. 6 – temperature acqua mareografo Vieste (ISPRA)

Ma le temperature registrate dal mareografo di Vieste, anche se rilevate in un'area molto vicina all'area di allevamento delle ostriche, potevano comunque differire dalle temperature medie giornaliere in impianto. Pertanto, per correggere i dati giornalieri del mareografo di Vieste rispetto ai valori delle temperature dell'acqua in impianto, è stata fatta un'analisi di correlazione lineare tra le temperature medie rilevate nella colonna d'acqua tra 0 e – 6 m di profondità in impianto (dati campionari con cadenza mensile da giugno a marzo) e le temperature medie giornaliere rilevate dal mareografo di Vieste nella medesima giornata di campionamento (Tab. 6).

DATA	T Vieste °C media giorno	T impianto °C media 0-6 m
14/01/2020	10,4	11,3
03/02/2020	11,9	13,1
24/06/2020	23,6	20,5
22/07/2020	26,2	23,5
22/08/2020	27,9	27,4
30/09/2020	21,4	23,4
04/11/2020	18,1	19,2
25/11/2020	15,1	15,8
22/12/2020	13,3	13,5
29/01/2021	9,7	10,7
26/02/2021	12,2	12,9

Tab. 6 T medie giornaliere Vieste e T medie rilevate in impianto tra 0 e – 6 m.

L'analisi di correlazione lineare è risultata molto elevata con un $R^2 = 0,950$ (Fig. 7). La formula ottenuta: $T_{\text{impianto 0-6}} = 0,844 * T_{\text{Vieste media giornaliera}} + 2,836$, ha permesso di correggere i dati delle temperature medie giornaliere di Vieste per ottenere le Temperature medie giornaliere in impianto tra 0 e -6m con un errore massimo del 5%.

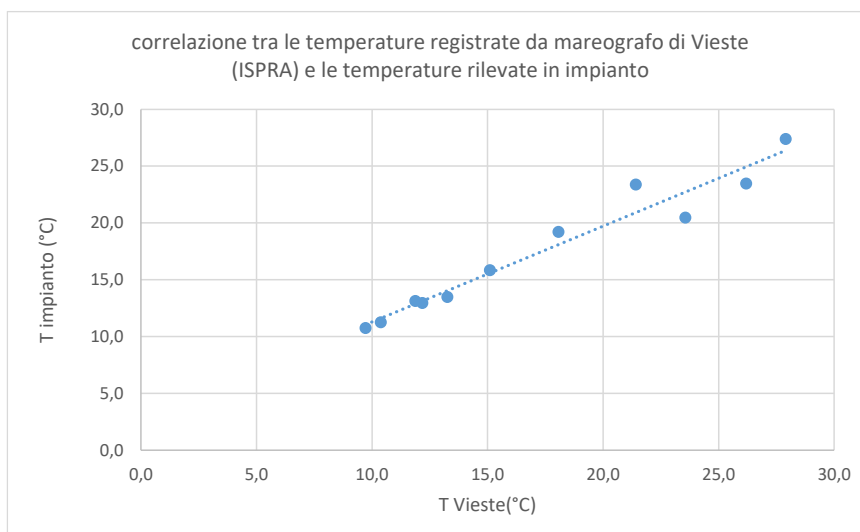


Fig. 7 – analisi di correlazione lineare tra T medie giornaliere registrate dal mareografo di Vieste e temperature medie registrate in impianto tra 0 e -6m nel medesimo giorno. $P_a = 0,05$

Tutti i dati rilevati e/o elaborati per evidenziare la relazione tra Temperature giornaliere dell'acqua e efficienza di crescita in % giornaliera (Relative Growth Rate daily) sono riassunti in tab. 7. In Tabella sono riportati gli intervalli temporali di campionamento; Il peso iniziale e finale delle ostriche sia grandi che piccole, misurato a inizio e fine intervallo; il numero di giorni dell'intervallo; le temperature medie giornaliere in acqua tra 0 e -6m calcolate ($P_a = 0,05$) e relative DS; e il tasso di crescita giornaliero in % giorno (RGR daily) calcolato nell'intervallo temporale sia per le ostriche piccole che per le ostriche grandi.

Intervallo temporale		W0 (g) piccole	W1 (g) piccole	W0 (g) grandi	W1 (g) grandi	n giorni	T mediagioraliera periodo °C	DS T media	RGR piccole % giorno	RGR grandi % giorno
09/06/2020	28/07/2020	39,6	46,0	52,8	60,8	49	23,9	1,5	0,306	0,286
28/07/2020	29/08/2020	46,0	49,4	60,8	63,8	32	26,1	0,7	0,221	0,152
29/08/2020	01/10/2020	49,4	53,3	63,8	68,4	33	24,2	1,4	0,233	0,211
01/10/2020	01/11/2020	53,3	57,8	68,4	73,8	31	19,5	1,4	0,260	0,246
01/11/2020	28/11/2020	57,8	60,6	73,8	76,7	27	17,1	1,1	0,175	0,142
28/11/2020	21/01/2021	60,6	64,3	76,7	81,2	54	13,5	2,1	0,109	0,106
21/01/2021	20/02/2021	64,3	64,6	81,2	81,6	30	11,8	1,3	0,016	0,014
20/02/2021	13/03/2021	64,6	65,3	81,6	82,9	21	13,0	0,6	0,056	0,077

Tab 7 – parametri rilevati e calcolati per definire la relazione tra temperatura ed efficienza di crescita delle ostriche in % giorno.

Plottando le temperature medie giornaliere dell'acqua di ogni periodo +/- DS e il corrispondente RGR giornaliero, è stata ottenuta la relazione di dipendenza tra temperatura dell'acqua ed efficienza giornaliera di accrescimento (Fig. 8).

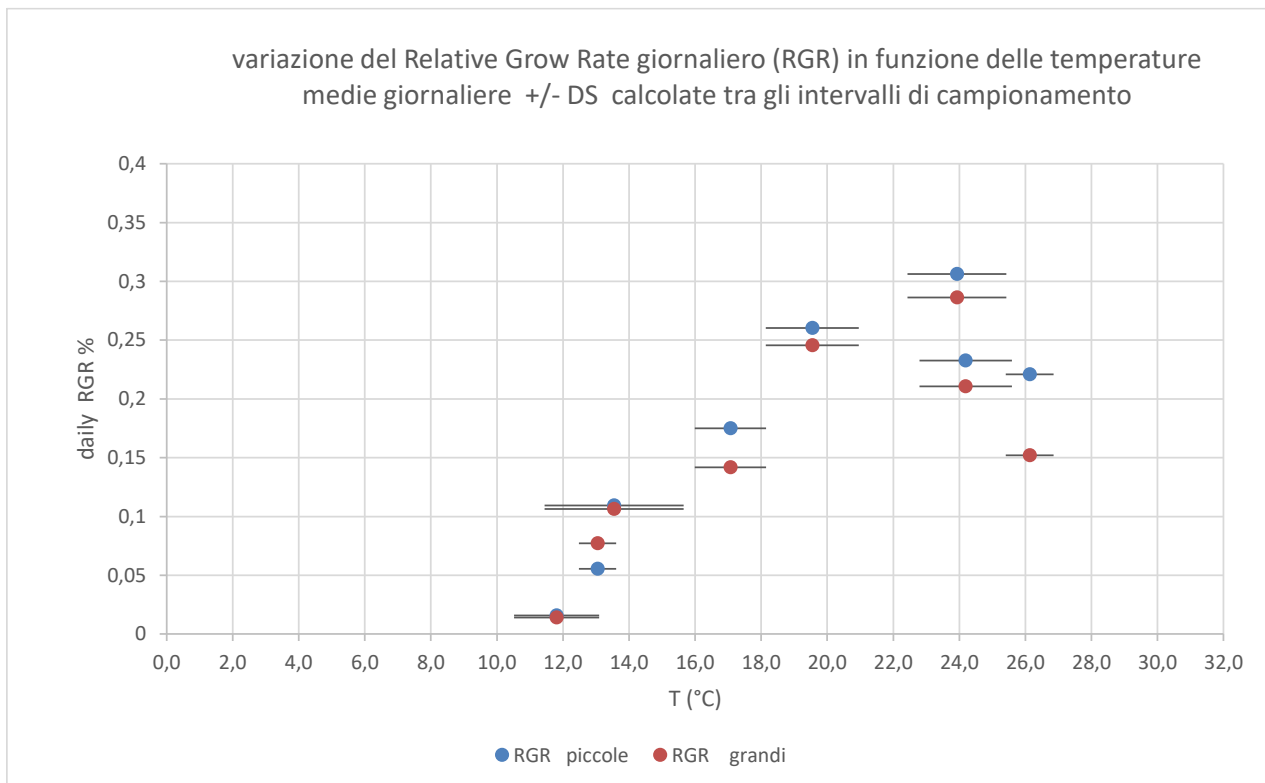


Fig. 8 - Relazione tra Temperature medie giornaliere in acqua ed efficienza di crescita giornaliera (RGR daily) in *Ostrea edulis*.

La curva ottenuta è coerente con una curva standard Temperatura vs RGR daily tipica di tutte le specie eteroteme, Così come è coerente il risultato che i valori di RGR delle ostriche grandi siano inferiori rispetto alle ostriche piccole (l'efficienza di crescita giornaliera diminuisce con l'aumentare del peso dei lotti di partenza. La massima efficienza di crescita per entrambe i lotti si è ottenuta a 23,9 °C +/- 1,5 DS ma già a 24,2 +/- 1,6 DS l'efficienza di crescita decresce rapidamente.

Dal grafico si può già evincere visivamente sia la Temperatura minima di crescita (T0) sia il range di temperatura ottimale di crescita, meno evidente la Temperatura massima di crescita. La curva dalla relazione Temperatura RGR non può essere descritta da un'unica funzione matematica, normalmente le funzioni sono due una che correla la variabile RGR tra T0 e T_{opt} ed una seconda che RGR tra T_{opt} e T_{max}.

Per semplificare abbiamo considerato lineare entrambe le funzioni e dalla loro analisi di correlazione lineare si è potuto identificare sia T0 che T_{max} e il rispettivo errore di stima (fig. 9 e fig. 10).

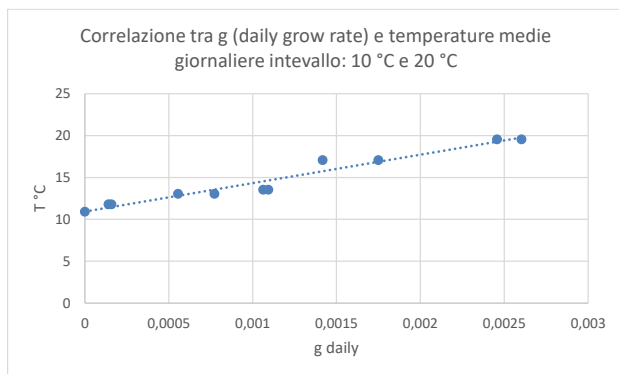


Fig. 9 – Regressione lineare per identificazione T0

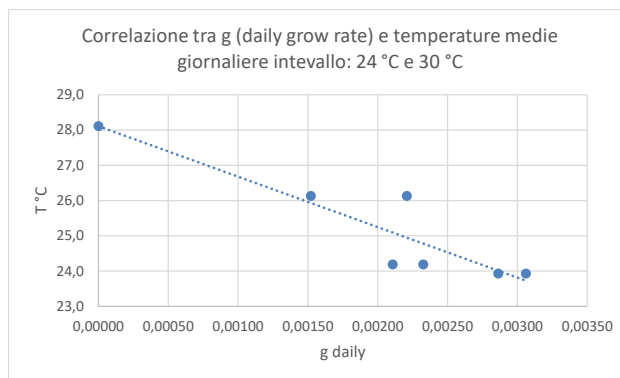


Fig. 10 – Regressione lineare per identificazione di T_{max}

$$T_0 = 10,9 \text{ °C} \pm 0,4 \text{ ES} \quad R^2 = 0,943$$

$$T_{\text{max}} = 28,1 \pm 1,6 \text{ ES} \quad R^2 = 0,543$$

Toptimum compreso tra 21 e 24 °C

Per quanto concerne la temperatura minima di accrescimento ottenuta pari a 10,9 °C ± 0,4 ES coincide con quanto già riscontrato in bibliografia (Walne 1958). L'autore ha condotto per più di 10 anni uno studio su un banco naturale di *Ostrea edulis* nel nord del Regno Unito, rilevando che la temperatura critica di accrescimento (T₀), temperatura al di sotto della quale le ostriche non crescevano, era compresa tra 10 e 12 °C, nonostante il banco di ostriche studiato sopravviveva a temperature notevolmente inferiori. Anche la temperatura minima critica per il filtration rate, misura indiretta del metabolismo, (capacità di filtrazione) di *Ostrae edulis* è stato identificato tra 10 e 12 °C (Eymann et al., 2020). Per quanto concerne il T_{opt} (temperatura ottimale di crescita), viene riportata in un range compreso tra 20 e 25 °C (Pagoga et al. 2011) come anche la temperatura ottimale del filtration rate è stata identificata tra 20 e 25 °C. Per quanto concerne invece il T_{max}, Temperatura massima oltre la quale la crescita si annulla, non abbiamo trovato dei riscontri bibliografici se non nella mortalità in relazione alla temperatura che inizia a circa 27 °C e culmina a 36 °C (75% mortalità giornaliera), e in relazione al filtration rate con punto critico a circa 28 °C (Eymann et al., 2020).

I limiti riscontrati dell'efficienza di crescita in relazione alle temperature giornaliere dell'acqua, inducono a pensare che i siti idonei per l'allevamento di *Ostrea edulis* lungo le coste italiane siano limitati ai siti off-shore. Inoltre il posizionamento dei sistemi di allevamento (ceste, lanterne o altro) andrebbe fatto su batimetriche idonee a evitare temperature inferiori agli 11 °C e superiori ai 24 °C. Ponendo infatti la massima efficienza di crescita (100%) tra 21 e 24 °C, dalla relazione T / RGR ottenuta si evince che, per ogni grado centigrado al di sotto dei 21 °C, l'efficienza di crescita diminuisce del 10% circa fino ad annullarsi a 11°C. Così come per ogni grado centigrado oltre i 24 °C l'efficienza di crescita diminuisce ben del 25% fino ad annullarsi a 28°C.

RELAZIONE TRA EFFICIENZA DI CRESCITA, INDICE DI CONDIZIONE E QUANTITA' DI FITOPLANCTON IN MARE

Dai risultati dell'analisi quali-quantitativa del fitoplancton ottenuti, è stato possibile estrapolare il trend della concentrazione di fitoplancton in mare (n. cellule/litro) a -5m nelle 3 stazioni di prelievo, di cui due in impianto (stazioni A) ed una di controllo esterna all'impianto (B). I risultati sono illustrati nella Fig. 11.

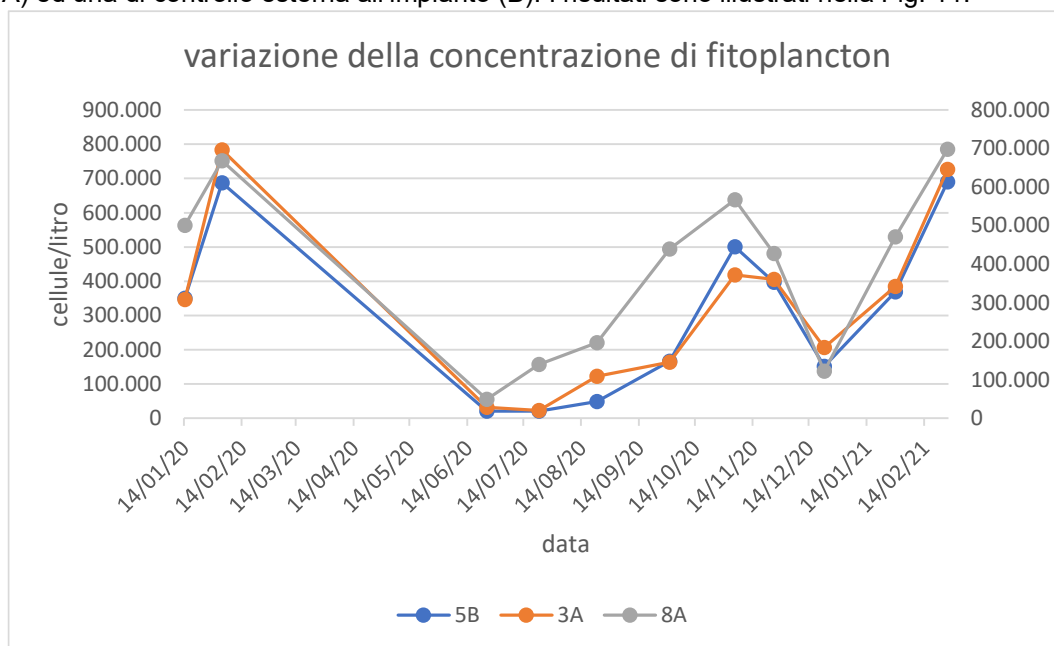


Fig. 11 – concentrazioni mensili di fitoplancton a - 5 m registrati nelle tre stazioni di campionamento.

Il grafico evidenzia un andamento apparentemente ciclico della concentrazione di fitoplancton, con il massimo di 800.000 cellule/litro che si raggiunge nella stagione invernale tra gennaio e marzo, ed un minimo nella stagione estiva, tra giugno e luglio, di circa 50.000 cellule/litro (valore medio delle tre stazioni tra giugno e luglio).

Confrontando le concentrazioni di fitoplancton con l'efficienza di crescita (RGR - % di crescita giornaliera) illustrata nella precedente Tab. 7, si può constatare come, per entrambe i lotti di ostriche, il massimo della efficienza di crescita sia stato raggiunto a giugno (quando la concentrazione di fitoplancton era minima), ed il minimo proprio a febbraio e marzo (quando invece la concentrazione del fitoplancton era massima).

Ciò non significa che le condizioni trofiche non influenzino la crescita ponderale dell'ostrica, ma semplicemente che la Temperatura è il fattore limitante della crescita, e che la concentrazione minima di 50.000 cellule/litro sia sufficiente a garantire l'efficienza di crescita che è stata registrata con una temperatura compresa nell'intervallo ottimale (21°C – 24°C).

Un risultato diverso emerge dal confronto tra concentrazione di fitoplancton e fattore di condizione di tipo 1 (FC1), ovvero il rapporto percentuale tra peso del mollusco interno all'ostrica rispetto al peso fresco complessivo dell'ostrica stessa (Tab. 8).

LOTTO OSTRICHE	DATA	FC1	DS	ES
OSTRICHE PICCOLE	09-giu-20	10,52	2,67	0,84
OSTRICHE PICCOLE	13-mar-21	14,30	2,35	0,74
OSTRICHE GRANDI	09-giu-20	8,75	1,63	0,52
OSTRICHE GRANDI	13-mar-21	15,92	2,82	0,94

Tab.8 – FC1 riscontrato a giugno e a marzo nei due lotti di ostriche.

I risultati ottenuti mostrano che il valore più elevato dell'FC1 si raggiunge proprio nel periodo di massima concentrazione di fitoplancton, mentre il valore minimo si registra a giugno quando la concentrazione di fitoplancton è minima.

I risultati ottenuti del confronto tra concentrazione di fitoplancton e i due parametri Peso Fresco e FC1 non sono in contraddizione, ma semplicemente non sono interdipendenti tra loro. Mentre infatti il peso fresco dell'ostrica è il peso della conchiglia + peso del mollusco interno + peso dell'acqua di mare all'interno dello spazio intervalvare, l'FC1 è il rapporto percentuale tra peso fresco del mollusco interno rispetto al peso fresco totale dell'ostrica. L'FC1 inoltre è condizionato dall'elevato rapporto gonadosomatico tipico di molti molluschi bivalvi, ovvero quando si verificano le condizioni ambientali ottimali il mollusco sviluppa le gonadi il cui volume e relativo peso può arrivare a far raddoppiare il peso dello stesso individuo.

Nei test per il calcolo dell'FC1 realizzati nel mese di marzo è stato possibile evidenziare che oltre l'80% delle ostriche avevano gonadi molto sviluppate (Fig. 12). Elevati stadi di maturazione gonadica nei periodi di febbraio e marzo sono già stati evidenziati nell'area del Medio Adriatico (Renzoni, 1961), L'autore afferma che il periodo di gametogenesi inizia già tra febbraio e marzo ed il periodo di riproduzione è compreso da maggio a ottobre con temperature superiori a 16°C.



Fig. 12 - sviluppo gonadico campione di marzo

In conclusione da quanto osservato una elevata concentrazione di fitoplancton in mare sembra influenzare positivamente l'FC1 e il relativo sviluppo delle gonadi, ma non è stato possibile, per il disegno sperimentale adottato, valutare l'incidenza sull'efficienza di crescita dell'ostrica, che invece è sicuramente fortemente limitata dalla temperatura.

Da un punto di vista commerciale sia il peso fresco dell'ostrica sia l'FC1 sono molto importanti. Il peso fresco è infatti l'unità di misura utilizzata per la vendita del prodotto, l'indice di condizione invece è utilizzato per stabilire la qualità del prodotto stesso. Ovviamente i grossisti o i consumatori non fanno certo un'analisi dell'FC1, ma semplicemente stabiliscono se il bivalve sia "pieno" (alto FC1) o "vuoto" (basso FC1). Il prezzo di vendita è estremamente condizionato dall'FC1, ad esempio nei mitili destinati al dettaglio che se sono "vuoti", i commercianti non le acquistano e, se le acquistano, lo fanno a prezzi decisamente molto bassi. D'altronde anche il consumatore finale non è disposto a comprare un prodotto "vuoto".

RESA E MORTALITA'

La mortalità finale in circa 13 mesi di prova è stata elevata in relazione alla taglia iniziale delle ostriche. Nelle tabelle 9 e 10 sono riportate le mortalità dei due gruppi di ostriche che è risultata del 31,9% per le ostriche piccole e del 29,3% per le ostriche grandi. Al riguardo è importante sottolineare l'incidenza sul tasso di mortalità dovuta ad una manipolazione errata delle ostriche nel corso del campionamento del 9 giugno 2020. Durante il campionamento, infatti, furono portate a terra tutte le lanterne di allevamento, e furono rilevati diversi

parametri quali la mortalità (che fino a quella data è risultata dello 0,1%), il fouling sulle reti e furono eseguiti i rilevamenti biometrici del subcampione delle lanterne n. 5 e n. 10. Le operazioni che solitamente venivano vedevano un periodo all'aria delle ostriche di circa 6 ore, di fatto è stato prolungato per circa 30 ore a causa di una avaria al motore della imbarcazione di servizio, peraltro in giornate con temperature elevate.

Nel campionamento successivo del 28 luglio 2020 furono cambiate le maglie delle reti delle lanterne e pertanto furono ricontrattate nuovamente tutte le ostriche. In quel campionamento fu riscontrata una elevata mortalità, legata all'incidente del mese precedente, che è stata rispettivamente del 19,9% per le ostriche piccole e del 18% per le ostriche grandi.

OSTRICHE PICCOLE N. MORTI		6					7					8					9					10					TOTALE	% PER CAMPIONAMENTO					
LANterna	SETTORE	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		
SEMINA	21/02/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	09/06/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,1
	28/07/2020	4	3	4	5	14	13	7	7	8	26	10	4	9	5	12	7	4	3	1		5	14	8	12	14	199	19,9					
	29/08/2020										1	2	1	0	3																7	0,7	
	01/10/2020										2	0	3	2	1																8	0,8	
	01/11/2020						7	4	0	3	5																					19	1,9
	28/11/2020						0	0	2	1	0																					3	0,3
	21/01/2021						1	0	1	1	0																					3	0,3
	20/02/2021						0	0	0	0	0																					0	0,0
	13/03/2021	3	2	2	3	5	1	0	0	1	1	3	1	4	6	5	0	2	1	2		8	9	6	6	9	80	8,0					
	TOTALE MORTI PER SETTORE	7	5	6	8	19	22	11	10	14	32	16	7	17	13	21	7	6	4	3		13	23	14	19	23	320	31,9					
	TOTALE MORTI PER LANterna	45					89					74					20					92					320	31,9					
	% MORTALITA' PER LANterna	22,5					44,5					37					12,5					38,0											
SEMINA		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	40	40	48	48	48	48	50	1002						
SOPRAVV TEORICHE		33	35	34	32	21	18	29	30	26	8	24	33	23	27	19	33	34	0	36	37	35	25	34	29	27	682						
MISURATE CON DOPPI FINALE		33	36	34	30	21	18	27	30	26	8	24	33	22	27	19	33	34	0	36	36	31	20	34	29	27	668						
SCOMPARE		0	-1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		-1	0	0	0	0	4						
PRELEVATE PER FC1																						5	5				10						

Tab.9 – mortalità registrata nel gruppo delle ostriche piccole.

OSTRICHE GRANDI N. MORTI		1					2					3					4					5					TOTALE	% PER CAMPIONAMENTO					
LANterna	SETTORE	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		
SEMINA	21/02/2020																										1	0	0	0	0	1	0,1
	09/06/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	28/07/2020	3	5	11	8	7	6	6	3	5	18	7	7	2	7	9	3	7	4	7	6	5	7	15	17	9	184	18,0					
	29/08/2020																0	2	1	0	2						5	0,5					
	01/10/2020																2	4	2	3	4						15	1,5					
	01/11/2020						0	3	2	3	2																10	1,0					
	28/11/2020						1	0	0	1	0																2	0,2					
	21/01/2021						0	0	2	0	1																3	0,3					
	20/02/2021						0	1	1	0	1																3	0,3					
	13/03/2021	5	0	6	3	5	1	0	0	0	0	1	3	6	5	2	2	4	3	4	4	4	3	6	4	5	76	7,5					
	TOTALE MORTI PER SETTORE	8	5	17	11	12	8	10	8	9	22	8	10	8	12	11	7	17	10	14	16	10	10	21	21	14	299	29,3					
	TOTALE MORTI PER CESTA	53					57					49					64					76					299	29,3					
	% MORTALITA' PER LANterna	26,5					28,5					24,5					40,0					34,5											
SMINATA		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	44	44	44	44	44	1020						
SOPRAVV TEORICHE		32	35	23	29	28	32	30	32	31	18	32	30	32	28	29	33	23	30	26	24	34	34	23	23	30	721						
MISURATE CON DOPPI FINALE		31	35	24	29	28	32	30	32	30	18	32	31	31	28	28	33	23	30	26	24	29	29	22	23	30	708						
SCOMPARE		1	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3						
PRELEVATE PER FC1																						5	5				10						

Tab.10 – mortalità registrata nel gruppo delle ostriche grandi.

Altro aspetto rilevante che indica la cattiva manipolazione la causa della mortalità registrata tra giugno e luglio 2020, è che nel periodo successivo la perdita di individui è rientrata in valori simili a quelli osservati precedentemente a giugno.

Se dalla mortalità totale registrata a fine ciclo escludiamo la mortalità indotta dall'incidente del 9 giugno 2020, la mortalità residua si attesta intorno all' 11% in 13 mesi per entrambe i lotti.

Un'altra osservazione riguardo la scarsa tolleranza dell'ostrica piatta alla manipolazione e basata sulla mortalità indotta dalla eccessiva manipolazione delle lanterne. Se consideriamo infatti il numero di morti delle lanterne meno utilizzate per le biometrie (la n. 1 la n. 3 la n. 6 e la n. 9) ci accorgiamo che mediamente la mortalità finale è significativamente inferiore rispetto a tutte le altre lanterne che invece hanno subito molte manipolazioni e portate più spesso a secco. (Tab.11)

CATEGORIA	N. LANTERNE	MORTALITA' FINALE MEDIA %	DS
lanterne che hanno subito 2 manipolazioni anno	4	21,5	6,2
lanterne che hanno subito da 3 a 7 manipolazioni anno	6	35,3	5,4

Tab. 11 –confronto della mortalità media finale tra lanterne che hanno subito differenti manipolazioni.

In conclusione la mortalità delle ostriche poste in allevamento, se escludiamo incidenti ed eccessiva manipolazione legata ad esigenze di ricerca, è stata sicuramente inferiore al 10% in 13 mesi.

GESTIONE DEL FOULING STAGIONALE

Il fouling rappresenta un problema in tutti gli impianti di maricoltura, in particolar modo quando si utilizzano reti per delimitare i volumi di allevamento. Anche nel nostro caso, utilizzando come sistema di allevamento delle lanterne composte da uno scheletro in acciaio armonico rivestito e suddiviso in settori sovrapposti da una rete in poliammide (nylon), le incrostazioni della rete da parte di organismi sessili marini rappresentano sia un problema biologico che gestionale. Se le reti della lanterna si intasano a causa del fouling le conseguenze biologiche per le ostriche poste all'interno delle reti potrebbero essere molto gravi, quali: anossia, mancanza di cibo, aumento dei cataboliti etc. Questi fenomeni potrebbero influire sia sulla crescita che sulla mortalità degli individui allevati. Da un punto di vista gestionale la pulizia delle reti dal fouling incide notevolmente sui costi di gestione dell'impianto stesso.

Durante tutto il periodo di prova, in concomitanza dei rilievi biometrici, sono state eseguite delle analisi qualitative sul fouling instaurato sulle reti, nonché la valutazione della resistenza dello stesso all'esposizione all'aria.

FOULING PRIMARIO

Il fouling primario rappresenta la prima colonizzazione delle reti delle lanterne. Gli organismi che lo compongono sono principalmente batteri e diatomee unicellulari mucillaginose aggregate a particellato organico. Si presenta come dei filamenti mucosi di colore bruno che possono arrivare alla lunghezza anche di diversi millimetri. Il fouling primario si instaura sulle reti molto rapidamente ma se le maglie della rete sono superiori a 12 mm non crea quasi mai fenomeni di intasamento. Durante tutto il periodo di allevamento è stato sempre riscontrato il fouling primario su tutte le lanterne e indipendentemente dal periodo stagionale. L'esposizione all'aria delle lanterne per un periodo di tempo compreso tra 2 e 4 ore ha sempre provocato la morte e l'eliminazione del fouling primario.

FOULING SECONDARIO.

Il fouling secondario si forma con tempi molto più lunghi rispetto a quello primario ed è formato da organismi a crescita più lenta come briozoi, idrozoi, alghe, mitili. Durante i 13 mesi di prova sono state osservate principalmente due tipi di colonizzazione secondaria: Idrozoi coloniali e mitili

IDROZOI COLONIALI

Nel periodo tra agosto e novembre sulle reti delle lanterne di allevamento si è riscontrata una crescita elevata di Idrozoi, coloniali, la specie è stata identificata in *Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1785) (Fig. 13). L'organismo forma delle colonie chitinee ramificate flessibili e ben salde sulla rete delle lanterne. In generale la colonia tende a crescere ortogonale alla rete e pertanto non crea gravi ostruzioni della stessa.

I polipi della colonia muoiono con una esposizione all'aria tra 2 e 4 ore, ma lo scheletro della colonia rimane sulla rete e deve essere tolto manualmente. (Fig. 14)



Fig. 13 - *Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1785)



Fig. 14 - scheletro chitinoso di *Eudendrium racemosum*

MITILI

Il problema più grave riscontrato durante i 13 mesi di prova, in termini di gestione del fouling, è stato la colonizzazione delle reti delle lanterne da parte del seme di mitili. Ovviamente il seme di mitili non era possibile evitarlo visto che la prova di allevamento delle ostriche era proprio condotta in policoltura con i mitili. In totale nell'area si sono avuti due cicli di emissione di larve: una in tarda primavera, comunque prima del 9 giugno, ed una seconda in autunno tra fine settembre ed ottobre.

In entrambe i casi a distanza di due mesi si è riscontrata una elevata concentrazione di seme di mitili sia sulle reti che sulle conchiglie delle ostriche stesse (Fig. 15).



Fig. 15 - seme di mitili sulle conchiglie di ostrica

Purtroppo una volta che i mitili si attaccano sulle reti e sulle ostriche, non è possibile eliminarli con una esposizione all'aria delle lanterne. L'unica possibilità di eliminazione dei mitili con questa tecnica è l'esposizione all'aria delle lanterne nel lasso di tempo tra adesione dei veliger alle strutture e la loro trasformazione in seme. Tale tempistica però non è assolutamente facile da prevedere. Nella seconda emissione di larve di mitili, avvenuta in autunno, le lanterne n. 2 e n. 7 sono state portate a secco ogni 30

giorni circa fino a fine ciclo. Le stesse a fine prova presentavano una quantità di seme di mitili quasi nulla rispetto a tutte le altre rimaste in immersione continua dal 1 ottobre fino a marzo dell'anno successivo. In conclusione l'eliminazione del fouling dalle lanterne di allevamento può essere ottenuta con una esposizione all'aria delle strutture, per un periodo di tempo tra 2 e 4 ore, e con una cadenza ciclica tra 20 e 30 giorni. Tale sistema di lavoro sembra possa mitigare anche la colonizzazione delle strutture da parte del seme di mitili.

PREZZI DI MERCATO DELL' *Ostrea edulis*

Una prima analisi sul prezzo dell'ostrica piatta è stata condotta consultando gli operatori all'ingrosso che si riforniscono di mitili dagli impianti di Cagnano Varano. I risultati ottenuti sono stati poco attendibili e spesso incoerenti, di fatto nessuno dei grossisti locali consultati commercializzava ostrica piatta e pertanto gli stessi non sono stati in grado di fornire delle valide indicazioni sul valore di mercato della specie. Una prima indicazione valida è stata ottenuta da un grossista di Santa Marinella (Roma), che ci ha fornito i prezzi di vendita dell'ostrica piatta che applicava ai suoi clienti nel periodo di dicembre 2020. I prezzi di vendita oscillavano tra i 22 €/Kg e i 24 €/Kg, ma non ha fornito dettagli sui prezzi di acquisto delle ostriche che peraltro ha confermato provenienti tutte da allevamenti francesi.

Gli unici dati certificati sono stati acquisiti da uno studio di BMTI, pubblicato on-line nel 2019 e finanziato su fondi FEAMP, che ha preso in esame i prezzi medi mensili dell'ostrica piatta, negli anni 2017-2019, battuti nei mercati all'ingrosso di Milano, Roma e Genova.

Le quotazioni dell'ostrica piatta riportate all'ingrosso variavano da 10 €/Kg a 14 €/Kg con un trend leggermente in aumento negli anni. Le ultime quotazioni riportate del 2019 erano comprese tra 11 €/Kg del mercato ittico di Milano a 14 €/Kg del mercato ittico di Genova.

Nel nostro caso studio il mercato ittico più vicino su cui potenzialmente immettere il prodotto è Roma in cui, dagli ultimi dati riportati da BMTI riguardanti il 2019, il prezzo di vendita all'asta si è attestato intorno ai 12,5 €/Kg.

Da questa quotazione media occorre togliere il costo sia della mediazione che del trasporto da Cagnano Varano a Roma che, a seconda delle quantità di prodotto spedito, potrebbe incidere fino a 2,5 €/Kg.

In definitiva si ritiene che l'ostrica piatta prodotta e confezionata a Cagnano Varano potrebbe spuntare franco impianto un prezzo medio di 10 €/Kg.

ANALISI DI CONFRONTO DELLA PRODUTTIVITA' IN LONG LINE TRA ALLEVAMENTO DI *Mitilus galloprovincialis* ED ALLEVAMENTO DI *Ostrea edulis*

Valutare la possibilità di una diversificazione di prodotto ad alto valore economico, quale l'*Ostrea edulis*, in un impianto di maricoltura di mitili in long-line già esistente, è uno degli obiettivi principali del presente progetto. La Jolly Mare Soc. Coop. è una azienda storica e ben consolidata, che da molti anni produce mitili nei suoi impianti situati sia all'interno del lago di Varano (area di captazione e preingrasso del seme di *Mitilus galloprovincialis*), sia in mare aperto con un impianto in long line di oltre 200 ettari. Nella analisi di seguito riportata è stata affrontata la problematica di comparare la produttività attuale dell'impianto della Jolly Mare, in termini di valore economico della produzione di mitili standardizzato per campata (170 m) di long line e per anno solare, rispetto alla potenziale produttività di ingrasso di ostrica piatta.

L'analisi di produttività sui mitili non tiene conto dei costi di produzione (sia fissi che variabili, sia diretti che indiretti) ma solo del valore della produzione in termini di valore economico annuale generato da ogni campata di long line, nell'assunto che, se l'azienda opera da diversi decenni senza alcun problema economico/finanziario, i costi di produzione complessivamente sono sicuramente inferiori al valore della produzione annuale.

L'analisi simulata sulla produttività di ostrica piatta (in alternativa ai mitili) standardizzata per campata (170 m) di log line e per anno solare tiene conto invece sia del valore della produzione che è possibile generare, ma anche dei costi aggiuntivi (sempre standardizzati per campata e per anno solare) che l'azienda dovrebbe affrontare per produrre *Ostrea edulis* rispetto alla produzione standard di mitili.

PRODUTTIVITA' ATTUALE MITILI

Il ciclo produttivo attuale di mitili ha inizio con la captazione del seme e la fase di preingrasso nelle concessioni situate all'interno del lago di Varano. La fase di preingrasso ha una durata di 4 mesi e successivamente il prodotto viene dopo opportuna lavorazione spostato negli impianti in mare per la fase di ingrasso della durata di ulteriori 13 mesi.

- Durata media ciclo produttivo mitili fino alla vendita: 17 mesi;
- lunghezza utile campata long-line: 170 m;
- numero di reste per campata: 170;
- produzione finale per resta in 17 mesi di ciclo produttivo (valore medio): 40 Kg;
- produzione finale per campata in 17 mesi di ciclo produttivo: 6.800 Kg/campata x ciclo;
- produzione finale per campata parametrata per anno: 4.800 Kg/campata x anno;
- prezzo di vendita medio della Jolly Mare: 0,5 €/Kg;
- valore della produzione annuale per campata generato: 2.400,00 €/anno x campata.

PRODUTTIVITA' SIMULATA OSTRICA PIATTA

Per quanto concerne la stima della produttività annua di ostrica piatta per campata di long-line è stata eseguita una simulazione partendo sia dai dati ottenuti durante la prova che dai dati esistenti in bibliografia. La stima è stata eseguita partendo dai seguenti parametri:

- ciclo di produzione previsto: solo ingrasso partendo da individui di 6/7 g da posizionare in lanterne a 10 piani poste nella campata ad una distanza di circa 1,8 m per un totale di 90 lanterne per campata;
- durata de ciclo produttivo dalla taglia di 6/7 g fino alla taglia media di 65 g: di circa 20 mesi. La durata è stata dedotta sia dalle crescite registrate durante la prova eseguita nel presente progetto, sia dalla consultazione di dati bibliografici sui tempi di crescita di *Ostrea edulis* in Adriatico, che in alcuni casi riportano una crescita dal seme alla teglia commerciale di 55 g in circa 16 mesi (Burioli et Al, 2015);
- Mortalità prevista per ciclo produttivo di 20 mesi: 30%. Sia dalle nostre analisi sulla mortalità sia dai dati bibliografici sull'utilizzo di lanterne in impianti di mitili in long-line emerge un indice di mortalità di circa 1% mensile. Nella simulazione abbiamo considerato invece un indice di mortalità mensile più conservativo di 1,5% mese;
- Densità finale di ostriche di 65 g per piano delle lanterne: 40 ind./piano da 0,2 m². Pari a 400 ostriche per lanterna;
- Densità iniziale di semina nelle lanterne: 58 ind./piano. Pari a 580 ostriche di 7 g per lanterna.

Stima della produttività annuale di *Ostrea edulis* per campata di long-line:

- Durata fase di ingrasso: 20 mesi;
- lunghezza utile campata long-line: 170 m;
- numero di lanterne da 10 piani per campata: 90;
- produzione finale lanterna in 20 mesi di ingrasso (40 ind/piano finale – peso medio finale 65 g): 26 Kg;
- produzione finale per campata in 20 mesi di ingrasso: 2.340 Kg/campata x ciclo;
- produzione finale per campata parametrata per anno: 1.404 Kg/campata x anno;
- prezzo di vendita medio *Ostrea edulis* 10,00 €/Kg;
- valore della produzione annuale per campata generato: 14.040,00 €/anno x campata.

Per poter fare però il confronto della produttività annua tra mitili e ostriche occorre analizzare e considerare i costi aggiuntivi annui per campata che l'azienda dovrebbe affrontare per poter differenziare la produzione da mitili a ostrica piatta. È intuitivo che alcune voci di costo rimangano uguali a prescindere della specie allevata come ad esempio l'ammortamento degli impianti e dei mezzi esistenti come i long-line o le imbarcazioni, ma

altre voci di costo varierebbero passando dall'allevamento di mitili a quello di ostriche piatte, come ad esempio il costo del seme di ostrica che nel caso dei mitili è nullo in quanto captato da risorse naturali. Di seguito sono riportate le voci di costo e relativa stima del valore annuale per campata che sono state considerate nei costi aggiuntivi per produrre ostrica piatta al posto dei mitili.

COSTI VARIABILI:

- Costo del seme. In totale è stato precedentemente stimato che occorre seminare 580 ostriche di 6/7 g per ogni lanterna, pari a 52.200 ostriche per campata per ciclo produttivo di 20 mesi. Dai prezzi di mercato 2021 dello schiuditoio di molluschi NATUREDULIS di Goro abbiamo appreso che il prezzo di vendita del seme di taglia T6 (ovvero selezionato con vaglio da 6 mm) è di 0,022 €/pezzo. La taglia di 6/7 g è più grande di un T6 e pertanto si è stimato il costo di circa 0,1 €/pezzo che per un totale di 52.200 individui corrisponde ad un costo di 5,220 € per campata ogni 20 mesi, pari ad un costo annuo di 3.132 €/campata;
- Materiali di consumo. Tra i due tipi di allevamento la differenza di costi nei materiali di consumo è data dal packaging. Mentre la quasi totalità dei mitili prodotti dalla Società sono venduti direttamente in rete, l'immissione sul mercato delle ostriche necessita di cassette di confezionamento in materiale idoneo, reggette di chiusura ed etichettatura. Il costo medio del packaging di prodotti ittici lavorati e semilavorati è di circa 0,5 €/Kg pertanto l'incidenza annuale sulle ostriche prodotte da una campata, pari a 1404 Kg, ammonterebbe a 702 €/anno per campata.

COSTI FISSI:

- Costi del personale. Per quanto concerne i costi del personale, in termini di ore/uomo su base annuale per campata abbiamo preso in considerazione una media di 10 ore uomo mensile per campata di 90 lanterne che corrisponderebbero a 1 ore/uomo per 10 giorni mensili necessari a salpare a rotazione le lanterne per esporle all'aria a rotazione, al fine di eliminare il fouling dalle strutture. In totale anno corrispondono a 120 ore/uomo che ad un costo medio lordo di 10 €/ora avrebbero una incidenza complessiva annua per campata di 1.200 €.
- Ammortamento costo lanterne. Una voce di costo importante nell'allevamento di ostriche è rappresentato dalle lanterne. Nel caso di un ciclo di 20 mesi per ogni campata occorrono 2 set di 90 lanterne di maglia rispettivamente di 9 mm e 12 mm. Da preventivi aggiornati sul costo 2021 delle lanterne di 10 piani risulta un valore medio di circa 65 €/lanterna. Dai dati acquisiti dai fornitori la durata media in immersione delle strutture è di almeno 3 anni per ogni set di lanterne per un totale di 6 anni di copertura in immersione. Pertanto il costo complessivo di 180 lanterne, pari a 11.700 € ha un tempo di ammortamento di massimo 6 anni ed un incidenza di costi annuali per campata pari a 1.950 €.

TOTALE COSTI AGGIUNTIVI ANNUALI PER CAMPATA PER ALLEVARE OSTRICA PIATTA:

- Costo del seme	3.112,00 €
- Costo materiali di consumo	700,00 €
- Costi aggiuntivi del personale	1.200,00 €
- Ammortamento lanterne	1.980,00 €

TOTALE COSTI AGGIUNTIVI 6.992,00 €

In conclusione allo stato attuale l'allevamento di mitili genera un reddito lordo annuo per campata stimato in 2.400,00 €, invece l'allevamento di ostriche al posto dei mitili potrebbe generare un reddito lordo, al netto dei costi aggiuntivi considerati, pari a 7.048,00 €/anno per campata.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti hanno evidenziato che la specie *Ostrea edulis* ha delle caratteristiche biologiche, in termini di accrescimento ponderale, fortemente limitate dalle temperature dell'acqua. La temperatura giornaliera dell'acqua infatti condiziona l'efficienza di crescita della specie con un intervallo ottimale compreso tra 21°C e 24°C. L'efficienza di crescita al di sotto di 21°C sembra diminuire con un rate del 10% per ogni grado in meno

e si annulla al di sotto dei 11 °C. con temperature superiori a 24°C il rate di efficienza di crescita sembra diminuire del 25% per ogni grado in più fino ad annullarsi tra i 28°C ed i 29 °C. Le indicazioni ottenute possono sicuramente essere importanti per uno sviluppo futuro dell'allevamento della specie, i limiti riscontrati della specie nei confronti della temperatura possono sicuramente essere utilizzati per la scelta dei siti di allevamento e per la programmazione dei cicli di allevamento.

Un altro risultato interessante è relativo alla mortalità in allevamento che, esclusa la perdita dovuta alla al danno dovuto dal natante di servizio che ha tardato la reimmersione degli stock in giugno 2020, è risultata di circa inferiore all'1%/mese, ma la stessa risulta fortemente condizionata dalla frequenza di manipolazione degli individui. La specie pertanto sembrerebbe molto più sensibile alle emersioni in aria e alle manipolazioni rispetto a *Crassostrea gigas*.

L'area di marina dove è stata condotta la prova si è dimostrata buona anche in termini di nutrimento (fitoplancton) in tutto il periodo di prova. La concentrazione minima di fitoplancton di 50.000 cellule/litro è stata registrata nei mesi di giugno e luglio, ma non è stato possibile, per il disegno sperimentale adottato, quantificare la relazione tra concentrazione di fitoplancton e crescita delle ostriche in valore assoluto. Per tutto il periodo di prova sia nell'area non sono mai stati registrati fenomeni distrofici, né di eccessiva diminuzione di ossigeno né variazioni significative di salinità.

Da un punto di vista zootecnico la prova di allevamento di ostriche in policoltura con mitili nell'impianto in long line della Jolly Pesca OP ha complessivamente dimostrato la fattibilità tecnica del sistema. Strutturalmente le lanterne con reti in polietilene si sono dimostrate affidabili e funzionali, non avendo subito alcun danno causato dagli eventi meteomarinari che si sono verificati durante il periodo di prova.

I tempi di crescita dell'ostrica sono stati buoni e compatibili con la possibilità di avere un ciclo completo, partendo dal seme di 6/7 g fino alla taglia commerciale di 60 g, in circa 20 mesi. Tale tempistica potrebbe essere migliorata se le lanterne si collocassero su batimetriche superiori ai 5 metri, o meglio ancora se venissero spostate, a seconda delle stagioni, su batimetriche differenti, in modo tale che le ostriche si trovino sempre in uno strato di acqua con temperature superiori a 13 °C e inferiori a 25 °C. In tal modo si otterrebbe l'efficienza di crescita giornaliera migliore e si ridurrebbero i tempi di allevamento.

La gestione delle lanterne di allevamento in policoltura con le reste dei mitili non ha creato grandi aggravii gestionali allo staff che gestiva i mitili nel medesimo impianto. Un elemento critico è stato la gestione del fouling che, nel caso di un sistema di produzione industriale con un elevato numero di lanterne, indurrebbe gli operatori a dedicare giornalmente una parte del lavoro a portare a secco per 2-4 ore un certo numero di lanterne. Tale operazione potrebbe togliere sia spazi in barca che forza lavoro per la normale lavorazione dei mitili.

La comparazione tra produttività annuale per campata di long-line di mitili e la simulazione della produttività annuale di ostriche per campata ha evidenziato che il reddito generato dall'ostrica piatta è circa tre volte superiore a quello generato dai mitili. Ovviamente l'indicazione nasce da una simulazione e pertanto è soggetta ad errori legati alla stima dei parametri di partenza considerati che nella realtà potrebbero essere differenti. Inoltre la simulazione parte direttamente con la fase di ingrasso con individui di ostrica piatta di 6/7 g alla semina, ma tale possibilità è attualmente irrealizzabile. Lo schiuditoio (centro di riproduzione artificiale per molluschi) di Goro infatti vende seme di ostrica piatta di taglia T6, ben più piccoli di 6/7 g, che necessitano di una fase di preingrasso prima di essere portati nel long-line.

In conclusione per sviluppare appieno la policoltura mitili/ostrica piatta negli impianti della Jolly mare di Cagnano Varano occorrerebbe effettuare una ulteriore prova, con almeno 60.000 ostriche, della durata di almeno tre anni. La prova dovrebbe partire dalla semina negli impianti interni al lago di Varano di individui di ostrica piatta di taglia T6, verificare i tempi di preingrasso e i costi fino a taglia di 6/7 g e poi chiudere il ciclo di ingrasso in mare fino alla vendita commerciale.

BIBLIOGRAFIA

Burioli Erika Astrid Virginie *, Varello Katia, Prearo Marino (2015) - Prove di captazione naturale di larve di ostrica piatta europea *Ostrea edulis* (Linneo, 1758) e di allevamento offshore: un contributo alla salvaguardia delle popolazioni selvatiche mediterranee, ITTIOPATOLOGIA, 2015, 12: 107-127.

Charlotte Eymann · Sandra Götze · Christian Bock · Helga Guderley · Andrew H. Knoll · Gisela Lannig · Inna M. Sokolova · Martin Aberhan · Hans-O. Pörtner (2020) - Thermal performance of the European flat oyster, *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758)—explaining ecological findings under climate change - *Marine Biology* (2020) 167:17

Carlucci R., Sassanelli G., Matarrese A., Giove A., D'Onghia G. (2010) - Experimental data on growth, mortality and reproduction of *Ostrea edulis* (L., 1758) in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea – *Aquaculture* 306 (2010) 167-176.

Derek P. Crane, Derek H. Ogle and Daniel E. Shoup (2019) - Use and misuse of a common growth metric: guidance for appropriately calculating and reporting specific growth rate - *Reviews in Aquaculture*, 1–6

Finotti Valentina (2017) – Tesi di Laurea - Tecniche di allevamento innovative e qualità di ostriche concave (*Crassostrea gigas*) in Sacca degli Scardovari- Università degli Studi di Padova.

Giansante C. Caprioli R. Candeloro L. (2015) – progetto pilota finalizzato alla sperimentazione di tecniche innovative per l'allevamento di *Ostra edulis* L. Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e dell Molise G. Caporale.

Mtarazzo D., Fiori F., Gramolini R., Maffei M., Mietti N., Prioli G. – Studio di un banco naturale di *Ostrea edulis* L. in Adriatico centro settentrionale e prove di affinamento in sospensione - *Biol. Mar. Medit.* 13 (1) 731-733.

Mietti N., Prioli G. Fiori F. Tontini N. (2002) – Studi sull'attività riproduttiva di *Ostre edulis* L. in medio Adriatico e prove di riferimento di seme selvatico – *Biol. Mar. Medit.* 9 (1) 145-163.

Pogoda B., Buck B.H., Hagen W. (2011) - Growth performance and condition of oysters *Cassostrea gigas* and *Ostrea edulis* farmed in an offshore environment (North Sea, Germany) *Aquaculture* 319 (2011) 484-492.

Renzoni A. (1961) - Il periodo di gametogenesi e deposizione in *Ostrea edulis* L., *Italian Journal of Zoology*, 28:2, 545-552.

Russell W. Perry, John M. Plumba & Charles W. Huntington (2015) - Using a Laboratory-Based Growth Model to Estimate Mass and Temperature-Dependent Growth Parameters across Populations of Juvenile Chinook Salmon - *Transactions of the American Fisheries Society* 144:331–336, 2015

Saba S. (2012) - Bivalve culture optimisation of three autochthonous species (*Ruditapes decussatus*, *Mytilus galloprovincialis* and *Ostrea edulis*) in a central-western Mediterranean lagoon (Porto Pozzo, northern Sardinia) – Università degli Studi di Sassari.

Walne P. R. (1958) – Growth of oysters (*Ostrea edulis* L. - *J. mar. biol. Ass. U.K.* (1958) 37, 591-602.



**PO FEAMP
ITALIA 2014/2020
Mis. 2.47 “Innovazione”**

**Progetto
Prove di allevamento del polpo e ostrica piatta in associazione
ad un impianto di mitilicoltura
(OCTOS)
Codice progetto 0005/INA/17**

**RELAZIONE FINALE
al 15 giugno 2021**

**RELAZIONE TECNICA DELLE ATTIVITA’
SVOLTE DALLA BIOSERVICE Soc. Coop.**



INDICE

PREMESSA	4
ATTIVITÀ SVOLTE.....	4
<i>WP1 Pianificazione del programma</i>	4
WP1a1 - Pianificazione delle attività	4
<i>WP2 Prove di allevamento.....</i>	4
WP2a1 Posizionamento dei sistemi di allevamento delle ostriche.....	4
WP2a2 Monitoraggio dell'allevamento.....	8
MATRICE ACQUA.....	9
<i>Materiali e metodi</i>	9
Ossigeno disciolto	9
Sonda Multiparametrica	12
Trasparenza.....	13
Fitoplancton	14
BIOTA.....	15
Macrozoobenthos.....	15
Sedimenti	22
Sostanza organica.....	25
RISULTATI.....	27
<i>Matrice Acqua</i>	27
Ossigeno disciolto	27
Sonda multiparametrica	28
Trasparenza dell'acqua.....	29
Fitoplancton	29
<i>Biota</i>	36
Macrozoobenthos.....	36
Sedimenti	44
CONCLUSIONI	48
<i>Colonna d'acqua</i>	48
<i>Biota</i>	48



Sedimenti	49
BIBLIOGRAFIA	50
ALLEGATO 1: Profili verticali CTD	51
ALLEGATO 2: Fitoplancton	73
ALLEGATO 3: Schede sorting macrozoobenthos	86
ALLEGATO 4: Macrozoobenthos di fondo mobile	93
ALLEGATO 5: Schede sedimentologicghe	98



PREMESSA

Nell'ambito del progetto "*Prove di allevamento del polpo e ostrica piatta in associazione ad un impianto di mitilicoltura (OCTOS)*", la Bioservice si occupa delle indagini previste nella fase di Monitoraggio ambientale, necessarie per la caratterizzazione dell'ambiente di allevamento, il cui scopo è quello di valutare gli effetti, diretti e indiretti, della realizzazione delle attività innovative del progetto su alcune specifiche matrici ambientali (biota, acqua e sedimento) e sulle loro reciproche interazioni.

ATTIVITÀ SVOLTE

WP1 Pianificazione del programma

WP1a1 - Pianificazione delle attività

In questa prima fase si è proceduto alla pianificazione delle attività operative con i ricercatori della Bioservice coinvolti nel progetto, organizzando e predisponendo le linee guida delle successive fasi operative.

Tutte le attività sono state pianificate sotto la supervisione del Coordinamento progettuale, costituito dai responsabili scientifici di tutti i partner di progetto, che ha definito le modalità di attuazione, di verifica e di organizzazione delle varie fasi progettuali che hanno visto la partecipazione degli Istituti di ricerca coinvolti dal progetto.

In questa fase sono stati, inoltre, formalizzati i contratti dei consulenti professionali coinvolti direttamente nelle attività di monitoraggio ambientale sia nella fase operativa a mare sia in quella di laboratorio e di elaborazione dei dati.

WP2 Prove di allevamento

WP2a1 Posizionamento dei sistemi di allevamento delle ostriche.

Attività di campo

In questa fase la Bioservice ha svolto le attività relative al reperimento di ostriche piatte selvatiche che è stata eseguita nel corso dell'inverno 2020.

In particolare, i ricercatori della Bioservice hanno raccolto in immersione subacquea ostriche giovani a diversi stadi di accrescimento presso le strutture sommerse dell'impianto della Jolly Pesca OP.

La squadra di lavoro per le operazioni di prelievo di giovanili di ostriche era costituita da n° 2 biologi marini/operatori tecnici subacquei (OTS) per la biologia, specializzati in attività di monitoraggio marino e di prelievi subacquei di campioni biologici.

In questo tipo di operazione l'impiego di biologi qualificati e con lunga esperienza, ha garantito che le attività siano state eseguite scrupolosamente, rispettando con accuratezza la tipologia di lavoro previsto.

Il reperimento dei giovanili di ostriche è stato effettuato presso le strutture sommerse (corpi morti) dell'impianto della Jolly Pesca OP. In particolare sono state ispezionate oltre 20 corpi posti ad una profondità di circa 15 metri, allo scopo di individuare le ostriche giovanili a diversi stadi di accrescimento.

Gli operatori subacquei sono stati assistiti in superficie dall'imbarcazione messa a disposizione dalla Jolly Pesca OP permettendo così di spostarsi agevolmente tra le diverse strutture sommerse all'interno dell'impianto.



I biologi marini/OTS impegnati nel prelievo, oltre all'attrezzatura subacquea, avevano in dotazione un retino per la raccolta dei giovanili di ostriche, una lavagnetta per le annotazioni, una bussola e una macchina fotografica (foto 1).



Foto 1

Per ciascun punto di prelievo sono stati effettuati rilievi subacquei, prendendo nota delle caratteristiche dell'area di lavoro, al fine di individuare le principali fisionomie bionomiche presenti; è stata, inoltre, raccolta un'accurata documentazione video-fotografica.

Una volta giunti in prossimità del fondo, gli operatori subacquei hanno dovuto procedere con molta cautela alle operazioni di raccolta dei giovanili di ostriche a causa dell'elevata quantità di sedimento fine che era depositato sulle strutture e che, nel momento del prelievo, veniva messo in sospensione riducendo sensibilmente la trasparenza dell'acqua (foto 2).



Foto 2

Una volta individuati gli esemplari ritenuti più idonei alle prove di allevamento (foto 3-4-5), un operatore subacqueo provvedeva al prelievo (foto 6-7), prestando la massima attenzione per evitare di danneggiare gli organismi.



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7

Come previsto dal programma sono stati raccolti circa 1000 individui di ostrica piatta selvatica che sono stati successivamente utilizzati per le prove di allevamento.

WP2a2 Monitoraggio dell'allevamento.

In questa fase la Bioservice ha avviato, a partire dal mese di gennaio 2020, le attività di monitoraggio dei parametri ambientali svolgendo campagne mensili allo scopo di esaminare gli effetti, diretti e indiretti, della realizzazione delle attività di allevamento sperimentale del progetto



su alcune matrici ambientali quali acqua, biota e sedimento.

Le operazioni di monitoraggio ambientale sono state effettuate sia all'interno delle aree interessate dall'impianto di allevamento dei mitili, in concessione alla Jolly Pesca OP, sia in un'area contigua ma non direttamente coinvolta dalle attività di mitilicoltura, posta a circa 1,5 miglia dall'impianto, allo scopo di valutare l'intensità dell'impatto delle attività di mitilicoltura sulla comunità bentonica e, di conseguenza, sull'ambiente marino circostante.

Sono state effettuate in totale 11 campagne di prelievo sulla matrice acqua con cadenza mensile e 1 campagna di campionamento sulla matrice biota che ha riguardato la comunità di fondo mobile del macrozoobenthos, l'analisi granulometrica e della sostanza organica dei sedimenti. Tali attività, a causa della pandemia di Covid 19, sono state sospese nei mesi di marzo, aprile e maggio 2020 e sono riprese nel mese di giugno 2020.

MATRICE ACQUA

Materiali e metodi

Come precedentemente riportato, a partire dal mese di gennaio 2020, con frequenza mensile, sono state avviate le attività di prelievo di campioni sulla colonna d'acqua. In particolare i parametri chimico-fisici e biologici presi in considerazione sono:

- ossigeno disciolto, sia in quanto macrodescrittore rappresentativo delle condizioni generali di un corpo idrico, sia in quanto parametro idrologico che maggiormente influenza la distribuzione delle comunità bentoniche di ambienti potenzialmente soggetti ad anossie;
- temperatura, salinità e concentrazione dell'ossigeno disciolto (DO) come saturazione percentuale di ossigeno (SatO₂%):
- trasparenza dell'acqua;
- fitoplancton.

Ossigeno disciolto

Attività di campo

Per la determinazione della concentrazione dell'ossigeno disciolto i campioni di acqua sono stati prelevati mediante bottiglia Niskin (foto 8) in 3 stazioni di campionamento (fig. 1), di cui due collocate all'interno dell'impianto di allevamento di mitilicoltura (stt. 3A e 8A) ed un'altra nell'area non interessata dall'allevamento (st. 5B).





Foto 8 – Bottiglia Niskin

Nella tabella 1 sono riportate la denominazione delle singole stazioni e le coordinate geografiche.

AREA A	Stazione	Latitudine N	Longitudine E
Impianto di mitilicoltura	3A	41°56.778'	15°35.556'
	8A	41°56.772'	15°34.876'

AREA DI CONTROLLO	Stazione	Latitudine N	Longitudine E
	5B	41°56.636'	15°29.086'

Tabella 1 – stazioni di campionamento matrice acqua

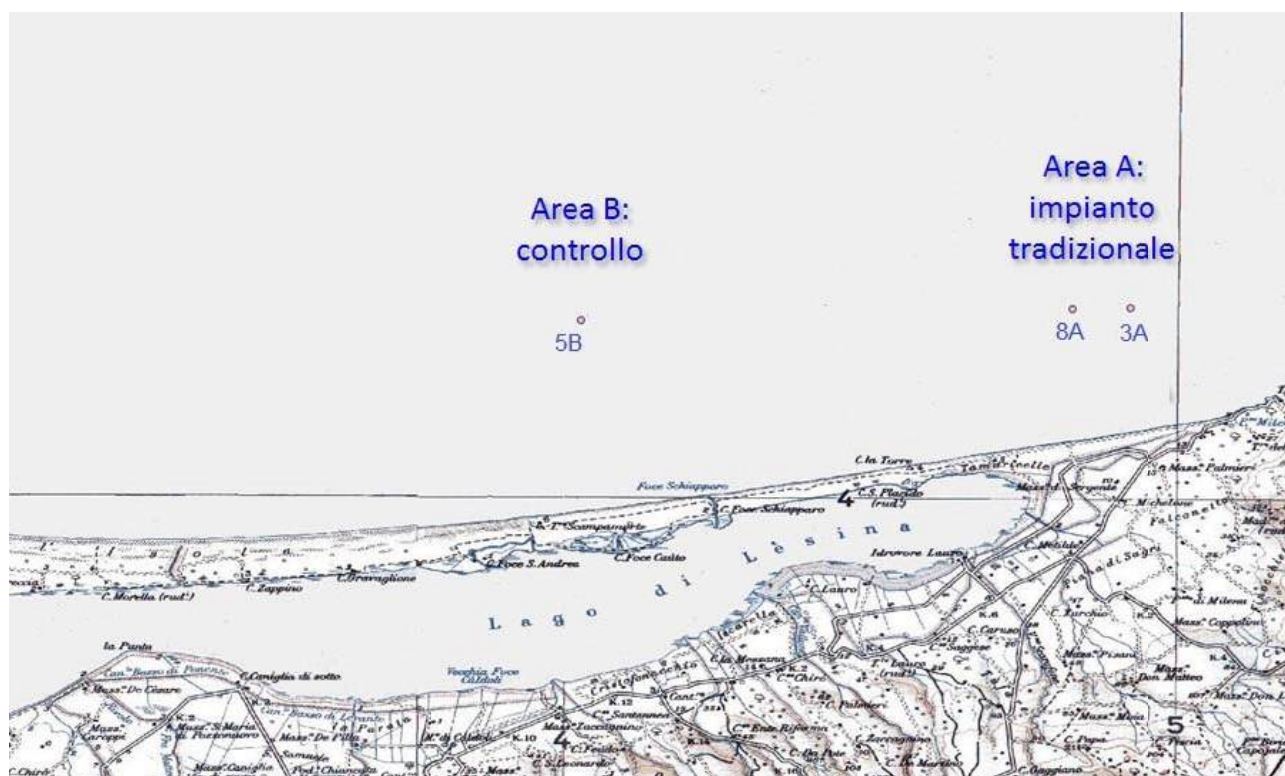


Figura 1 - stazioni di campionamento matrice acqua

La bottiglia Niskin ha una capacità di 5 litri; una volta immersa in acqua la chiusura della bottiglia avviene attraverso l'invio di un "messaggero" (foto 9-10), che consente così di prelevare acqua alla profondità desiderata.



Foto 9



Foto 10

L'acqua è stata travasata in bottiglie (foto 11) di vetro soda-calcico da 100-130 cm³, precalibrate a $\pm 0,01$ ml e dotate di tappi a terminazione troncoconica; il travaso è stato eseguito utilizzando un tubo di gomma trasparente collegato al rubinetto della bottiglia da Niskin, la cui estremità raggiungeva il fondo delle bottiglie in modo tale che, durante la fase di riempimento, il liquido non gorgogliasse. La bottiglia è stata riempita fino all'orlo lasciando liberamente traboccare una quantità d'acqua pari ad almeno la metà del suo volume.



Foto 11: Bottiglia modello Winkler per la determinazione dell'ossigeno disciolto

Dopo aver verificato che nella bottiglia non fossero rimaste bolle d'aria, sul fondo sono stati



inoculati, con due siringhe munite di ago lungo e stretto, 1.5 cm³ di “Reattivo 1” (soluzione di Mn²⁺) e 1.5 cm³ di “Reattivo 2” (soluzione alcalina di ione I⁻). Il tappo è stato inserito evitando la formazione di bolle d’aria tra esso e liquido, e per avere la chiusura ermetica il tappo è stato fissato con pinze.

La bottiglia è stata agitata vigorosamente e tale operazione è stata ripetuta dopo mezz’ora.

Durante il campionamento sono stati inoltre eseguiti tre prelievi per la determinazione dei “bianchi”, ai quali sono stati aggiunti, rispettivamente, una, due, e tre dosi di ciascun reattivo.

Campioni e bianchi sono stati conservati al buio e ad una temperatura quanto più possibile vicina a quella del campionamento.

Attività di laboratorio

In laboratorio per la determinazione dell’ossigeno disciolto (in corso di esecuzione), secondo la metodica riportata da Innamorati et al. - Nova Thalassia, 1990, vengono preparate cinque soluzioni standard di iodato di potassio aggiungendo, sotto cappa chimica, in bottiglie uguali a quelle di campionamento:

- acqua distillata per tre quarti del volume,
- 0.7 cm³ di acido solforico
- 0.7 cm³ di “Reattivo 2”
- 0.7 cm³ di “Reattivo 1”
- 0.7 cm³ di iodato
- ancoretta magnetica

Campioni e bianchi, lasciati acclimatare alla temperatura ambiente, vengono trattati sotto cappa chimica nel seguente modo:

- le bottiglie, poste su agitatore magnetico, vengono delicatamente aperte evitando di agitarle bruscamente,
- vengono aggiunti un’ancoretta magnetica e 0.7 cm³ di acido solforico per dissolvere il precipitato di ossidi di manganese formatosi (a dissoluzione ultimata la soluzione nelle bottiglie diviene di colore giallino a causa della presenza dello ione I₃⁻).

Campioni, bianchi e standard vengono titolati con soluzione di tiosolfato di sodio sfruttando una buretta digitale Technorate della Kartell (particolare accorgimento è stato quello di immergere il puntale della buretta nella bottiglia in modo da evitare il contatto con l’aria per non far variare il titolo del tiosolfato); per una migliore identificazione del punto finale di titolazione vengono inoltre aggiunti 0.25 cm³ di soluzione di salda d’amido stabilizzata.

Durante le operazioni di laboratorio vengono osservati i seguenti accorgimenti:

- la titolazione viene effettuata in ambiente condizionato a causa della forte volatilità dello iodio in soluzione;
- la titolazione viene eseguita rapidamente, diminuendo il flusso del tiosolfato solo in vicinanza del punto finale, e in condizioni di bassa illuminazione, per evitare la fotossidazione dello ioduro e la riduzione dello iodio per opera della salda d’amido.

Sonda Multiparametrica

Attività di campo

Nel corso delle campagne mensili, sono stati realizzati i profili verticali in due stazioni di



campionamento (stt. 3A e 5B) utilizzando una sonda multiparametrica OCEAN SEVEN 316 CTD della IDRONAUT (foto 12).

La sonda è gestita da un software sviluppato in modo specifico che permette la misura di più parametri chimico-fisici contemporaneamente.

In ogni punto stazione lo strumento è stato calato in acqua e salpato a mano e subito dopo, una volta rientrati a terra, i dati registrati sono stati immagazzinati in un PC portatile.

Ogni misurazione è costituita da una serie di acquisizioni relative alle seguenti variabili:

- temperatura, espressa in gradi centigradi ($^{\circ}\text{C}$);
- salinità, espressa in PSU, calcolata secondo la formula UNESCO 80 utilizzando i valori di temperatura, conducibilità e pressione;
- ossigeno disciolto, espresso in $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$;;
- pH

Il sistema restituisce i valori corretti di salinità ed ossigeno disciolto in tempo reale.

Attività di laboratorio

in laboratorio si è proceduto ad un'attenta verifica dei dati, al fine di rilevare eventuali errori di misura o di registrazione e, dove necessario, è stato effettuato un adeguato filtraggio.



Foto 12 – sonda CTD

Trasparenza

Attività di campo

La misura della trasparenza delle acque è stata effettuata mediante il disco del Secchi calato in acqua dal bordo in ombra dell'imbarcazione seguendo le annotazioni di Innamorati in Nova Thalassia (1990).

Lo strumento di misura è costituito da un disco metallico di colore bianco con un diametro di 30 cm (foto 13), convenientemente zavorrato e collegato ad una sagola metrata su cui si legge la profondità a cui il disco scompare alla vista dell'operatore, così da poter determinare la trasparenza



dell'acqua. Anche le misure di trasparenza sono state effettuate nel corso delle 11 campagne mensili che si sono svolte fino al mese di febbraio 2021.



Foto 13 – Disco Secchi

Fitoplancton

Attività di campo

I campionamenti del popolamento fitoplanctonico sono stati realizzati in contemporanea con le misure ed i prelievi dei parametri idrologici nelle stesse tre stazioni.

I campioni di fitoplancton sono ottenuti da campionamenti subsuperficiali mediante bottiglia Niskin, strumento particolarmente affidabile per la stima quantitativa del popolamento fitoplanctonico (foto 8).

Il travaso dei campioni nelle bottiglie di conservazione avviene immediatamente dopo il prelievo; in tal modo si evita la sedimentazione del fitoplancton all'interno del campionatore e la formazione di un subcampione non omogeneo.

Per la fissazione dei campioni viene utilizzata formalina al 40%, aggiunta in misura di 40 ml per litro di campione. La formalina viene preventivamente neutralizzata con carbonato di sodio (aggiunto in eccesso) e filtrata prima dell'uso, al fine di prevenire il deterioramento di alcune componenti del popolamento fitoplanctonico.

I campioni raccolti sono stati conservati in bottiglie scure da un litro con tappo ermetico a vite (foto 14) e poste in contenitori coibentati.

Attività di laboratorio

In laboratorio, prima di eseguire il conteggio delle cellule, il campione è stato sottoposto a sedimentazione secondo il metodo descritto da Utermöhl (1958).

Durante questa fase sono stati prelevati dal campione dopo agitazione, uno o più sub-campioni di volume noto, allo scopo di ottenere una sedimentazione ottimale dei microrganismi sul fondo della camera di sedimentazione (Magazzù, 1978).

In particolare, vengono utilizzate camere combinate a volume variabile (da 5 a 100 ml), costituite ciascuna da un cilindro di sedimentazione dove sono stati versati i subcampioni avendo cura di evitare la formazione di bolle d'aria. Quando si è ritenuta completata la sedimentazione di tutti gli



organismi si procede al conteggio. Questo è stato effettuato su 2 transetti perpendicolari di lunghezza pari al diametro della camera di sedimentazione (25 mm) e di larghezza pari al lato di un reticolo inserito nell'oculare.

L'analisi tassonomica viene effettuata mediante l'uso di un invertoscopio (foto 15) con luce diretta ed a contrasto di fase (ZEISS mod. ID02);

Per la classificazione e la nomenclatura si fa riferimento ai seguenti testi:

- Grethe R. H. et al. (1997), Ricard M. (1987) – diatomee;
- Karen et al. (1997), Sournia A. (1986) – dinoflagellati;
- Berit (1997) – coccolitoforidi;
- Sournia A. (1986), Throndsen (1997) – altri flagellati.

Le attività hanno consentito la determinazione tassonomica delle specie, la distribuzione spaziale delle densità dei popolamenti fitoplanctonici e lo studio di variazioni stagionali. La presenza di materiale detritico in alcuni casi ha interferito con l'analisi dei campioni provocando una sottostima dei valori ottenuti.



Foto 14 – bottiglia in polietilene



Foto 15 - Invertoscopio

Analisi dei dati

Allo scopo di sintetizzare le caratteristiche più rilevanti delle dinamiche spazio-temporali del popolamento fitoplanctonico indagato, si è fatto ricorso ad alcune tecniche di ecologia numerica. In particolare, è stato analizzato sia l'andamento stagionale della composizione del popolamento sia la sua distribuzione spaziale per ciascun periodo di campionamento.

Le matrici dei dati di densità cellulare e di presenza assenza, relative a ciascuna delle campagne di studio sono state sottoposte ad Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (CA) (Benzecri *et al.*, 1973).

BIOTA

Macrozoobenthos

I popolamenti bentonici hanno un turnover molto più lento di quello degli organismi planctonici e,



di conseguenza, hanno la capacità di “memorizzare” una serie di eventi ambientali molto più lunga, integrando gradienti multipli. Essi, infatti, possono fornire informazioni relative a perturbazioni attuali e pregresse e, pertanto, rivestono un'importanza fondamentale come descrittori dell'ambiente marino e come indicatori di eventuali sorgenti di disturbo. Una variazione anomala nella loro struttura, infatti, costituisce un chiaro segno di disequilibrio ambientale, anche quando la fonte di stress è temporaneamente assente.

In questa ottica è stato condotto uno studio sulla comunità bentonica nell'area interessata dalla produzione di mitili e alle attività di allevamento sperimentale del progetto (polpi e ostriche) e in un'area marina non interessata dalle colture di mitili.

Attività di campo

Per la caratterizzazione della comunità macrozoobentonica sono state individuate in totale 7 stazioni di campionamento, di cui sei collocate all'interno del poligono di allevamento dei mitili in concessione alla Jolly Pesca OP (fig. 2) e una stazione collocata all'esterno dell'area di produzione, in un'area non direttamente coinvolta dalle attività di mitilicoltura (fig. 2), allo scopo di valutare l'intensità dell'impatto delle attività di mitilicoltura sulla comunità bentonica.

Nella tabella 1 sono riportate la denominazione delle singole stazioni, le coordinate geografiche, la profondità delle stazioni e la data di campionamento.

AREA A	Stazione	Latitudine N	Longitudine E	prof. (m)	data
<i>Impianto di mitilicoltura</i>	1A	41°56.779'	15°35.835'	17	22/07/2020
	3A	41°56.778'	15°35.556'	17,5	22/07/2020
	5A	41°56.775'	15°35.272'	16,5	22/07/2020
	6A	41°56.773'	15°35.145'	17	22/07/2020
	8A	41°56.772'	15°34.876'	16,5	22/07/2020
	10A	41°56.784'	15°34.572'	16,5	22/07/2020

AREA DI CONTROLLO	Stazione	Latitudine N	Longitudine E	prof. (m)	data
	5B	41°56.636'	15°29.086'	17	22/07/2020

Tabella 2 – stazioni di campionamento macrozoobenthos

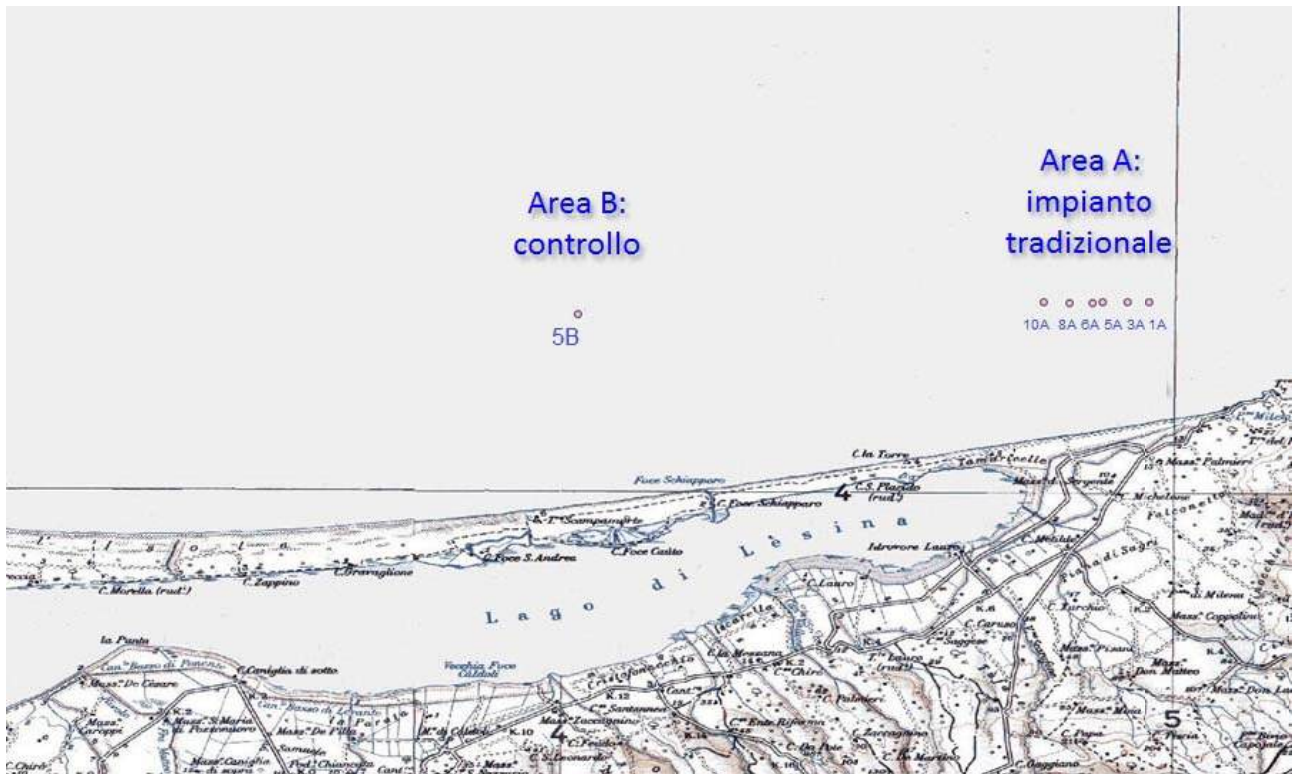


Figura 2 – stazioni di campionamento macrozoobenthos

Il campionamento della comunità macrozoobentonica è stato effettuato nel mese di luglio 2020, secondo la metodica descritta da Holme e McIntyre (1984), mediante una benna di tipo van Veen (foto 16) con apertura di $0,125 \text{ m}^2$ e volume di circa 25 litri.



Foto 16 – benna Van Veen

La benna è uno strumento studiato per eseguire prelievi puntiformi di volumi paragonabili di sedimento su superfici uguali; la benna van Veen è semplice e affidabile, adatta alla raccolta di campioni di substrati mobili a granulometria fine. Infatti questo strumento è dotato di lunghe braccia attaccate su ogni ganascia che sono in grado di offrire così maggior potenza di leva per la chiusura. Tali braccia fanno sì che lo strumento non sobbalzi sul substrato mentre l'imbarcazione



rolla quando la benna si chiude. L'efficienza di campionamento di questa benna, su differenti tipologie di sedimenti, è stata ampiamente testata (Holme e McIntyre, 1984).

In ogni stazione sono state compiute due repliche in modo da raggiungere un volume significativo di sedimento; quest'ultimo è stato svuotato su una tramoggia (foto 17-18) conformata in maniera tale da convogliarlo, sciolto con l'ausilio di un getto d'acqua, verso un setaccio con apertura della maglia di 1 mm (foto 19).

Tale metodica consente di separare dal sedimento fine e dal fango gli organismi macrozoobentonici. Il contenuto del vaglio è stato raccolto in barattoli di polietilene (foto 20) e conservato in un alcool etilico all'80%.

Per ciascuna stazione è stata compilata una scheda dove sono state registrate note e dati relativi a:

- data
- ora
- posizione
- profondità dei prelievi
- numero di colpi di benna effettuati
- aspetto del sedimento



Foto 17 – tramoggia



Foto 18 – svuotamento benna



Foto 19 – setacciatura campione



Foto 20 – raccolta campione macrozoobenthos



Attività di laboratorio

In laboratorio, per l'analisi tassonomica dei campioni è stato necessario sottoporre a lavaggio in acqua corrente su un setaccio con maglia da 0,1 mm per eliminare i residui di fango; successivamente, sui campioni macrozoobenthos è stato effettuato lo smistamento o sorting, durante il quale, per razionalizzare il lavoro di identificazione, vengono separati i seguenti gruppi tassonomici:

- Molluschi
- Anellidi Policheti
- Crostacei Anfipodi
- Crostacei Anisopodi
- Crostacei Decapodi
- Crostacei Cumacei
- Crostacei Misidacei
- Crostacei Ostracodi
- Echinodermi
- Altri gruppi

Ogni gruppo è stato conservato in etanolo a 70° e affidato a uno specialista per l'analisi tassonomica. Per lo smistamento e l'identificazione si è fatto uso di stereomicroscopio da dissezione a luce diretta e trasmessa (foto 21) e di microscopio a contrasto di fase.



Foto 21– stereomicroscopio

Nell'allegato 2 sono riportate le schede del sorting per ciascun campione nelle quali sono state riportate le seguenti informazioni:

- data di esecuzione del sorting;
- nome del responsabile del laboratorio che ha coordinato le attività di sorting;
- lista dei syntaxa individuati durante il sorting;



- quantità e tipologia dell'eventuale detrito presente nei campioni.

Il primo approccio allo studio di una comunità di organismi consiste nel descriverne la composizione, cominciando con il determinare il numero di specie che in essa sono presenti, cioè la ricchezza di specie.

Tutti gli esemplari esaminati sono stati identificati al livello di specie, cioè il più dettagliato possibile tra quelli scientificamente validi. La specie può essere definita, in maniera inequivocabile, come un insieme di individui simili, interfecondi, con prole interfeconda. Essendo l'unica categoria tassonomica naturale, la specie è la più significativa per una ricerca di carattere ecologico. La nomenclatura adottata è quella binomia, proposta da Linneo nel 1735 e tuttora in uso, secondo cui una specie è identificata in modo universale e univoco da due termini latini, di cui il primo indica il genere, il secondo la specie.

Per il corretto inquadramento delle specie, la denominazione e le sinonimie è stata adottata la check-list della fauna italiana (Minelli et al., 1995) che contiene la lista completa di tutte le specie della fauna d'Italia aggiornata al 1995. Inoltre sono state utilizzate pubblicazioni e check-list le più aggiornate possibili reperibili sui diversi gruppi tassonomici.

Per ogni campione è stato, pertanto, determinato il numero delle specie ed il numero degli individui. Nel caso di organismi frammentati, sono stati inclusi nel conteggio solo quelli che avevano parti del corpo identificabili con certezza (ad esempio il capo).

Analisi dei dati

Indici Diversità

Con il termine diversità si vuole intendere "la proprietà che ha la comunità di variare enormemente" (Caccavale, A. A. 1988/89), sia in termini di specie presenti sia in termini di abbondanza con la quale esse si manifestano.

Gli indici di diversità ci permettono di ottenere "informazioni sui rapporti funzionali che esistono fra le popolazioni o fra esse ed il loro ambiente, e di definire se un determinato sistema si trova in uno stato giovane o maturo, di equilibrio o di stress" (Caccavale, A. A. 1988/89).

Due indici di diversità molto comuni sono: l'Indice di Diversità di Simpson (D) e l'indice di Shannon Weaver (H) (Begon M. et al., 1989).

L'indice di Shannon Weaver si calcola come

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N}$$

dove n_i è il numero di individui appartenenti all' i -ma specie, N è il numero totale degli individui presenti nel campione, e s è il numero delle specie identificate.

L'indice di dominanza misura la prevalenza di poche specie nella comunità ed ha un andamento inverso rispetto all'indice di "evenness". Un'elevata dominanza significa che una o poche specie hanno il monopolio delle risorse. Viene calcolato con la seguente formula:

$$D = \sum_{j=1}^s (n_j / N)^2$$



dove n_j è il valore di importanza di ogni specie ed N il numero totale dei valori di importanza (individui).

La diversità e quindi gli indici ad essa legati, sono strumenti mediante i quali è possibile studiare scientificamente una comunità; questo approccio ha lo scopo di individuare le modalità regolari che ne caratterizzano la struttura ed il funzionamento (Begon M. et al., 1989).

Tali modalità subiscono variazioni spesso drastiche in seguito a fattori di disturbo che alterano le condizioni ambientali (Della Croce et al., 1997); quindi, dal momento in cui tali variazioni si manifestano sotto forma di riduzione della diversità, tramite lo studio della comunità, è possibile ottenere un quadro della perturbazione che ha colpito l'ecosistema.

Analisi statistico-matematica

Le tecniche di analisi statistico-matematica dei dati utilizzate nell'ambito di questo studio sono fra le più avanzate attualmente in uso nel campo dell'ecologia numerica.

I dati di abbondanza (numero di individui per campione) sono stati sottoposti ad una tecnica nota come Analisi delle Corrispondenze (Benzecri, 1971) per ottenere una rappresentazione sintetica ed efficace delle variazioni osservate nella struttura delle comunità. Questo approccio, come è noto, consente di ottenere una rappresentazione simultanea degli oggetti (campioni) e delle variabili (specie), che vengono proiettati nel medesimo spazio. La disposizione relativa degli uni e delle altre consente di formulare delle inferenze sulle similarità fra gli oggetti (campioni) e sulle associazioni fra le variabili (specie), oltre a visualizzare le affinità di queste ultime rispetto ai primi (consentendo di identificare, nel caso delle applicazioni ecologiche, i campioni in cui ogni specie tende ad essere più o meno abbondante).

Fra le tecniche di ordinamento, l'analisi delle corrispondenze è quella che meglio consente di evidenziare le variazioni nella struttura delle dominanze relative e di connotare le stazioni su questa base, associandole ai taxa che li caratterizzano, nella proiezione simultanea dei rispettivi punti.

E' opportuno rimarcare il fatto che questo tipo di analisi, pur essendo applicabile ai dati di tipo non quantitativo, consente di preservare anche l'informazione di tipo strettamente quantitativo, che è facilmente desumibile dall'esame dei contributi assoluti.

La qualità della rappresentazione ottenuta nello spazio ridotto definito dagli assi fattoriali, può essere stimata sulla base degli autovalori estratti, per quanto riguarda la qualità globale dell'ordinamento ed il grado di strutturazione del sistema e sulla base dei contributi relativi, per quanto riguarda i singoli taxa e le singole stazioni.

I contributi assoluti forniscono una misura dell'importanza di una specie nel determinare la struttura della combinazione lineare che definisce ciascun asse fattoriale: di conseguenza, le specie che forniscono contributi assoluti elevati ai primi due o tre assi, i quali solitamente spiegano in buona parte il sistema, sono quelle che con la loro distribuzione impartiscono la maggior parte della struttura dell'insieme dei dati.

Sedimenti

La struttura delle zoocenosi bentoniche di fondo mobile, almeno per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, è strettamente legata alla tessitura dei sedimenti. Ciò è dovuto, essenzialmente, al ruolo di supporto fisico che essi svolgono per gli organismi animali del benthos. La relazione tra sedimenti e fauna bentonica può esprimere tanto una correlazione, come la presenza di agenti strutturanti comuni, quanto un rapporto di causalità, come il maggior successo delle specie meglio adattate alla granulometria esistente o alla presenza di una componente organogena nei

sedimenti.

E' stato, inoltre, analizzato il sedimento anche per quanto riguarda la composizione quantitativa della sostanza organica, allo scopo di individuare la presenza e la qualità della materia organica per una distinta valutazione ambientale. In questa ottica è stato condotto uno studio sulla granulometria e sulla sostanza organica dei sedimenti nelle stesse aree del macrozoobenthos.

Attività di campo

Le stazioni di prelievo per l'analisi granulometrica dei sedimenti coincidono con quelle del macrozoobenthos (tab. 2) ed il campionamento dei sedimenti superficiali è stato effettuato contestualmente a quello del macrozoobenthos.

Infatti, nelle stazioni in cui sono stati raccolti campioni di benthos, sono stati prelevati anche campioni di sedimento per le analisi granulometriche direttamente dalla tramoggia (foto 22).

I campioni di sedimento destinati alle analisi granulometriche sono stati posti in contenitori di plastica da 125 ml (foto 23) e conservati a temperatura ambiente; quelli destinati all'analisi della sostanza organica sono stati conservati in barattoli sterili ed immediatamente posti in frigo ad una temperatura di 4°C.



Foto 22 – raccolta campione di sedimento



Foto 23 – contenitori per campioni di sedimento

Attività di laboratorio

Analisi granulometriche

Per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei campioni di sedimento si è fatto riferimento alla metodica standard descritta da Holme & McIntyre (1984), nota come *rapid analysis by wet sieving*, che permette di eliminare la frazione pelitica (*silt* e *clay*) dal campione ed alla si è fatto riferimento alla metodica riportata in: “Metodologie analitiche di riferimento” del Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio – Servizio Difesa Mare, Scheda 3, Programma di monitoraggio e di controllo dell’ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003), Ed. ICRAM.

I campioni in laboratorio sono stati trattati con una soluzione di perossido di idrogeno al 6% allo scopo di rimuovere la sostanza organica. Questa, infatti, favorisce la formazione di aggregati, che potrebbero compromettere il risultato delle analisi successive a causa delle loro dimensioni apparenti, superiori a quelle delle particelle che li costituiscono.

Dopo questo trattamento i sedimenti sono stati disidratati in un essiccatore a 100°C. Successivamente sono state estratte le componenti fangose e argillose di diametro inferiore a 63 μm con una metodica che consiste nello sciogliere 25 g di sedimento in 250 ml di acqua con l’aggiunta di 10 ml di una soluzione acquosa di sodio metafosfato (NaPO_3)₆ (Holme & McIntyre, 1984).

Tale soluzione si prepara sciogliendo 5 g di sodio metafosfato in un litro di acqua. Si procede, quindi, ad agitare meccanicamente per 15 minuti i sedimenti. Dopo averli lasciati riposare per una notte, si agitano con lo stesso metodo per 15 minuti prima di passarli sul setaccio di 63 μm . In questa fase si sciacqua il campione sino a quando dal setaccio fuoriesce soltanto acqua limpida.

Questa procedura ha permesso di eliminare la frazione pelitica (*silt* e *clay*) dal campione, che è essiccato nuovamente e setacciato attraverso una serie geometrica di setacci (scala di Wentworth). Tale procedura consente la separazione delle seguenti frazioni granulometriche:

- ghiaia (superiore ai 2 mm di diametro)
- sabbia molto grossolana (compresa tra 2 e 1 mm)
- sabbia grossolana (compresa tra 1 e 0.5 mm)
- sabbia media (compresa tra 0.5 e 0.25 mm)



- sabbia fine (compresa tra 0.25 e 0.125 mm)
- sabbia molto fine (compresa tra 0.125 e 0.063 mm).

Le varie frazioni sono state infine pesate per mezzo di una bilancia analitica (foto 24) con un'approssimazione al centesimo di grammo. Il peso della frazione pelitica è ottenuto per differenza tra il peso iniziale del campione e la somma delle frazioni di diametro superiore a 63 μm .

Oltre che dal diametro, la classe granulometrica è comunemente identificata da una grandezza denominata Φ , che è l'opposto del logaritmo in base 2 della maglia del setaccio. Rispetto alla scala granulometrica di Wentworth il Φ presenta il vantaggio di corrispondere a una progressione aritmetica, il che semplifica, in molti casi, il trattamento grafico dei dati.



Foto 24 – bilancia analitica

Sostanza organica

Il carbonio può essere presente nei fanghi sia sotto forma inorganica (carbonati, bicarbonato, anidride carbonica libera) che organica (composti organici). La sostanza organica totale (TOC) è costituita da tutti i composti che contengono carbonio sotto forma organica.

L'analisi del carbonio organico è in corso di esecuzione e viene effettuata con il metodo Walkley e Black (1934) seguendo le direttive del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (1994).

Preparazione del campione

I campioni sono scongelati a temperatura ambiente; in seguito il sedimento viene fatto seccare all'aria (a temperatura ambiente per 24 h) stendendolo in uno spessore di circa 1-2 cm con una spatola su un foglio d'alluminio.

Dopo 24 h i campioni sono trasferiti in cristallizzatori, sempre stratificandoli in 1-2 cm, coperti con alluminio non aderente (per permetterne l'evaporazione) e messi a deumidificare in stufa per almeno 24 h ad una temperatura di 40° C.

Successivamente, dopo essere stati di nuovo fatti uniformare alla temperatura ambiente, vengono polverizzati al mortaio per rompere gli aggregati fangosi che si erano compattati durante l'essiccamento in stufa. A seguire i campioni sono setacciati su un vaglio con maglia di 0,5 mm. Il



sottovaglio, raccolto su alluminio, viene conservato in barattoli da urine sterili sigillando il coperchio con parafilm ed è conservato in frigorifero fino all'operazione di analisi chimica.

Analisi chimica

Il metodo analitico prevede che ad una quantità di campione, pesata fino alla quarta cifra decimale con una bilancia analitica, venga aggiunto, in successione, solfato d'argento, una soluzione di bicromato di potassio, acido solforico, acqua distillata, acido fosforico, una soluzione in acido solforico di acido 4-difenilamminsolonato sodico ed una soluzione titolante di ferro-ammonio-solfato utilizzando una buretta digitale Technotrate della Kartell (foto 25).



Foto 25 – buretta

Nel calcolo per la determinazione del carbonio organico s'introduce un fattore di correzione (0.77), che rappresenta la frazione organica realmente ossidata. Inoltre un secondo fattore (1.724) serve a trasformare il valore del carbonio organico in quello relativo alla sostanza organica.

La formula utilizzata per convertire il valore ottenuto è data da:

$$C \text{ (g/kg)} = 38.961 \cdot \frac{\text{vol.bl} - \text{vol.sed}}{\text{vol.bl} \cdot \text{gsed}}$$

dove:

C (g/kg) = contenuto in grammi setacciato.

vol.bl = volume del blanc.

vol.sed = volume del sedimento.

gsed.= grammi di sedimento.

Sostanza organica = 1.724 * C org.

dove:

1.724= fattore di conversione per organica.

C org.= carbonio organico totale.



RISULTATI

Matrice Acqua

Ossigeno disciolto

L'ossigeno disciolto è un macrodescrittore rappresentativo delle condizioni generali di un corpo idrico ed è uno dei parametri idrologici che influenza sia la distribuzione che l'organizzazione delle comunità bentoniche e/o di ambienti potenzialmente soggetti ad anossie. Per questo costituisce un parametro comunemente impiegato nei programmi di monitoraggio per la valutazione della qualità delle acque.

Il contenuto di ossigeno disciolto nelle acque è in continuo equilibrio dinamico essendo, in ogni momento, la risultante del bilancio tra il consumo provocato dai processi biologici (respirazione algale ed animale) e dai processi di ossidazione chimica e biologica che intervengono nell'acqua e nei sedimenti e la riossigenazione dovuta alla fotosintesi e all'aerazione degli strati superficiali per gli scambi gassosi all'interfaccia aria-acqua.

La misura della concentrazione dell'ossigeno disciolto consente di trarre importanti indicazioni sia per l'interpretazione dei cicli biochimici sia per il controllo e la gestione diretta dei corpi idrici "a rischio" che necessitano di adeguate misure di protezione.

Le concentrazioni dell'ossigeno disciolto misurate nel corso delle campagne mensili variano tra un minimo di 8,44 mgL⁻¹ registrato nella stazione 8A nel mese di novembre 2020 ed un massimo di 19,37 mgL⁻¹ nella stazione di controllo 5B nel mese di luglio 2020.

In generale possiamo affermare che non sono state rilevate particolari differenze dei valori di ossigeno disciolto nelle tre stazioni di prelievo nelle singole campagne. Si è osservata, infatti, una distribuzione sostanzialmente omogenea dei valori di tale parametro sia nelle stazioni poste nell'area A (impianto tradizionale) sia in quella posizionata nell'area di controllo.

Nella tabella 3 sono riportati i valori di ossigeno disciolto misurati nel corso delle campagne mensili nelle tre stazioni di prelievo. I valori di ossigeno disciolti sono espressi come mgL⁻¹

Stazione	3A	8A	5B
Latitudine N	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'
Longitudine E	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'
Profondità (m)	17,5	16,5	17
campagna			
14/01/2020	11,31	10,36	11,54
03/02/2020	10,58	10,74	10,89
24/06/2020	18,25	17,42	18,21
22/07/2020	19,31	18,37	19,37
28/08/2020	12,06	18,49	12,25
30/09/2020	10,29	9,56	8,96
04/11/2020	8,97	9,13	9,20
25/11/2020	13,21	8,44	8,84
22/12/2020	8,91	8,66	8,54
29/01/2021	10,37	9,76	9,20
26/02/2021	10,41	9,85	10,94

Tabella 3: Ossigeno disciolto per stazione



Sonda multiparametrica

I profili verticali ottenuti mediante la sonda CTD sono raccolti nell'Allegato 1; per ogni stazione e per ogni data di campionamento è riportato un grafico dove sono mostrati i valori rilevati dai sensori della sonda CTD quali temperatura, salinità ed ossigeno disciolto.

In tutti i grafici la scala della profondità è la medesima, con un intervallo compreso fra zero e 16 metri. Questa soluzione è stata adottata in modo tale da poter utilizzare la stessa impostazione grafica per tutte le stazioni di campionamento e per consentire un confronto virtuale più agevole fra i profili realizzati nelle due stazioni.

In ascissa sono riportati i valori delle diverse variabili misurate ed anche in questo caso le scale sono uguali in tutti i grafici. Ogni variabile è identificata da un colore che consente di associare le singole curve agli assi di riferimento. La temperatura è rappresentata in rosso, la salinità in blu e la concentrazione di ossigeno disciolto in verde.

Ogni grafico, infine, è contrassegnato in alto dall'identificativo della stazione e dalla data di campionamento.

I profili relativi alle due stazioni di rilevamento (stt. 3A e 5B – fig. 1), poste a circa 1,5 miglia l'una dall'altra, non presentano marcate differenze tra i parametri misurati nel corso delle 11 campagne di campionamento.

In particolare nella prima campagna di campionamento, effettuata nel mese di gennaio 2020, vengono raggiunti i valori minimi di temperatura della colonna d'acqua che aumentano progressivamente fino ad una profondità di circa 15 metri e sono associati ad un conseguente innalzamento della concentrazione dei valori di ossigeno disciolto.

Nel mese di febbraio 2020, l'andamento dei parametri misurati è molto simile al mese precedente, con un innalzamento dei valori di temperatura superficiale.

Alla ripresa delle attività di campionamento nel mese di giugno 2020, interrotte da marzo a maggio 2020 a causa della pandemia, si nota un inizio di stratificazione della colonna d'acqua. Infatti, anche se l'andamento dell'ossigeno disciolto e della salinità è sostanzialmente lineare sulla verticale, la temperatura mostra già un incremento superficiale apprezzabile. È interessante notare come a questa condizione sia associata un'elevata torbidità dell'acqua.

Questa condizione si ripete nella campagna successiva (luglio 2020), ma con una amplificazione del segnale termico. Infatti è ben chiaro l'instaurarsi di un termocline ben strutturato con temperature superficiali nell'ordine dei 23°C, a cui fa riscontro una riduzione della concentrazione di ossigeno disciolto particolarmente marcata fino ai 15 metri di profondità.

Nel mese di agosto 2020 la colonna d'acqua assume una configurazione stabile e del tutto conforme alle attese, con il termocline che si sposta a quote batimetriche superiori. I valori di salinità rimangono costanti per tutti i mesi estivi, mentre quelli di ossigeno fanno registrare un lieve decremento con l'aumentare dei valori della temperatura lungo la colonna d'acqua.

A partire dalla fine di settembre 2020 e nei mesi di ottobre e novembre 2020, si registra una progressiva riduzione della temperatura dello strato superficiale della colonna d'acqua con un progressivo aumento dei valori di ossigeno disciolto.

Nei mesi successivi (dicembre 2020, gennaio e febbraio 2021) la colonna d'acqua appare rimescolata e, come è ovvio, in fase di progressivo raffreddamento. In particolare, fra dicembre e gennaio la temperatura continua a diminuire e la concentrazione di ossigeno disciolto ad aumentare come conseguenza di ciò.



Trasparenza dell'acqua

La trasparenza è un indicatore importante sia dal punto di vista chimico che biologico. E' considerato un parametro di base per il mare e le acque di transizione ed è ancora più importante come macrodescrittore per gli ambienti lacustri.

Nella tabella 4 sono riportati i valori di trasparenza della colonna d'acqua misurati nel corso delle campagne mensili nelle tre stazioni di prelievo. I valori di trasparenza sono espressi in metri di profondità.

Stazione	3A	8A	5B
Latitudine N	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'
Longitudine E	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'
Profondità (m)	17,5	16,5	17
campagna			
14/01/2020	8,5	9	6,5
03/02/2020	4	3,5	3
24/06/2020	8	7,5	6,5
22/07/2020	14	14,5	15
28/08/2020	9,5	9,5	11,5
30/09/2020	4,5	6	5,5
04/11/2020	8,5	9,5	7,5
25/11/2020	2,5	3	2,5
22/12/2020	6,5	6	6,5
29/01/2021	3,5	2,5	2,5
26/02/2021	10	11,5	7,5

Tabella 4: Trasparenza per stazione

Fitoplancton

L'analisi quali-quantitativa della composizione del popolamento fitoplanctonico ha permesso di identificare in totale, 60 *taxa* di cui 34 Diatomee, 14 Dinoflagellati, 2 Coccolitoforidi, 1 Prasinoficee, 1 Dictiocoficea, oltre a forme indeterminate di Crisoficee, Criptoficce, Primnesioficee, Euglenoficee, Cloroficee e piccoli flagellati (<10 µm) (Tabella 5).

I dati relativi al popolamento fitoplanctonico dei campioni prelevati nell'ambito delle 11 campagne di campionamento sono riportati nell'allegato 2.

Per facilitare la lettura dei risultati, forme indeterminate di incerta collocazione tassonomica genericamente indicate con il termine di "fitoflagellati" (flagellati<10µm) insieme a criptoficce, prasinoficce, crisoficce, euglenoficce e silicoflagellati (dictiocoficce) sono state riunite nel raggruppamento generico "altri flagellati".

Nel complesso, il popolamento è risultato caratterizzato prevalentemente dalla abbondanza di quest'ultimo gruppo (mediamente pari al 50% della popolazione totale e fino a valori massimi del 66%) dominato da forme flagellate indeterminate di piccole dimensioni che da sole sono arrivate a rappresentare fino 97% del totale del gruppo. In particolare, il valore massimo è stato registrato a febbraio (campagna 2020) nella stazione 3A, mentre il minimo a giugno (campagna 2020) nella stazione 5B (area di controllo).



DIATOMEAE	CRIFTOFICEE
<i>Pennate < 15 µm</i>	<i>Criptoficee ind.</i>
<i>Pennate > 15 µm</i>	DICTIOCOFICEE
<i>Centriche <15 µm</i>	<i>Dictyocha fibula</i>
<i>Centriche >15 µm</i>	PRIMNESIOFICEE
<i>Bacteriastrum spp.</i>	<i>Primnesioficee ind.</i>
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	PRASINOFICEE
<i>Ceratulina pelagica</i>	<i>Pyramimonas spp.</i>
<i>Chaetoceros spp.</i>	<i>Prasinoficee ind.</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	DINOFLLAGELLATI
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Dinoflagellati nudi < 15 µm</i>
<i>Chaetoceros danicus</i>	<i>Dinoflagellati nudi > 15 µm</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Dinoflagellati tecati < 15 µm</i>
<i>Coscinodisus spp.</i>	<i>Dinoflagellati tecati > 15 µm</i>
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Ceratium spp.</i>
<i>Dactyliosolen spp.</i>	<i>Ceratium furca</i>
<i>Diploneis sp.</i>	<i>Ceratium fusus</i>
<i>Ditylum brightwellii</i>	<i>Ceratium teres</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Ceratium trichoceros</i>
<i>Hemiaulus sinensis</i>	<i>Dinophysis spp.</i>
<i>Lauderia annulata</i>	<i>Oxytoxum spp.</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Prorocentrum spp.</i>
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>
<i>Navicula spp.</i>	<i>Protoperidinium spp</i>
<i>Pleurosigma spp.</i>	<i>Flagellati < 10 µm</i>
<i>Proboscia alata</i>	CRISOFICEE
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	<i>Crisoficee ind.</i>
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	EUGLENOFICEE
<i>Rhizosolenia spp.</i>	<i>Euglenoficee ind.</i>
<i>Skeletonema spp.</i>	CLOROFICEE
<i>Thalassionema spp.</i>	<i>Cloroficee ind.</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	COCCOLITOFORIDI
<i>Thalassiosira spp.</i>	<i>Rabdosphaera spp.</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Syracosphaera pulchra</i>
<i>Thalassiothrix spp.</i>	<i>Coccolitoforidi ind.</i>

Tabella 5. Elenco dei principali taxa fitoplanctonici

I dinoflagellati, invece, molto meno abbondanti (16-35% del totale), sono risultati costituiti prevalentemente da forme tectate e non tectate di piccole e grandi dimensioni, oltre che dai generi *Protoperidinium* (*Protoperidinium spp.*), *Ceratium* (*Ceratium fusus*, *Ceratium trichoceros* e *Ceratium furca*) ed *Oxytoxum* (*Oxytoxum spp.*). Anche in questo caso il valore massimo è stato registrato a febbraio (campagna 2021) nella stazione 8A, mentre il minimo a luglio (campagna 2020) nella stazione 5B.

Le diatomee, nel complesso rappresentate con percentuali comprese tra il 5% ed il 51%, sono risultate costituite prevalentemente dai generi *Pseudo-nitzschia* (*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *Pseudo-nitzschia spp.*), *Thalassiosira* (*Thalassiosira spp.*), *Cerataulina* (*Ceratulina pelagica*) e da pennate indeterminate soprattutto di grandi dimensioni (>15 µm) con valori massimi nel periodo invernale (febbraio campagna 2020 – stazione 5B) e minimi in quello estivo (luglio campagna 2020 – stazione 3A).

I coccolitoforidi, infine, scarsamente rappresentati, hanno fatto registrare valori che non hanno superato mediamente l'1% del totale del popolamento con un massimo registrato a novembre



(campagna 2020) nella stazione 3A. In particolare, oltre a piccole forme non identificabili il popolamento è risultato costituito essenzialmente da *Syracosphaera pulchra*, e da forme del genere *Rhabdosphaera*.

Nel complesso, la distribuzione percentuale delle componenti fitoplanctoniche è riassunta nella figura 3.

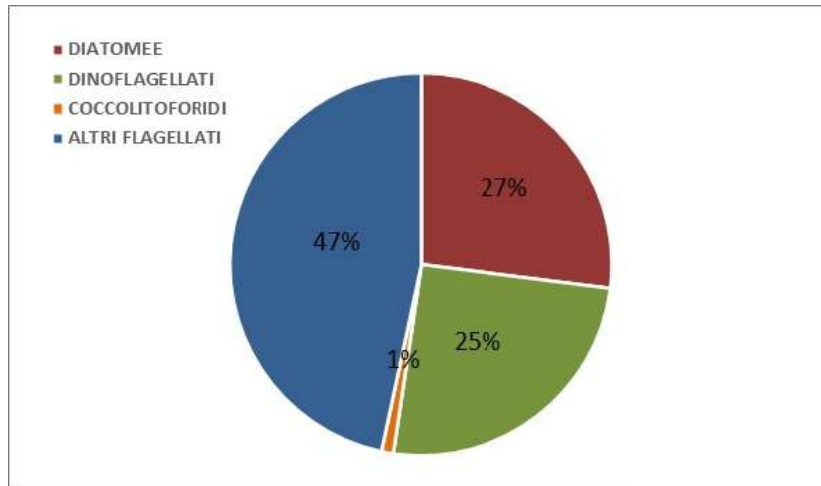


Figura 3. Distribuzione percentuale delle principali classi fitoplanctoniche.

In termini quantitativi il popolamento fitoplanctonico ha rivelato concentrazioni comprese tra un minimo di 20693 cell.L⁻¹ (stazione 5B – area di controllo, luglio 2000) ed un massimo di 783325 cell.L⁻¹ (stazione 3A, febbraio 2020) con un valore medio di 327457 cell.L⁻¹.

L'andamento stagionale dei valori di densità cellulare evidenzia che per tutte le principali componenti fitoplanctoniche i massimi di densità sono stati registrati nel periodo invernale (campagne di campionamento 2020 e 2021) mentre i minimi in quello estivo (Figura 4).

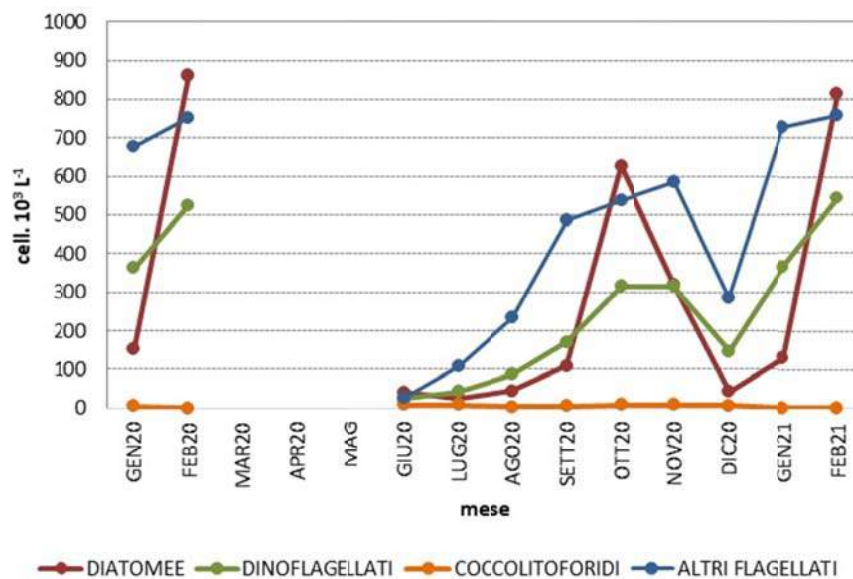


Figura 4. Variazione temporale dei valori di densità cellulare (cell. 10³ L⁻¹) delle principali classi fitoplanctoniche.



Fanno eccezione i coccolitoforidi per i quali, pur riconoscendo una generale omogeneità nei valori di densità cellulare, è stato possibile individuare un andamento stagionale con maggiori concentrazioni nel periodo tardo autunnale e concentrazioni minori in quello invernale.

I valori totali di densità cellulare ($\text{cell.} \cdot 10^3 \text{ L}^{-1}$) in ciascuna stazione e per ciascuna campagna di campionamento (gennaio 2020 – febbraio 2021) sono riportati, nella figura 5.

Dai grafici si evidenzia che nella stazione 5B (area di controllo) la densità cellulare è risultata minore in estate con una tendenza all'aumento nel periodo autunnale e con valori maggiori nel tardo inverno. Anche la stazione 3A ha fatto registrare un andamento stagionale con valori minimi di densità nel periodo estivo ed autunnale ed una inversione in quello invernale. Più elevati nel periodo estivo ed in autunno i valori di densità cellulare della stazione 8A hanno fatto registrare invece, un più chiaro trend decrescente nel tardo inverno.

Nel complesso l'andamento stagionale dei valori totali di densità cellulare della componente fitoplanctonica nelle tre stazioni indagate è pressoché paragonabile.

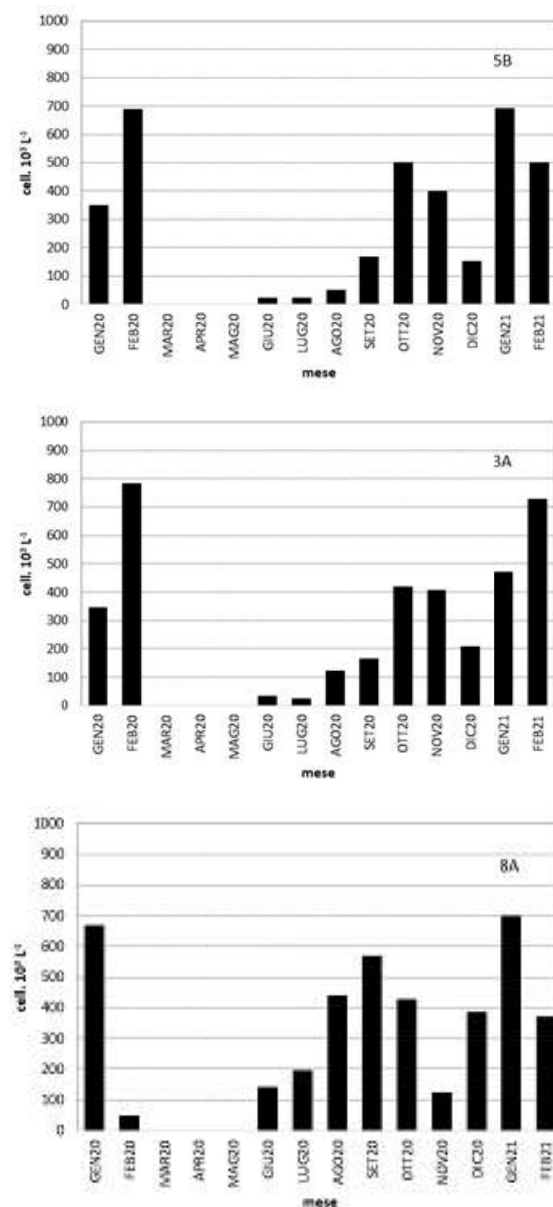


Figura.5. Valori di densità cellulare ($\text{cell.} \cdot 10^3 \text{ L}^{-1}$) delle principali classi fitoplanctoniche in ciascuna stazione e per ciascuna campagna di campionamento (gennaio 2020 - febbraio 2021).

I risultati dell'Analisi delle Corrispondenze (CA) sulla matrice dei dati di densità (cell. L⁻¹) non hanno evidenziato un chiaro andamento stagionale nella distribuzione quantitativa del popolamento fitoplanctonico pur evidenziando le differenze fin qui descritte, per alcuni specifici periodi di campionamento.

Nella figura 6, è riportato l'ordinamento dei punti stazione, per tutte le campagne di campionamento, sul primo e secondo asse fattoriale (CA1-CA2) che spiegano rispettivamente il 20% e il 16% della varianza totale.

Dal grafico è evidente che, ad eccezione degli item relativi alla stazione 5B nelle campagne estive dell'anno 2020 (giugno, luglio, agosto - stazione 5B - area di controllo), le stazioni sono concentrate al centro degli assi pur separandosi essenzialmente nello spazio di CA1.

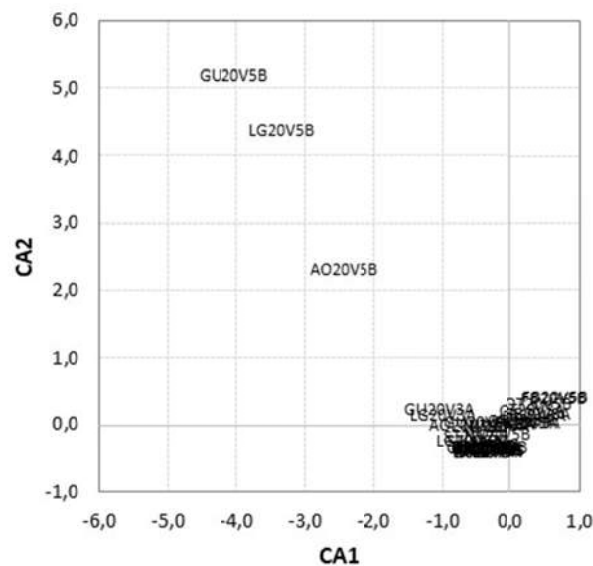


Figura 6. Analisi delle Corrispondenze. Ordinamento dei punti stazione sui dati di densità cellulare. L'etichetta alfanumerica riporta il mese, l'anno e l'identificativo della stazione.

Per facilitare la lettura dei risultati, nella figura 7 si riporta il medesimo ordinamento senza i tre punti stazione sopra citati e principalmente responsabili del raggruppamento compatto degli altri punti nel piano di CA1 e CA2.

Dalla figura, si evidenzia che la quasi totalità dei punti si separa nello spazio del primo asse. Il periodo estivo, senza particolari differenze tra le aree di campionamento, si separa nel semipiano negativo di CA1, mentre i punti stazione relativi ad ottobre (OT20V5B, OT20V3A, OT20V8A) e febbraio (FB20V5B, FB20V3A, FB20V8A) della campagna 2020 si posizionano, nel semipiano positivo dello stesso asse. Quest'ultimi a loro volta, risultano separati nello spazio di CA2 dagli altri punti stazione del periodo autunno-invernale occupando rispettivamente il II° ed il III° quadrante del piano. Nel complesso l'ordinamento conferma una differenza quantitativa nella composizione del popolamento fitoplanctonico tra il periodo estivo ed autunnale (posizionati entrambi nel semipiano positivo di CA2, ma comunque separati in CA1) e quello invernale quasi del tutto posizionato nel semipiano negativo di CA2 e in posizione poco eccentrica rispetto allo spazio di CA1. Fa eccezione soltanto il mese di febbraio nella campagna 2020 caratterizzato in tutte le aree di campionamento, da differenze quantitative, rispetto al restante periodo invernale, dovute soprattutto a diatomee del genere *Pseudo-nitzschia* e a piccoli flagellati indeterminati.

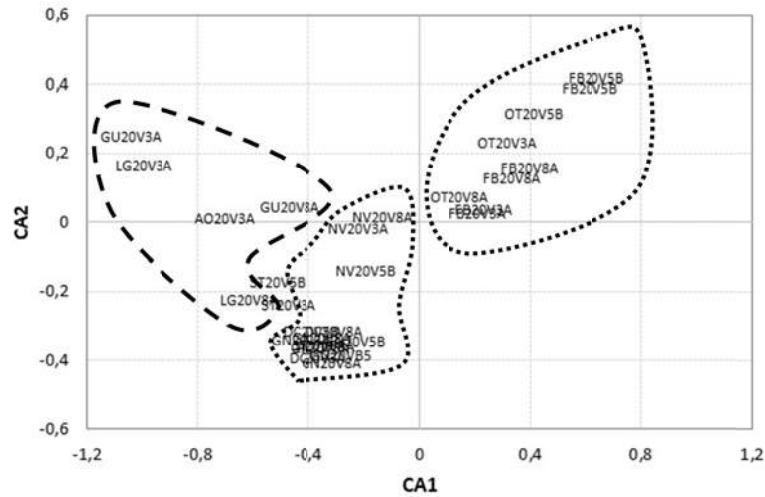


Figura 7. Analisi delle Corrispondenze. Ordinamento dei punti stazione sui dati di densità cellulare. L'etichetta alfanumerica riporta il mese, l'anno e l'identificativo della stazione.

Il medesimo ordinamento sulla matrice dei dati binari (0/1), evidenzia una stagionalità anche nella composizione in specie del popolamento fitoplanctonico indagato, pur senza esaltare particolari differenze tra le tre stazioni. Queste, infatti, per ciascuna campagna di campionamento, si posizionano generalmente nello stesso piano dello spazio degli assi CA1-CA2 (varianza totale spiegata pari al 24%) (Figura 8).

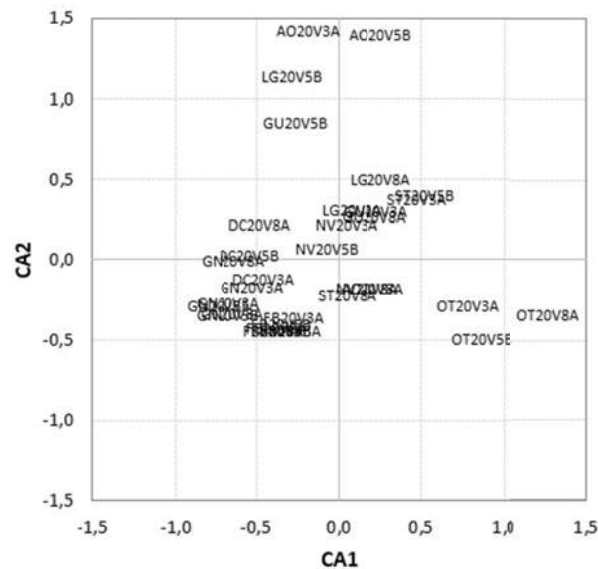


Figura 8. Analisi delle Corrispondenze. Ordinamento dei punti stazione sui dati di presenza/assenza. L'etichetta alfanumerica riporta il mese, l'anno e l'identificativo della stazione.

Anche in questo caso, le campagne estive si separano chiaramente dai restanti periodi di campionamento nel semipiano positivo di CA2, mentre i periodi autunno-invernali si posizionano pressoché centralmente ad entrambi gli assi del piano dell'ordinamento. Va sottolineato che anche in questo caso, la campagna di ottobre 2020 (OT20V5B, OT20V3A, OT20V8A) si separa dai restanti punti stazione occupando, in posizione più eccentrica, il semipiano positivo di CA1, mentre quella di febbraio 2020 si posiziona invece, insieme al raggruppamento occupato dalla maggior



parte dei punti stazione del periodo invernale.

Nel complesso, in termini qualitativi, le quattro principali classi fitoplanctoniche non appaiono chiaramente separate nello spazio di CA1-CA2 (Figura 9).

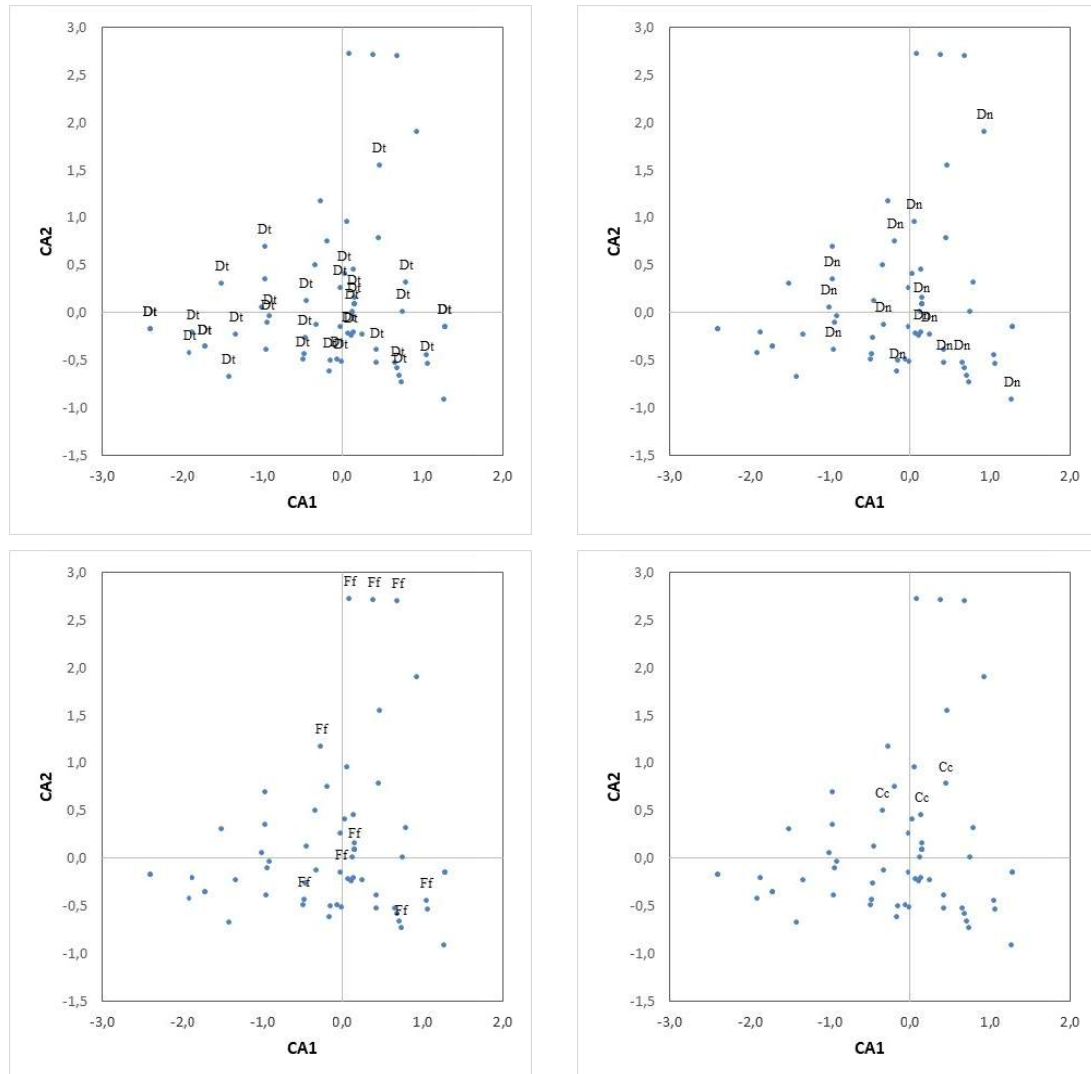


Figura 9. Analisi delle Corrispondenze. Ordinamento dei punti specie sui dati di presenza/assenza. L'etichetta individua le principali classi fitoplanctoniche (Dt= Diatomee, Dn= Dinoflagellati, Ff= altri flagellati, Cc= Coccolitofridi).

Nel dettaglio, dai risultati dell'ordinamento dei punti specie sui dati di presenza/assenza, le diatomee sono risultate caratterizzare maggiormente i punti stazione del periodo autunno-invernale (ottobre-novembre 2020), mentre i dinoflagellati prevalentemente i mesi invernali (dicembre 2020 - gennaio 2021). Il gruppo degli "altri flagellati" ed in particolare i fitoflagellati, sono risultati occupare la posizione centrale dell'ordinamento posizionandosi nei dintorni dell'origine in tutti e quattro i semipiani dello spazio pur caratterizzando, più delle altre classi, le stazioni estive (LU20V5B, AO20V5B ed AO20V3A). Infine i coccolitoforidi anche se scarsamente rappresentati hanno occupato il semipiano positivo di CA2 caratterizzando per lo più i punti stazione del tardo autunno ed inizio inverno (novembre 2020). (Figura 9).



Biota

Macrozoobenthos

Nei fondi mobili, caratterizzati, in genere, da una notevole omogeneità strutturale, la distribuzione degli organismi, correlata alla granulometria del sedimento, è alquanto costante e ripetitiva, perciò prevedibile. Al ruolo prioritario della natura del substrato, generalmente collegata ai gradienti idrodinamico e batimetrico, si somma l'effetto degli apporti alloctoni sui rapporti trofici e meccanici che gli organismi contraggono con l'ambiente.

Lo studio degli organismi bentonici fornisce, perciò, un efficace strumento analitico nella valutazione dell'influenza dei diversi fattori ambientali sull'ecosistema marino.

La struttura delle zoocenosi bentoniche di fondo mobile, almeno per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, è, inoltre, strettamente legata alla tessitura dei sedimenti. Ciò è dovuto, essenzialmente, al ruolo di supporto fisico che essi svolgono per gli organismi animali del benthos.

La relazione tra sedimenti e fauna bentonica può esprimere tanto una correlazione, come la presenza di agenti strutturanti comuni, quanto un rapporto di causalità, come il maggior successo delle specie meglio adattate alla granulometria esistente o alla presenza di una componente organogena nei sedimenti.

Analisi descrittiva

Nei 7 campioni analizzati sono stati rinvenuti, complessivamente, 1391 individui, ripartiti in 100 taxa; per 16 di essi non è stato possibile estendere la classificazione fino al livello di specie.

Gli Anellidi Policheti costituiscono il syntaxon maggiormente rappresentato sia nel numero di individui (fig. 10) sia nel numero di specie (fig. 11); appartengono a questa classe, infatti, 745 individui, pari al 53,6% di quelli raccolti, ripartiti in 42 taxa, che rappresentano il 42% del totale delle specie rinvenute. Seguono i Molluschi (189 individui e 29 taxa), e gli Anfipodi (155 individui e 11 taxa).

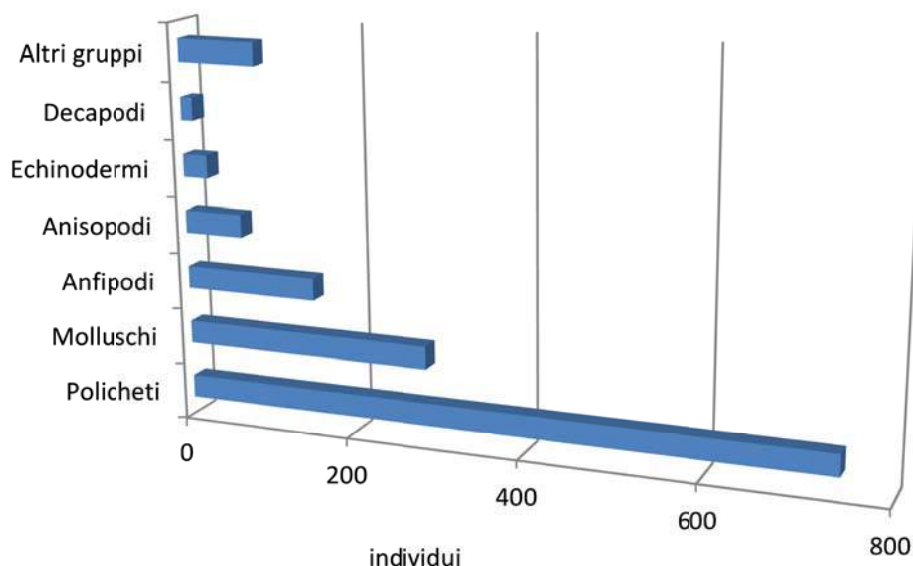


Figura 10.

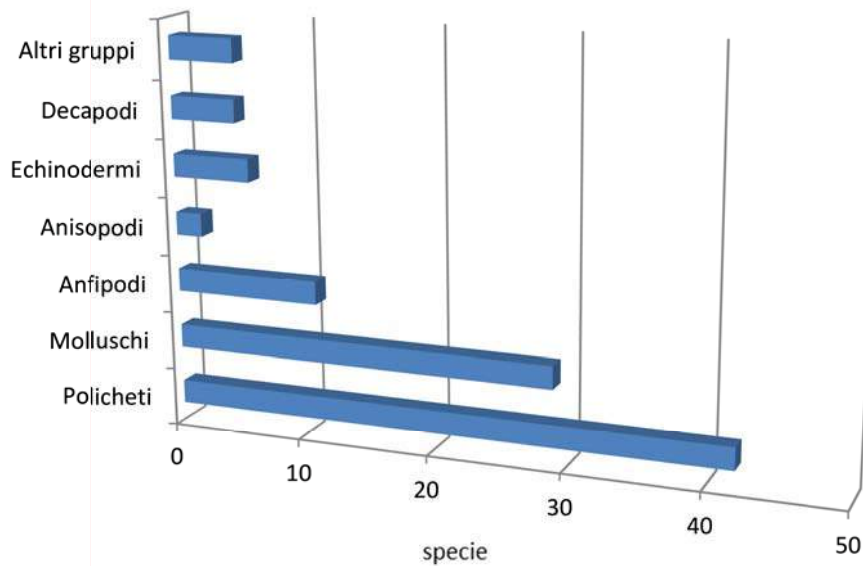


Figura 11.

Un andamento diverso si osserva se prendiamo in considerazione le due aree di campionamento e cioè l'area A che è stata posizionata all'interno dell'impianto di allevamento tradizionale dei mitili, in concessione alla Jolly Pesca OP, sia in un'area di controllo contigua (area B) ma non direttamente coinvolta dalle attività di mitilicoltura, posta a circa 1.5 miglio dall'impianto, allo scopo di valutare l'intensità dell'impatto delle attività di mitilicoltura sulla comunità bentonica e, di conseguenza, sull'ambiente marino circostante.

In entrambe le aree i Policheti costituiscono il syntaxon dominante sia in termine di abbondanza sia di specie (figg. 12-13). Allo stesso modo nell'area A seguono i Molluschi e gli Anfipodi come numero di individui e come numero di specie, mentre nell'area B gli Anfipodi prevalgono sui i Molluschi soltanto in termini di abbondanza.

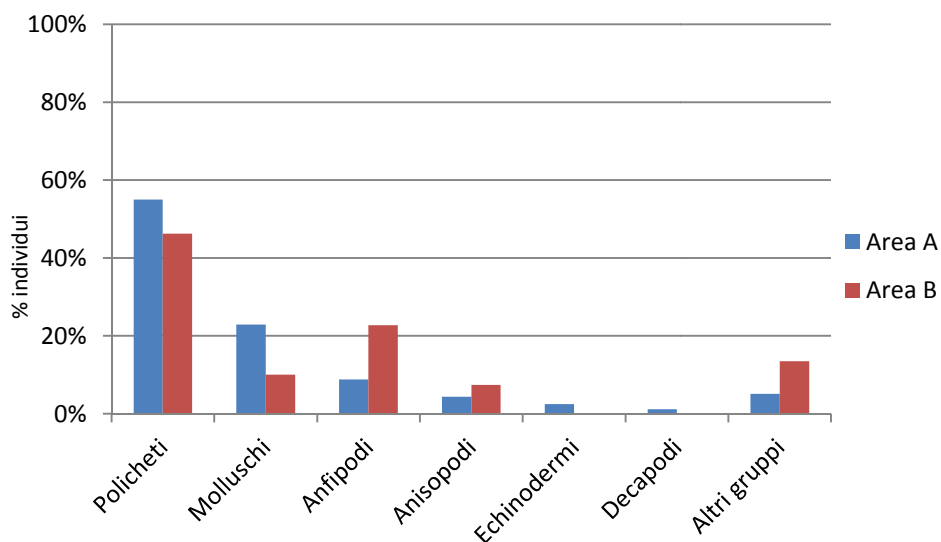


Figura 12.

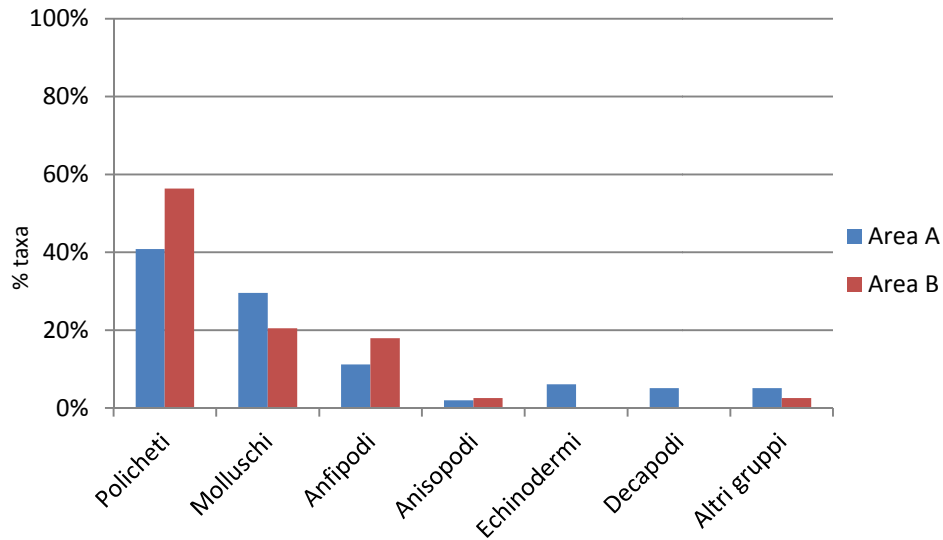


Figura 13.

Aspetti strutturali

In quasi tutte le zoocenosi può essere identificato un nucleo fondamentale costituito da un numero limitato di specie, indipendentemente dal numero totale di taxa presenti; quest'ultimo può essere anche molto elevato, ma in generale ciò è dovuto alla presenza di molte specie occasionali o rare, che, se sono importanti da un punto di vista zoologico, di solito non forniscono un contributo determinante alla struttura della comunità, né sono utilizzabili per la caratterizzazione ecologica di un biotopo.

Le specie del nucleo sono state individuate sulla base dei valori di dominanza, che è l'importanza quantitativa espressa in percentuale sul totale degli individui rinvenuti.

Al pool di specie con i valori più alti, fissato, con modalità arbitraria, in 10 taxa, appartiene il 51,7% degli esemplari raccolti (fig. 14). Il pool è composto da quattro Anellidi Policheti (*Notomastus latericeus*, *Heteromastus filiformis*, *Fabricia stellaris adriatica* e *Lumbrineris latreilli*), da tre Crostacei Anfipodi (*Pseudolirius kroyerii*, *Corophium runcicorne* e *Ampelisca typica*), da due Molluschi Bivalvi (*Varicorbula gibba* e *Moerella distorta*) e da un Crostaceo Anisopode (*Apseudopsis latreillii*).

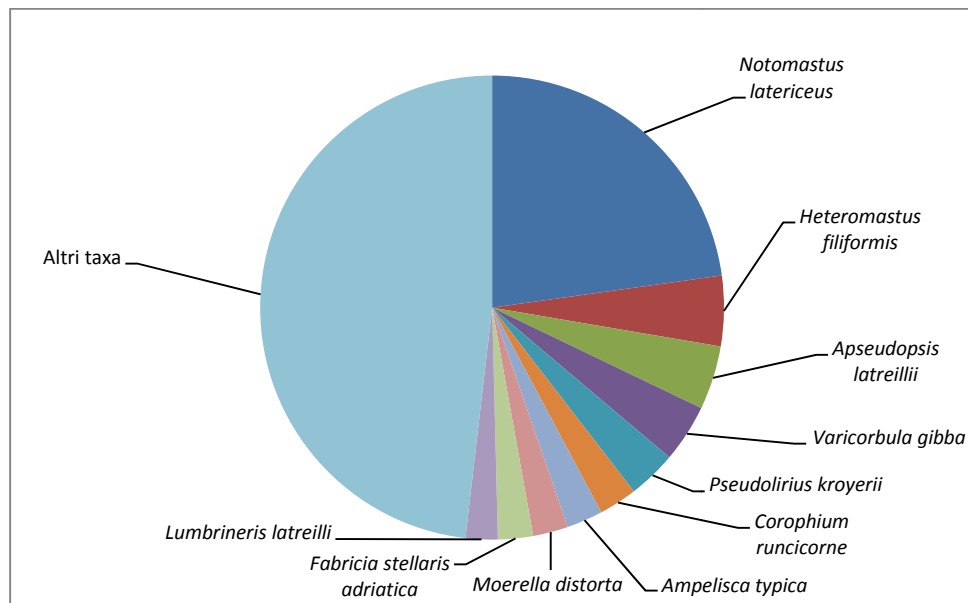


Figura 14.

La specie di gran lunga più abbondante è il Polichete *Notomastus latericeus*, che rappresenta ben il 22,7% della dominanza con 317 individui; seguono l'altro Polichete *Heteromastus filiformis* con il 4,9% (68 ind.), l'Anisopode *Apseudopsis latreillii* con 4,4% (62 ind.) ed il Mollusco *Varicorbula gibba* con il 4% (56 ind.). Le altre sei specie si attestano tra il 3,4% ed il 2,2%, con valori che vanno dai 47 individui dell'Anfipode *Pseudolirius kroyerii* ai 31 del Polichete *Lumbrineris latreilli*.

Notomastus latericeus è una specie ad ampia ripartizione ecologica essendo stata ritrovata nei più svariati ambienti: dal sedimento delle pozze di scogliera e dei canali di marea ai fanghi, alle sabbie fangose, alle sabbie ad Anfiosso, al detrito fangoso, ecc. Durante le fasi giovanili è tubicolo, da adulto diviene libero, anche se scava dei tunnel parzialmente spiralati, mediamente permanenti. Anche *Heteromastus filiformis* e *Lumbrineris latreilli* sono specie tipiche di sedimenti misti ed a larga diffusione; *L. latreilli* è indicatrice di sedimenti arricchiti di sostanza organica;

Pseudolirius kroyerii è una specie tipica del piano Infralitorale, comune nella biocenosi della Sabbie Fini Ben Calibrate e, soprattutto, in quella dei Fanghi Terrigeni Costieri, mentre *Apseudopsis latreillii* si ritrova a profondità comprese tra i 0 e i 40 metri su fondi sabbiosi e fangosi ricchi di detrito e nell'ambiente interstiziale di molte biocenosi.

Il confronto tra i valori di dominanza nelle stazioni posizionate nell'area A e quelli dell'area controllo aree di campionamento si discostano non poco da quelli complessivi: *Notomastus latericeus* rappresenta sempre, sia nell'area A sia nell'area di controllo, la specie di gran lunga dominante, con valori compresi tra il 16% ed il 24% dell'intero popolamento; nell'area di controllo, però, si riduce l'importanza dei Policheti ma assumono una rilevanza maggiore gli Anfipodi *Ampelisca typica* e *Pseudolirius kroyerii*, l'Anisopode *Apseudopsis latreillii* ed il Mollusco *Abrapristina prismatica*.

La descrizione delle comunità attraverso abbondanza e ricchezza specifica però non coglie informazioni relative al fatto che certe specie sono dominanti (cioè rappresentate da un elevato numero di individui) e che altre, invece, sono rare (cioè rappresentate da un basso numero di individui). Misure molto semplici che tengono conto sia della ricchezza di specie che della distribuzione delle abbondanze sono gli indici legati alla diversità (Begon M. et al., 1989).

Per l'analisi descrittiva della comunità bentonica di fondo mobile sono stati, inoltre, presi in



considerazione, per ogni stazione, sei parametri strutturali: l'abbondanza totale (A), la ricchezza specifica (RS), l'indice di ricchezza specifica (D), la diversità di specie (H'), l'equitabilità (J) e l'indice di dominanza di Simpson.

La prima è il numero complessivo di individui; la seconda è il numero dei taxa presenti; l'indice di ricchezza specifica mette in rapporto il numero di specie con il numero di individui; la diversità di specie è un parametro, ottenuto rapportando i primi due tra loro, che tiene conto del modo in cui gli individui sono distribuiti tra le specie; l'equitabilità o *evenness* mette in rapporto l'indice di diversità con il numero di specie, ed esprime il grado di omogeneità con cui gli individui sono distribuiti tra le specie; l'indice di dominanza, infine, che ha un andamento inverso al precedente, misura il grado di prevalenza di poche specie.

Le stazioni in cui sono stati registrati i valori più alti di abbondanza totale sono situate sia all'interno dell'area A nella zona più esterna dell'area di campionamento (stt. 8A e 10A - fig. 15) sia nella stazione posizionata nell'area di controllo (5B).

Questo dato si discosta da quello di ricchezza specifica perché nelle stazioni dell'area A i valori di ricchezza specifica sono molto simili tra di loro indipendentemente dai valori di abbondanza registrati, ad eccezione della stazione 10A dove ai più alti valori di abbondanza corrispondono quelli più elevati di ricchezza specifica.

L'indice di ricchezza specifica è in accordo con i dati di RS in quasi tutte le stazioni; in particolare i valori più bassi sono stati riscontrati nelle stazione posta nell'area di controllo nelle quali è stato rinvenuto un numero inferiore di specie rispetto alle altre stazioni.

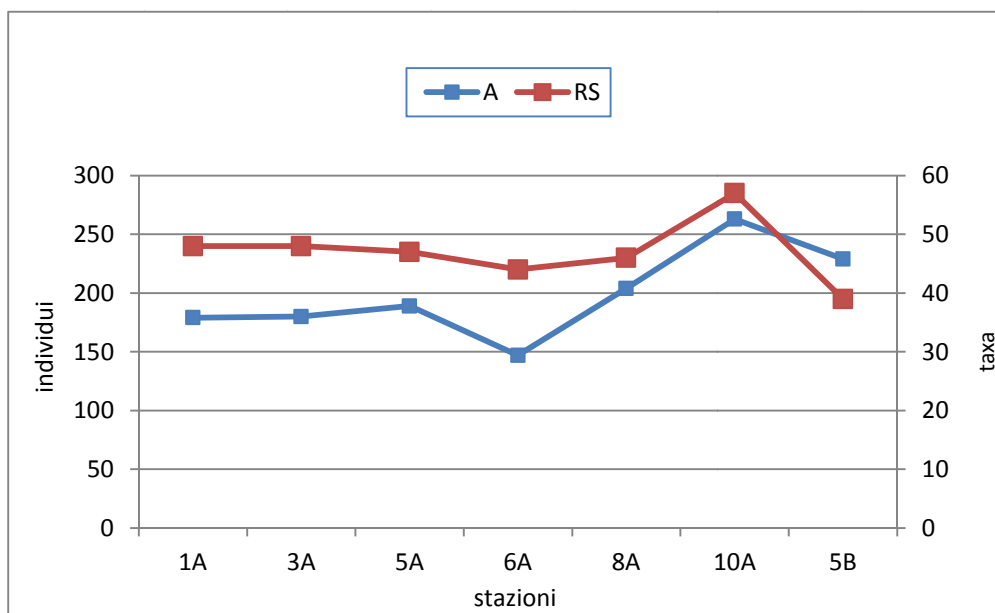


Figura 15. Abbondanza totale e ricchezza specifica

L'indice di diversità (fig. 16) e, soprattutto, quello di evenness forniscono un quadro più leggibile del grado di strutturazione della comunità nelle due aree: la stazione 8A che è tra quelle in cui sono stati registrati i valori più alti di abbondanza totale, è la stazione anche con i valori più bassi di evenness. In questa stazione, infatti, è stato rinvenuto un numero consistente di individui appartenenti alla specie *Notomastus latericeus*, che costituiscono oltre il 31% dell'abbondanza totale di questa stazione.

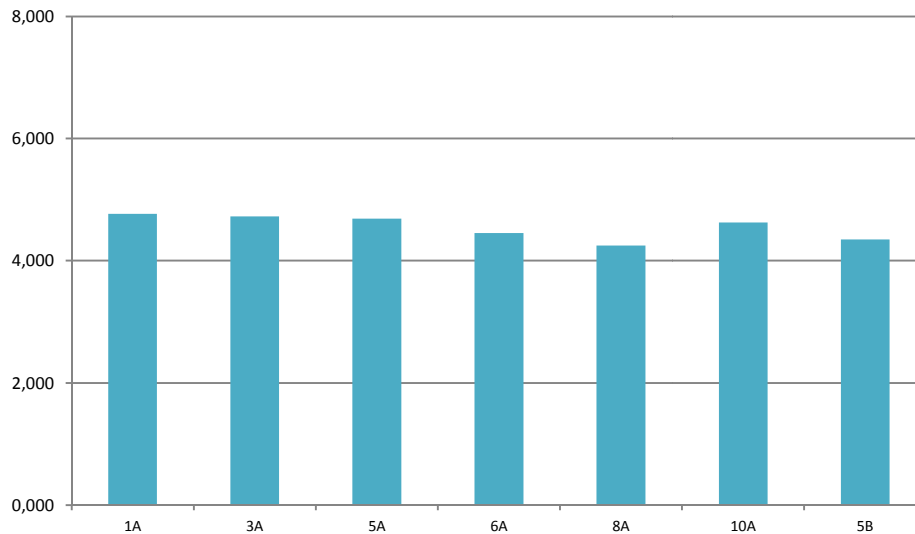


Figura 16. Indice di diversità di Shannon (H')

L'indice di dominanza (fig. 17), come atteso, conferma questo dato, ponendo la 8A tra le stazioni dove è più marcata la prevalenza di meno specie.

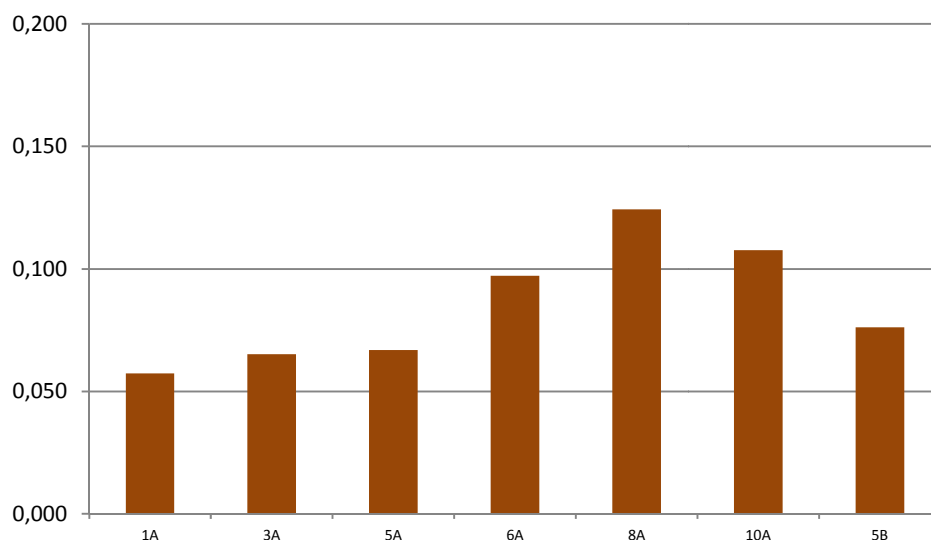


Figura 17. Indice di dominanza di Simpson (D)

Aspetti trofici.

In uno studio di carattere ecologico non si può prescindere dall'analisi trofica della comunità, in quanto il comportamento alimentare degli organismi bentonici è strettamente correlato, oltre che dalla disponibilità del cibo, anche da fattori ambientali quali la natura del substrato, il contenuto in sostanza organica, la profondità, l'idrodinamismo, l'esposizione. Gli organismi poco o punto eclettici sul piano alimentare, che potremmo definire *stenotrofici*, forniscono indicazioni utili a indagare sulla prevalenza o meno di uno o più parametri ambientali.

L'analisi trofica fornisce un quadro delle modalità in cui l'energia solare, convertita e immagazzinata in forma chimica dai vegetali mediante la fotosintesi, viene distribuita nella zoocenosi; essa consiste, in estrema sintesi, nello studio delle relazioni alimentari tra le specie.



La dieta di un organismo può essere studiata in laboratorio o dedotta dall'esame degli adattamenti morfo-funzionali connessi con l'alimentazione (mascelle, strutture prensili, apparati filtranti, etc.). Nel primo caso si ottengono dati certi, sia che si lavori con animali vivi a cui si somministrano diete differenziate, sia che si proceda all'analisi dei contenuti gastrici; i dati raccolti con procedimenti deduttivi sono, al contrario, solo indicativi.

Quando si classificano gli organismi in categorie trofiche bisognerebbe basarsi su informazioni certe; la dieta "reale" di una specie, però, è generalmente difficile da indagare, e spesso presenta variazioni tra le diverse popolazioni. Alcune specie, infatti, possono manifestare, in condizioni ambientali diverse, comportamenti alimentari alternativi, come, ad esempio, il polichete *Owenia fusiformis*: in sedimenti scarsamente arricchiti in materiale organico e in un regime idrodinamico tale da garantire la risospensione di particolato organico, quest'organismo si comporta da sospensivoro; laddove si verificano condizioni di ridotto idrodinamismo, che favoriscono la sedimentazione di detrito organogeno, esso presenta un'etologia alimentare da detritivoro. Un comportamento trofico alternativo è attuato anche da specie erbivore quando, ad esempio, si nutrono di detrito vegetale. L'elettismo alimentare può contribuire in modo significativo all'omeostasi della comunità.

La categoria trofica di un organismo animale può essere definita come *l'insieme delle relazioni tra la composizione delle particelle di cibo, le loro dimensioni e il meccanismo implicato nell'assunzione*. Per ciò che concerne le dimensioni delle particelle è possibile fare suddividere gli animali raccolti in due categorie: quella dei Macrofagi, che si nutrono di grosse particelle raccolte e manipolate una ad una, e quella dei Microfagi, che si alimentano attraverso l'ingestione non selettiva di ammassi di piccole particelle. Sulla base della composizione e delle modalità di raccolta del cibo ciascuna categoria è stata divisa, a sua volta, in gruppi funzionali o trofici: i Macrofagi, in Carnivori ed Erbivori; i Microfagi, in Sospensivori, Detritivori e Limivori.

I **Carnivori** sono organismi solitamente mobili che si nutrono di prede vive e/o di resti di animali morti; gli **Erbivori** sono organismi mobili che si nutrono in prevalenza della microflora unicellulare (Diatomee e Cianoficee) e delle microalghe che vivono in epibiosi su alcune metafite (*Posidonia oceanica* e macroalghe) e sulla roccia; i **Sospensivori** sono organismi scarsamente o per nulla mobili che vivono generalmente adesi al substrato o al suo interno e si nutrono di particolato organico in sospensione nella colonna d'acqua, che raccolgono secondo diverse modalità; i **Detritivori** sono generalmente più abbondanti nei fondi mobili non superficiali, grazie all'elevata abbondanza di detrito, di origine sia animale sia vegetale, che costituisce la principale fonte di alimento in questi ambienti; i **Limivori** ingeriscono quantità notevoli di sedimento, che espellono dopo averlo privato del film di microalghe e batteri e del mesopsammon (la microfauna che vive negli interstizi tra i granelli di sedimento); gli **Onnivori** hanno, invece, una dieta molto varia e, in ragione dell'ampio spettro di risorse a cui possono attingere, sono ben rappresentati a tutte le profondità e non mostrano una correlazione significativa con il tipo di substrato.

Ciascuno dei taxa rinvenuti è stato ascritto a una categoria trofica sulla base delle informazioni disponibili nella letteratura scientifica. Dall'esame dei dati complessivi di dominanza relativi ai gruppi trofici emerge un quadro che si può definire consueto nei fondi mobili, dove l'assenza degli erbivori fa sì che l'energia venga veicolata soprattutto attraverso il particolato organico, sospeso nella colonna d'acqua o depositato sul fondo sotto forma di detrito (figura 18).

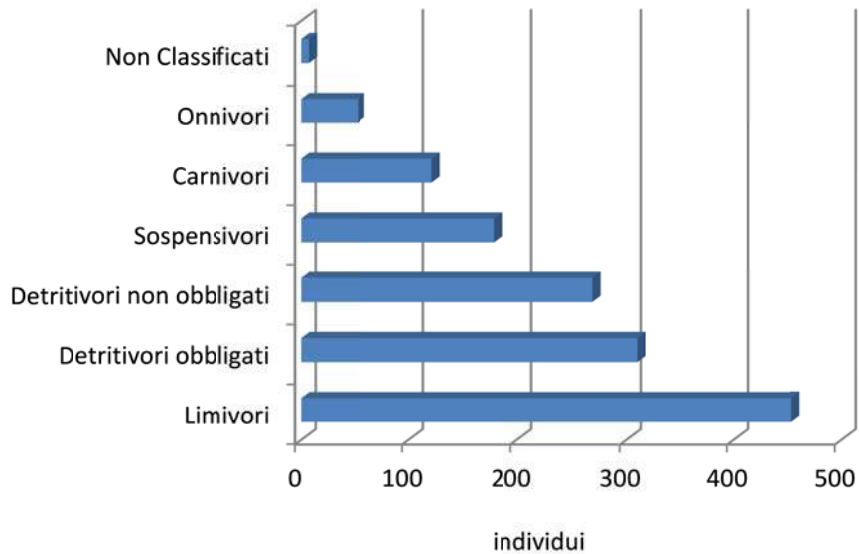


Figura 18

Analizzando la ripartizione delle categorie trofiche nelle stazioni di campionamento (figura 19) si nota nella stazione posta nell'area di controllo (st. 5B) esista una maggiore uniformità nella ripartizione dei gruppi rispetto alle stazioni situate nell'area A (impianto di mitilicoltura), dove, invece, uno o due gruppi trofici presentano valori di dominanza estremamente elevati come i Limivori o i Detritivori. Ciò si spiega con il fatto che, nell'area A, la presenza di un impianto di mitilicoltura, determina evidentemente un maggiore accumulo sul fondo di materia organica sottoforma di detrito, favorendo in questo modo quegli organismi che sfruttano tale risorsa. Nell'area di controllo, invece, non interessata a nessun tipo di colture di mitili e, di conseguenza, ad alcun apporto di materia organica "esterna", esiste una maggiore ripartizione delle categorie trofiche.

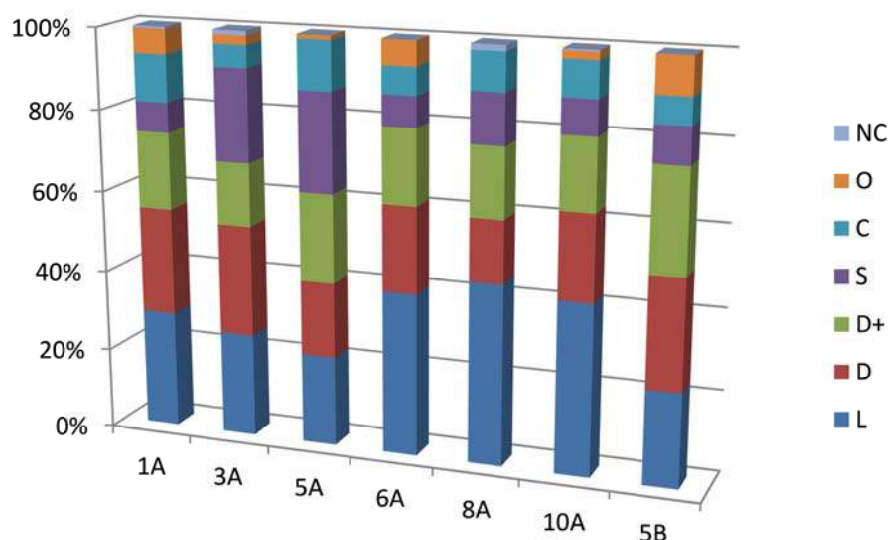


Figura 19

I risultati completi dell'analisi tassonomica della comunità macrozoobentonica di fondo mobile sono riportati nell'Allegato 3 (lista e densità).



Sedimenti

Granulometria

Nelle tre aree di indagine è stata osservata una granulometria dei sedimenti caratterizzata da uno spettro abbastanza ristretto. Dominano, infatti, le frazioni più fini del sedimento in cui il sedimento appartiene quasi interamente ad una classe ben precisa, mentre non sono presenti casi di sedimento fortemente eterogeneo dal punto di vista granulometrico.

I risultati delle analisi granulometriche eseguite sono riportati nella tabella 6, nella quale sono indicati oltre che le percentuali sul totale delle diverse classi granulometriche, anche alcuni indici statistici (mediana e deviazione standard).

Stazioni	$\varnothing > 2 \text{ mm}$	$1 \text{ mm} < \varnothing < 2 \text{ mm}$	$0.5 \text{ mm} < \varnothing < 1 \text{ mm}$	$0.25 \text{ mm} < \varnothing < 0.5 \text{ mm}$	$0.125 \text{ mm} < \varnothing < 0.25 \text{ mm}$	$0.063 \text{ mm} < \varnothing < 0.125 \text{ mm}$	$\varnothing < 0.063 \text{ mm}$	mediana mm	Standard deviation
1A	0,14	0,26	0,18	0,28	1,84	63,16	34,14	0,08	4,72
3A	0,22	0,23	0,08	0,19	0,93	70,06	28,28	0,08	5,09
5A	0,47	0,14	0,12	0,23	1,63	75,67	21,75	0,08	5,73
6A	3,28	0,55	0,21	0,22	1,36	71,63	22,73	0,10	6,75
8A	0,66	0,22	0,14	0,29	0,95	81,95	15,79	0,09	6,25
10A	0,66	0,55	0,36	1,14	3,94	62,10	31,25	0,09	5,52
5B	0,03	0,20	0,22	1,66	4,57	74,35	18,97	0,09	6,26

Tabella 6

Nella figura 20 è illustrata, mediante un grafico *triplot*, la struttura granulometrica dei sedimenti delle stazioni. Per facilità descrittiva sono state accorpate nell'asse "*sabbie < 0,125 mm*" le sabbie con granulometria compresa tra 0,063 mm e 0,125 mm, cioè le sabbie fini e molto fini, e nell'asse "*sabbie > 0,125 mm*" tutti i sedimenti con diametro maggiore di 0,25 mm. Le *peliti*, invece, includono le frazioni più fini del sedimento, il limo e l'argilla (*silt* e *clay*), ed hanno un diametro delle particelle inferiore a 0,063 mm.

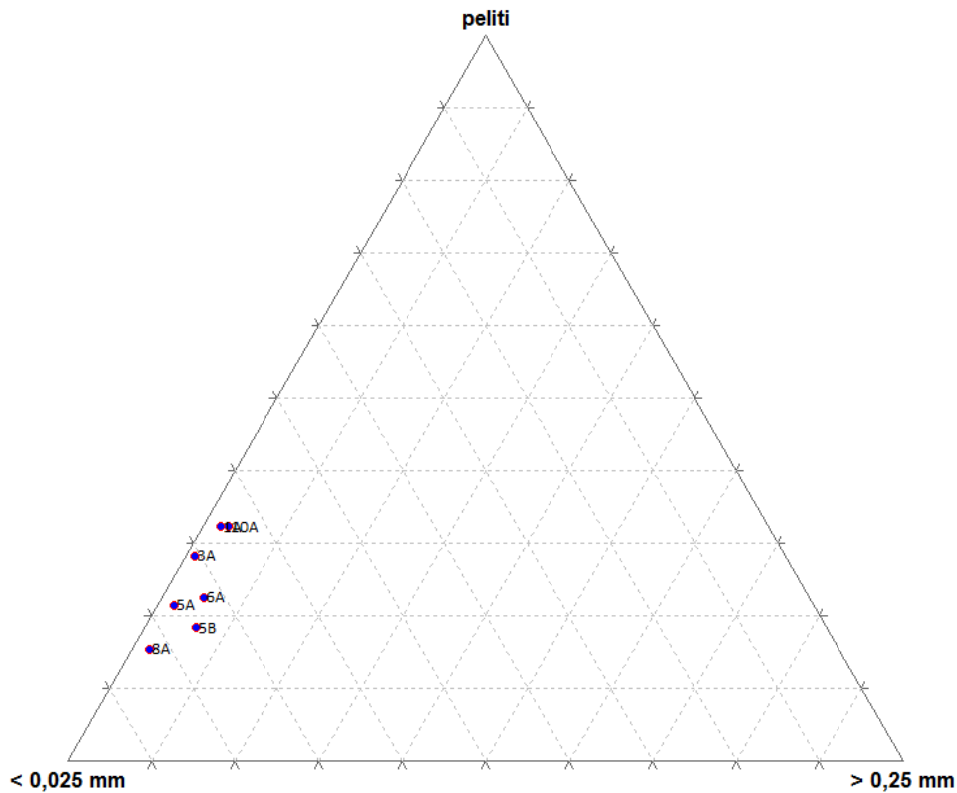


Figura 20

Dall'esame del grafico tutte le stazioni si collocano in prossimità del vertice in basso a sinistra del grafico, in quanto le frazioni dominanti sono quelle delle sabbie molto fini, che sono presenti nella quasi totalità delle stazioni con percentuali medie di oltre il 71% del totale del sedimento.

Le stazioni dell'area A sono caratterizzate da una frazione pelitica leggermente maggiore e si separano dal gruppo principale disponendosi un po' più in alto nel grafico (fig. 20), in particolare le stazioni 1A e 10A in cui la frazione pelitica si attesta intorno a percentuali superiori al 30 % del totale. Unica eccezione è la stazione 8A nella quale la frazione pelitica è sensibilmente più bassa rispetto alla media.

Nella stazione collocata nell'area di controllo (st. 5B) esiste una certa maggiore uniformità nella distribuzione delle diverse frazioni granulometriche, con la frazione delle sabbie molto fini che in media rappresenta quasi il 75% del totale e quella pelitica che si riduce rispetto alla media osservata nelle stazioni poste nell'area A, a vantaggio di un leggero aumento delle altre frazioni granulometriche, in particolar modo quelle delle sabbie fini.

Degna di nota è, infine, la presenza in tutte le stazioni del detrito conchigliare che riveste una certa importanza nel determinare la tessitura del sedimento e che, a sua volta, è un fattore condizionante la struttura del popolamento animale.

La componente organogena del sedimento svolge un importante ruolo per la strutturazione del substrato anche dal punto di vista spaziale, creando nuovi microhabitat che favoriscono l'aumento della biodiversità di piccola scala.



Quanto emerso dall'analisi granulometria dei sedimenti campionati nelle tre aree d'indagine, risulta evidente anche dall'andamento della mediana e della deviazione standard, due parametri statistici descrittivi delle caratteristiche dei sedimenti.

La deviazione standard o sorting dei sedimenti misura il grado di dispersione delle diverse frazioni granulometriche intorno alla media e viene indicato anche come grado di classazione. Ad un basso valore della deviazione standard corrisponde un elevato grado di classazione in quanto risulterà predominante una o poche delle classi granulometriche considerate.

Dall'esame della tabella 6, per la quasi totalità delle stazioni, si osservano bassi valori della mediana come diretta conseguenza della netta dominanza delle frazioni più fini del sedimento e dell'alto grado di classazione per la maggior parte dei sedimenti.

I risultati completi delle analisi sedimentologiche sono riportati nell'Allegato 4 sotto forma di schede riassuntive relative a ciascuna stazione.

Nelle schede è rappresentata in forma grafica la distribuzione cumulativa delle frequenze delle diverse classi granulometriche pesate e sono riportati alcuni indici derivanti dall'analisi statistica dei dati (mediana, media e deviazione standard). Sono, inoltre, riportati la presenza e il "peso" della componente bioclastica, contrassegnato da uno o più segni + a secondo della quantità.

Sostanza organica

I risultati delle analisi sul carbonio organico nei sedimenti sono riportati nella Tabella 7, espressi come carbonio organico (g/kg), sostanza organica (g/kg), percentuale di carbonio nei sedimenti e percentuale di sostanza organica nei sedimenti.

Dall'esame della tabella si nota come il contenuto di carbonio organico nei campioni di sedimento analizzati e il corrispondente valore di sostanza organica risultino omogenei tra le diverse stazioni di campionamento, con l'unica eccezione rilevata nella stazione 8A.

I valori di carbonio organico ottenuti presentano una media di 2,9 g/kg, variando da un minimo di 2 g/kg riscontrato nella stazione 8A ad un massimo di 3 g/kg riscontrato in tutte le altre stazioni di campionamento.

Allo stesso modo i valori di sostanza organica presentano una media di 4,7 g/kg variando tra un un minimo di 3 riscontrato nella 8A ed un massimo di 5 g/kg osservato nelle altre stazioni.

In generale possiamo affermare che il dato di sostanza organica, mediamente inferiore ai 30 g/kg, è ben correlato direttamente alla quantità delle frazioni più fini del sedimento presenti con le quali la sostanza organica, sia in forma particolata che disciolta, si lega meglio.



stazioni	C (g/kg)	S.O. (g/kg)	% C	% S.O.
1A	3,0	5,0	0,3	0,5
3A	3,0	5,0	0,3	0,5
5A	3,0	5,0	0,3	0,5
6A	3,0	5,0	0,3	0,5
8A	2,0	3,0	0,2	0,3
10A	3,0	5,0	0,3	0,5
5B	3,0	5,0	0,3	0,5
Media	2,9	4,7	0,3	0,5
Max	3,0	5,0	0,3	0,5
Min	2,0	3,0	0,2	0,3

Tabella 7. Valori di carbonio e sostanza organica nei sedimenti.

Analizzando area per area i valori di carbonio organico e di sostanza organica, si può notare come le concentrazioni osservate nelle stazioni poste nell'area A (impianto convenzionale) e quella posizionata nell'area di controllo siano simili. Tale dato ci permette di poter affermare che, nonostante la presenza nell'area A di un impianto di mitilicoltura di tipo tradizionale, non si è registrato un maggiore accumulo di sostanza organica nel sedimento superficiale.

Riportando in grafico i risultati analitici possiamo apprezzare l'ampiezza minima e l'andamento delle variazioni (fig. 21).

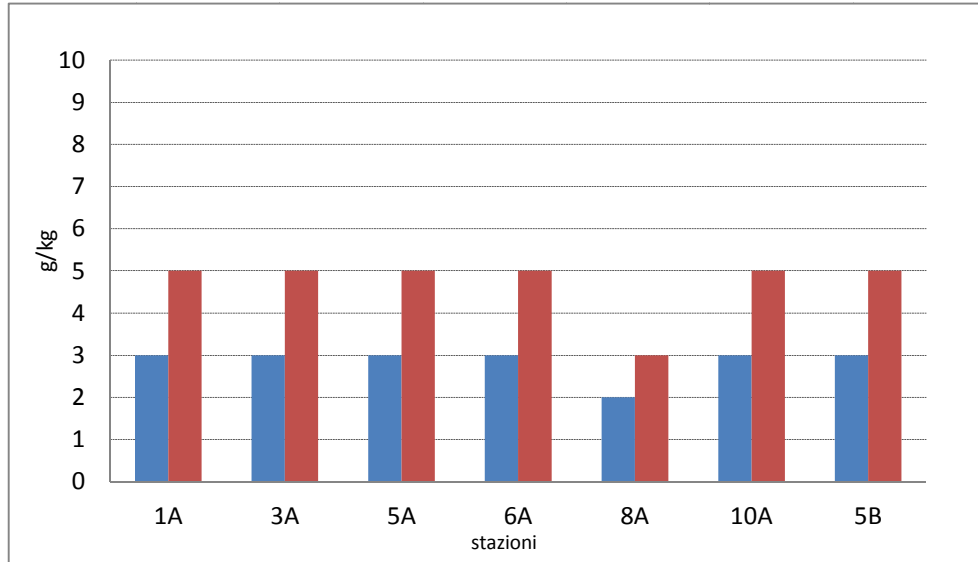


Figura 21. Carbonio organico e sostanza organica nei sedimenti.



CONCLUSIONI

Colonna d'acqua

I dati rilevati nel corso delle 11 campagne di campionamento nelle tre stazioni di campionamento sono risultati, nel loro complesso, coerenti con le attese e con le informazioni, peraltro non abbondanti, che erano già disponibili.

Le due aree considerate, una all'interno dell'impianto di allevamento dei mitili in concessione alla Jolly Pesca OP, l'altra in un'area contigua ma non direttamente coinvolta dalle attività di mitilicoltura, posta a circa 1,5 miglia dall'impianto, sono state individuate con lo scopo di valutare l'intensità dell'impatto delle attività di mitilicoltura sull'ambiente marino circostante.

D'altra parte, è proprio un eventuale livello di eutrofizzazione delle acque marine costiere l'elemento di maggior interesse fra quelli che dovevano essere indagati in questo studio, perché esso rappresenta l'effetto più rilevante dell'impatto delle attività di molluscoltura sull'ecosistema costiero dell'area indagata.

L'area indagata e, in particolare le stazioni poste all'interno dell'impianto di mitilicoltura, hanno mostrato un assetto sempre caratterizzato da un livello trofico moderato, non particolarmente influenzato dalle immissioni al contorno.

Allo stesso modo, anche le indagini condotte nell'area contigua ma non direttamente coinvolta dalle attività di mitilicoltura, posta a circa 1,5 miglia dall'impianto, hanno evidenziato condizioni generali molto simili a quelle appena descritte nell'area dove è presente l'impianto di mitilicoltura.

I risultati dei profili CTD, delle misure di trasparenza e delle analisi dell'ossigeno disciolto della colonna d'acqua mettono in evidenza che le due aree di indagine hanno mostrato degli andamenti temporali dei parametri rilevati sostanzialmente simili.

Anche per quanto riguarda il popolamento fitoplanctonico esaminato nelle due aree di indagine è possibile affermare che esso è caratterizzato da:

- valori di densità cellulare simili nei diversi momenti stagionali, pur evidenziando una forte tendenza all'aumento nelle campagne invernali e nei momenti stagionali a ridosso del periodo primaverile. Inoltre, i valori totali di cell. L⁻¹ sembrano coerenti con quelli comunemente registrati nelle acque del medio-basso Adriatico;
- una leggibile stagionalità nella composizione quali-quantitativa del popolamento fitoplanctonico;
- nessuna evidente struttura spaziale nella composizione del popolamento fitoplanctonico tra le stazioni indagate ed una ripartizione dello stesso, tra l'area A e l'area B di controllo, poco interpretabile anche in termini di distribuzione dei nutrienti o perturbazioni di origine antropica e continentale.

Biota

Sulla base dei dati analizzati, appare evidente che la comunità bentonica di substrato mobile presente nell'area di indagine appare sostanzialmente poco disturbata dalla presenza dell'impianto di mitilicoltura che insiste nella zona.

I valori dei diversi descrittori della comunità utilizzati, hanno evidenziato che praticamente tutte le stazioni poste nell'area dove è presente l'impianto di mitilicoltura sono confrontabili con la stazione di controllo posta in un'area a circa 1,5 miglia dall'impianto di mitilicoltura (area A)



I fondali studiati ospitano, in generale, una comunità bentonica complessivamente ben strutturata, dove il flusso di energia che la sostiene sembra maggiormente veicolato dal detrito derivante dagli apporti alloctoni di particolato organico proveniente dai mitili che, in maniera indiretta, sostiene anche gran parte della biomassa dei Limivori, mentre nell'area di controllo (st. 5B) tale flusso di energia risulta molto più eterogeneo a conferma della presenza di una comunità bentonica meglio strutturata e, soprattutto, per nulla influenzata dagli impianti di mitilicoltura presenti nella zona.

Sedimenti

Anche i risultati delle analisi granulometriche e quelli della sostanza organica evidenziano che l'area A, dove è ubicato l'impianto di molluschicoltura offshore, non presenta particolari differenze con la stazione collocata nell'area di controllo. Infatti nell'area A, per quanto riguarda la tessitura dei sedimenti, la frazione pelitica risulta di poco maggiore a quella riscontrata nell'area di controllo, mentre le altre frazioni granulometriche sono abbastanza simili nei valori percentuali riscontrati. Allo stesso modo le concentrazioni di carbonio organico e di sostanza organica sono praticamente identiche, evidenziando che l'impianto di mitilicoltura in qualche modo allo stato attuale influenza poco la struttura e la qualità dei sedimenti.

La quasi totale assenza di significative differenze tra le stazioni nella tessitura dei sedimenti ci permette di ipotizzare che la presenza dell'impianto di mitilicoltura nell'area A non influenzi tale parametro e, quindi, non causi sostanziali cambiamenti di natura granulometrica.

Anche per quanto riguarda il contenuto di sostanza organica, emerge una sostanziale omogeneità tra l'area A e quella di controllo ed è, quindi, possibile ipotizzare l'assenza al momento attuale di un impatto significativo da parte dell'impianto di mitilicoltura sulla struttura e la qualità dei sedimenti.



BIBLIOGRAFIA

- BENZECRI J. P. *et al.* (1973) – L'Analyse des Données. 2 vols, Dunod, Paris, France.
- BERIT R. (1997) – Modern Coccolithophorids. *Identifying Marine Phytoplankton*, Tomas C. R. Ed.: 731-832.
- DUFRENE M. & LEGENDRE P. (1997) - Species assemblages and indicator species definition: the need of an asymmetrical and flexible approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- GRETHE R. H. *et al.* (1997) – Marine Diatoms. *Identifying Marine Phytoplankton*, Tomas C. R. Ed.: 5-361.
- HOLME N.A., McINTYRE A.D., 1984 – Methods for the study of marine benthos. *Blackwell Scientific Publications*.
- INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALA' M. (a cura di) – 1990. Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia – vol.11*
- KAREN A. *et al.* (1997) – Dinoflagellates. *Identifying Marine Phytoplankton*, Tomas C. R. Ed.:387-570.
- LAZZARA L., INNAMORATI M., NUCCIO C., MAZZOLI A.R., CECCATELLI G. (1989) – Popolamenti fitoplanctonici dell'Arcipelago Toscano in periodo estivo. *Oebalia*, 15(1), N.S.: 453-462.
- LENZI GRILLINI C., BUDINI GATTAI F. (1979) – Comunità fitoplanctoniche del Porto di Livorno e delle costiere antistanti. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, serie B, 86 suppl.: 273-277.
- MAGAZZU' G. (1978) - Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria. *Edizioni GM*: 1-68.
- MANTEL N. (1967) - The detection of disease clustering and generalized regression approach. *Cancer Research*, 27: 209-220.
- MINELLI A., S. RUFFO, S. LA POSTA (a cura di) (1995) - Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini, Bologna*.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO – SERVIZIO DIFESA MARE - Metodologie analitiche di riferimento” - Scheda 3, Programma di monitoraggio e di controllo dell'ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003), *Ed. ICRAM*.
- RICARD M. (1987) - Atlas du Phytoplankton Marin. Diatomophycées. Editions du centre National de la Recherche Scientifique, vol. 2: 1-297.
- SOURNIA A. (1986) – Atlas du Phytoplankton Marin. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Editions du centre National de la Recherche Scientifique, vol. 1: 1-219.
- THRONSEN J. (1997) – The Planktonic Marine Flagellates . *Identifying Marine Phytoplankton*, Tomas C. R. Ed.: 591-715
- UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 9:1-38.
- WALKLEY A. & I. A. BLACK - 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.



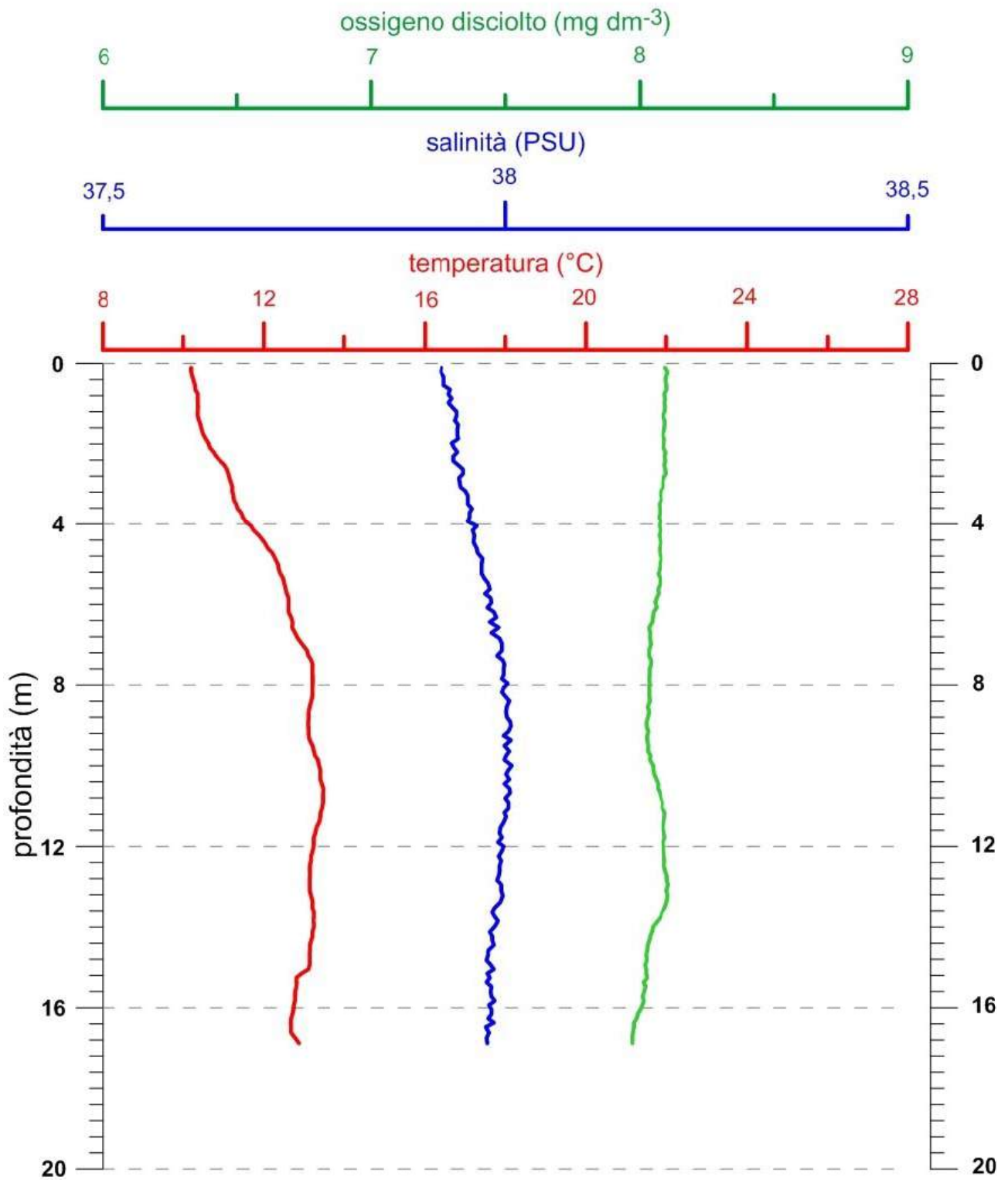
ALLEGATO 1: Profili verticali CTD

- temperatura
- salinità
- ossigeno disciolto

I profili sono raccolti per stazione (stt. 3A e 5B) e per data (11 campagne).

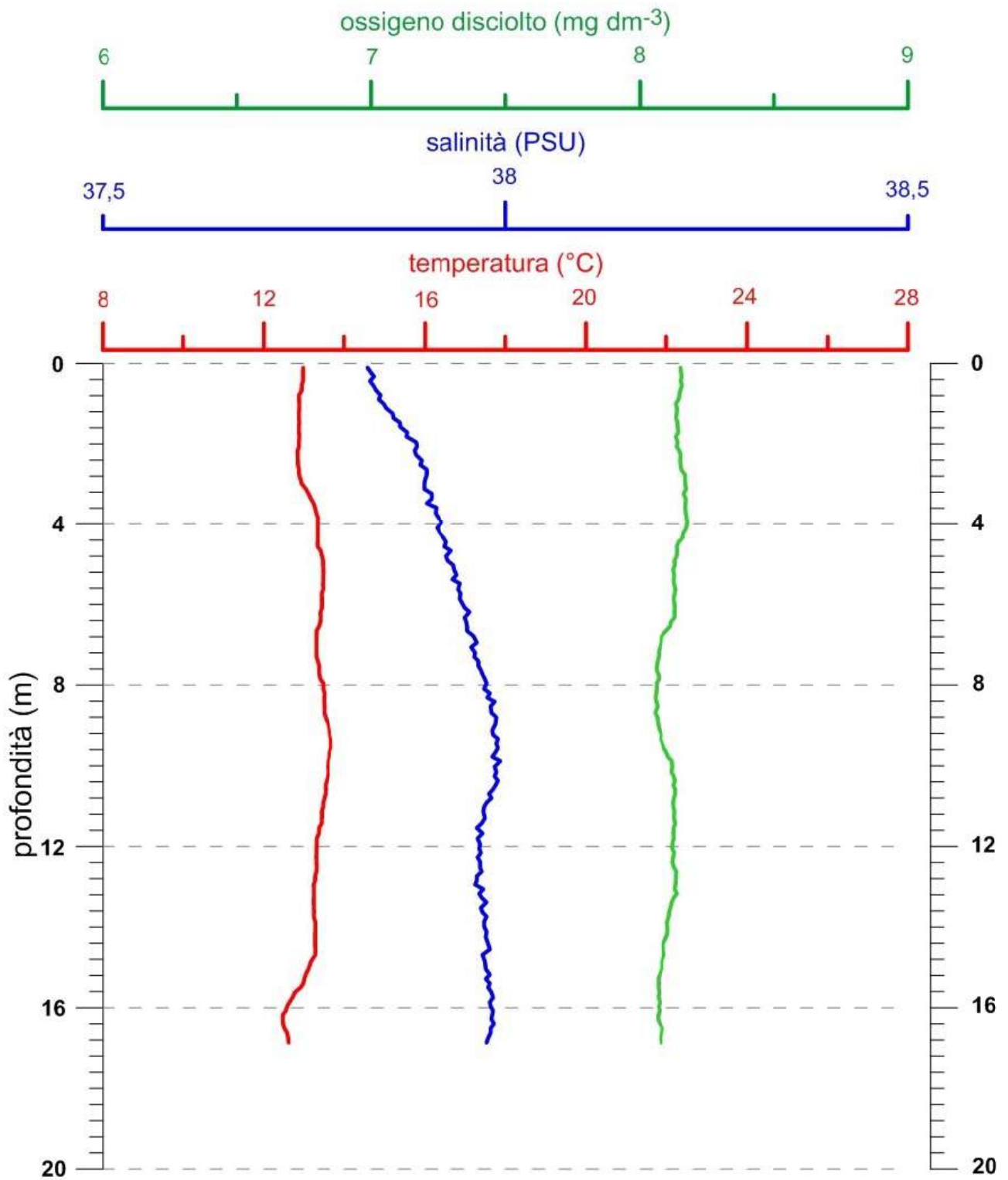


Staz. 3A - 14/01/2020



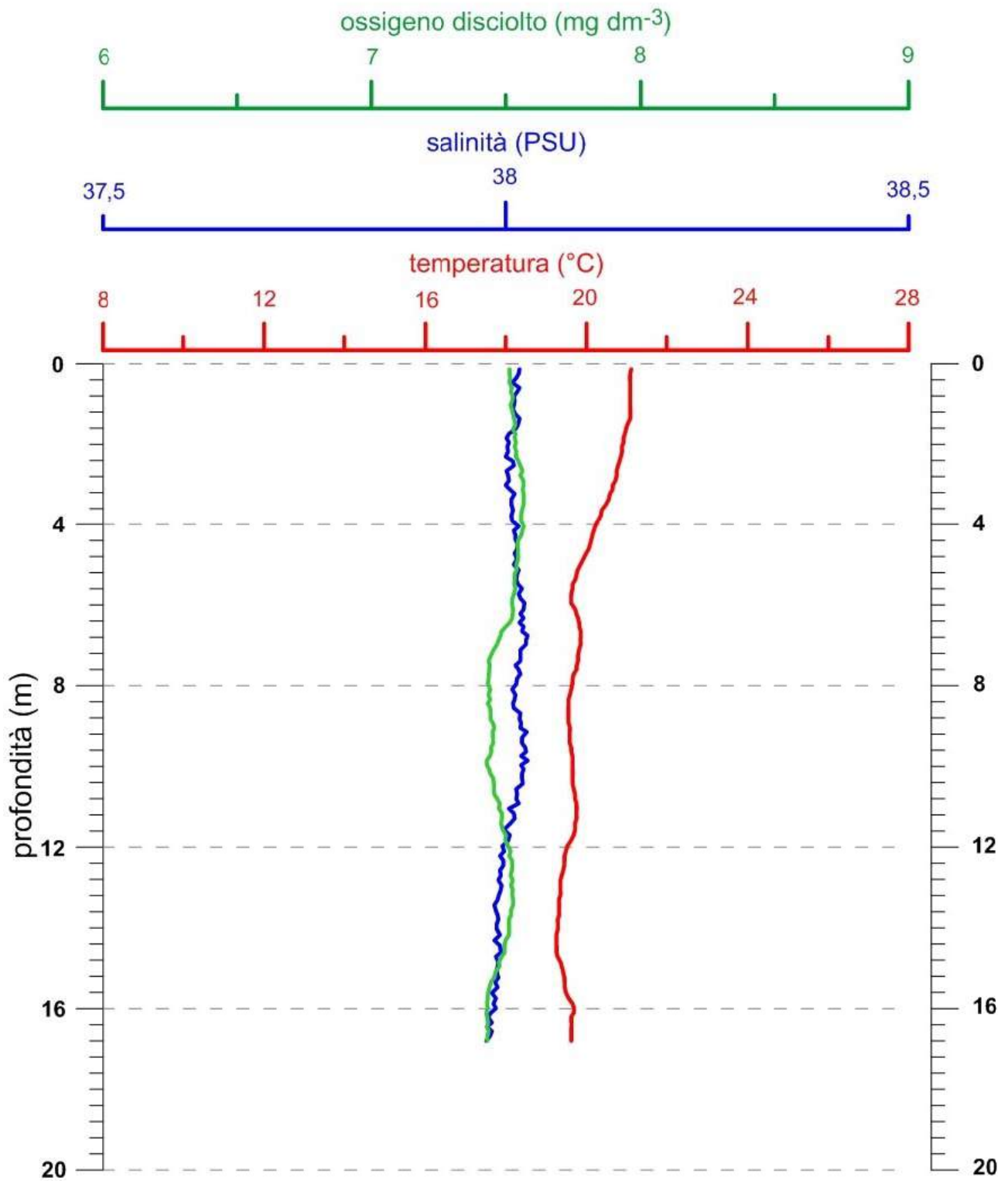


Staz. 3A - 03/02/2020



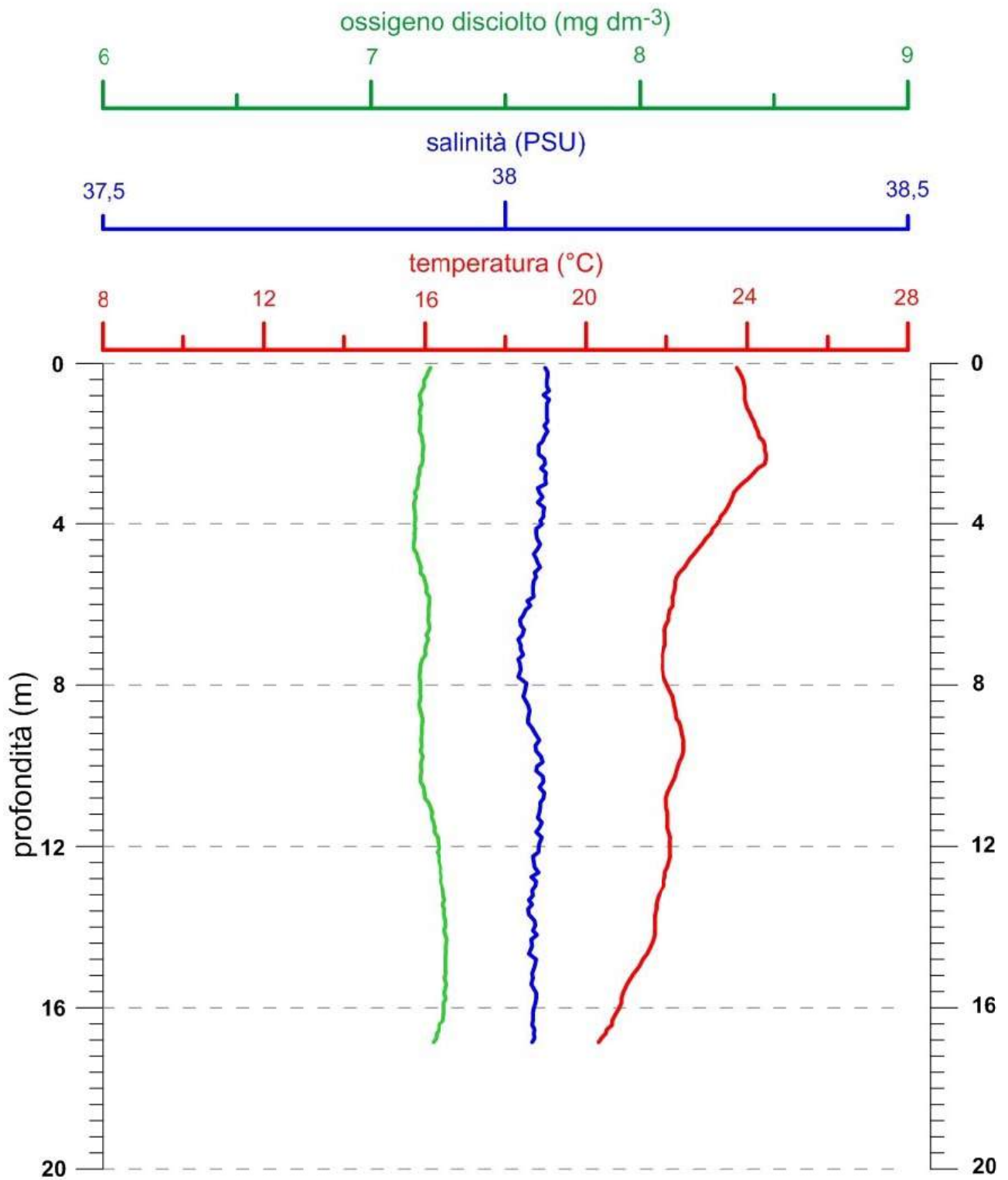


Staz. 3A - 24/06/2020



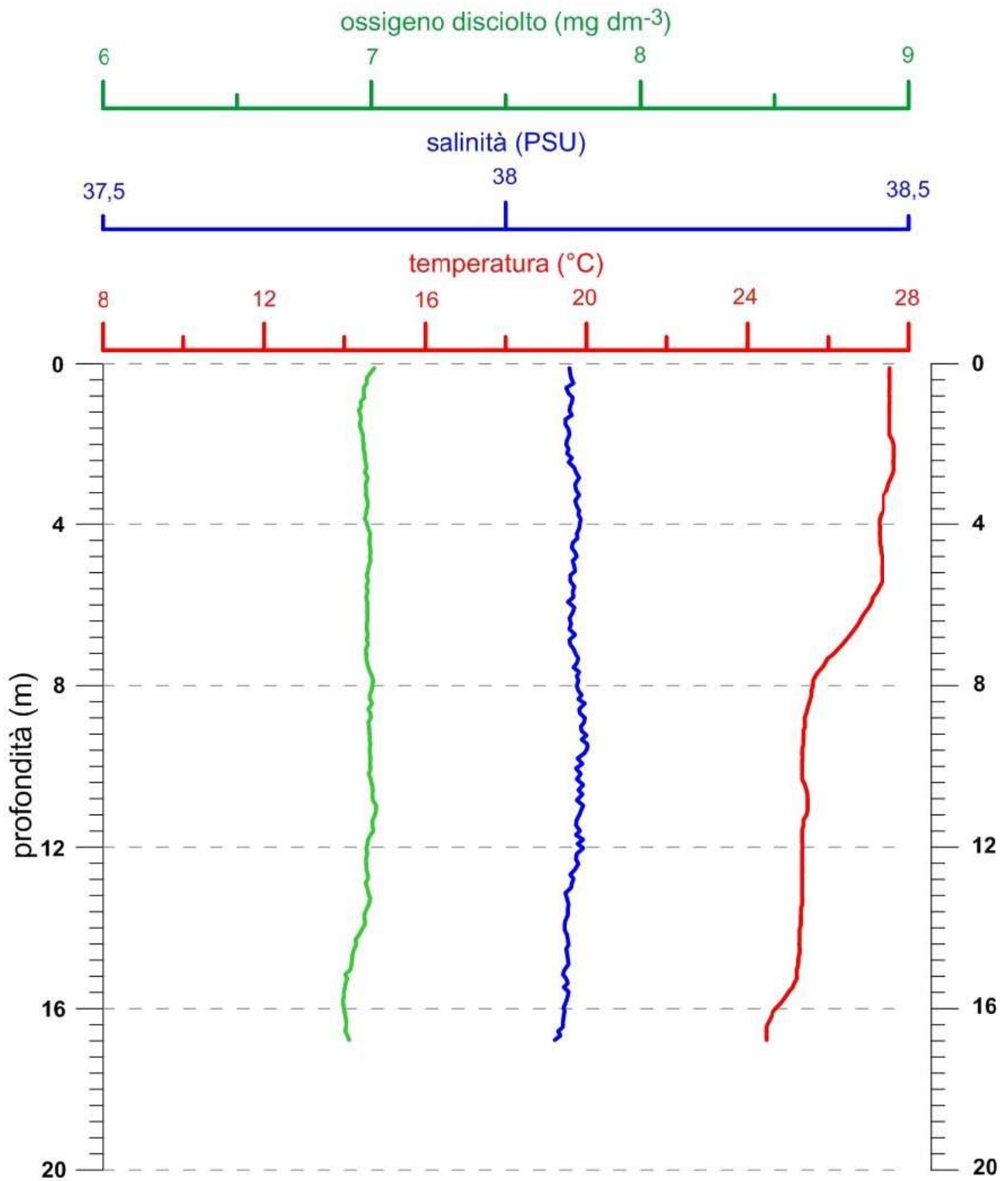


Staz. 3A - 22/07/2020



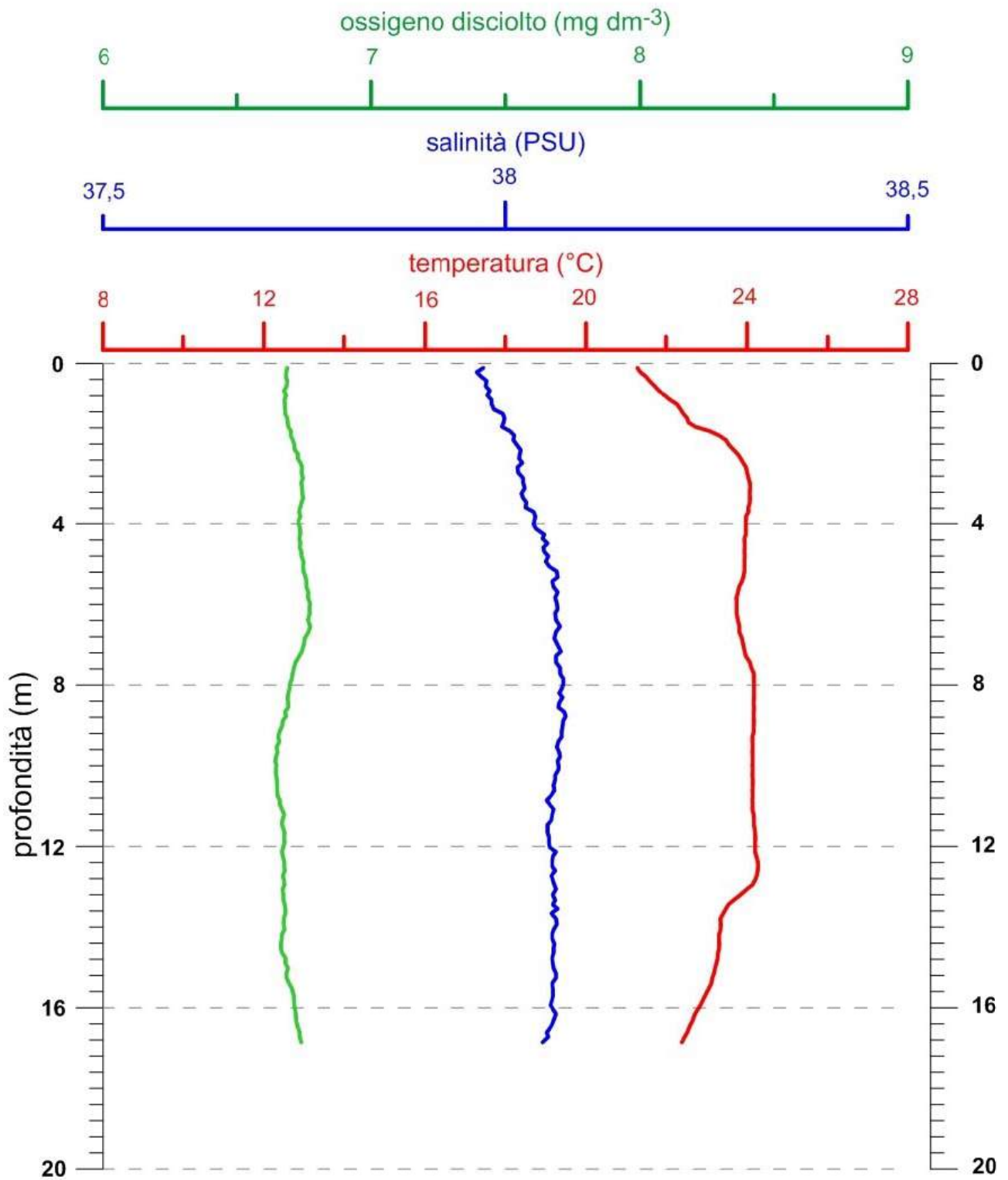


Staz. 3A - 22/08/2020



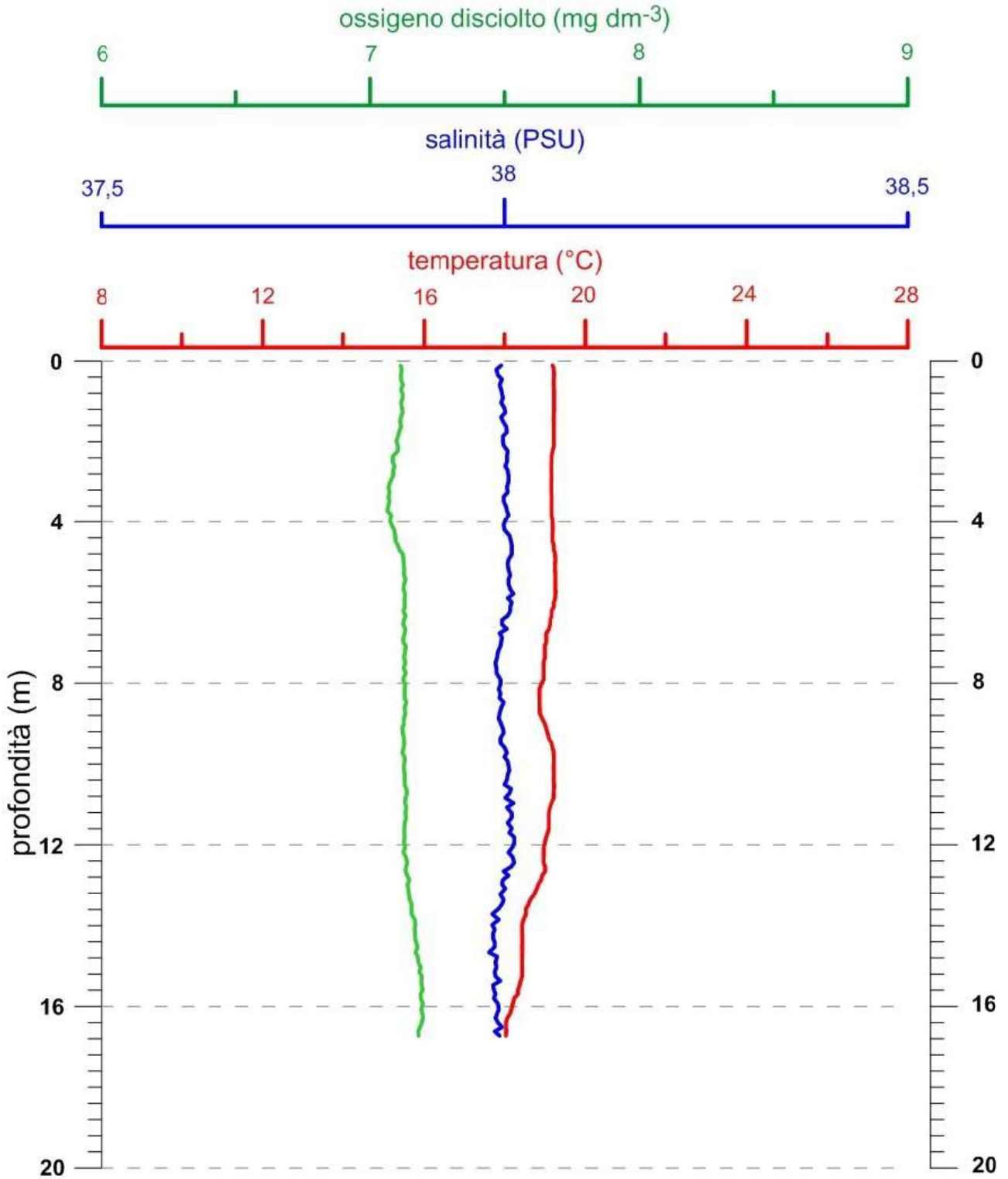


Staz. 3A - 30/09/2020



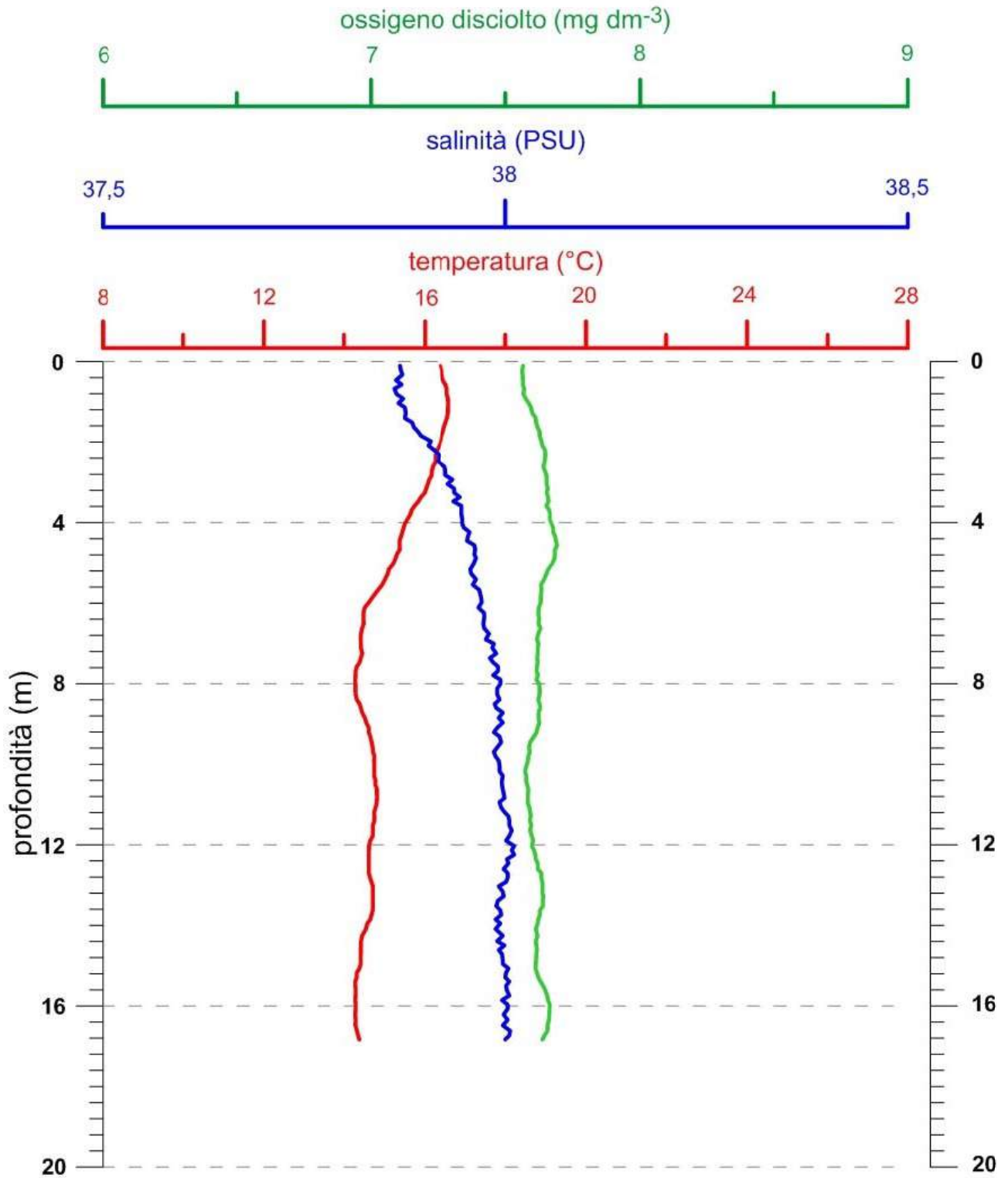


Staz. 3A - 04/11/2020



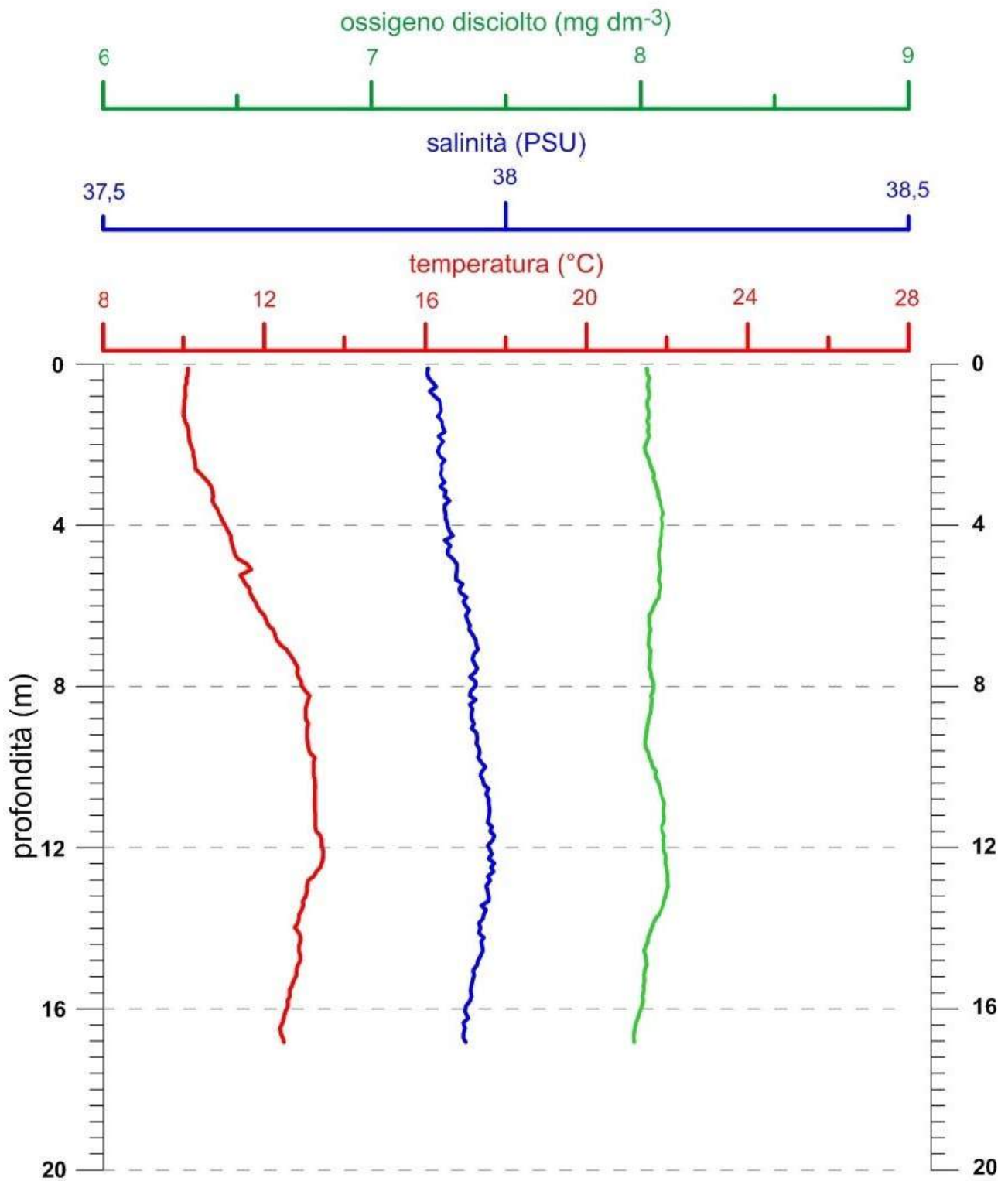


Staz. 3A - 25/11/2020



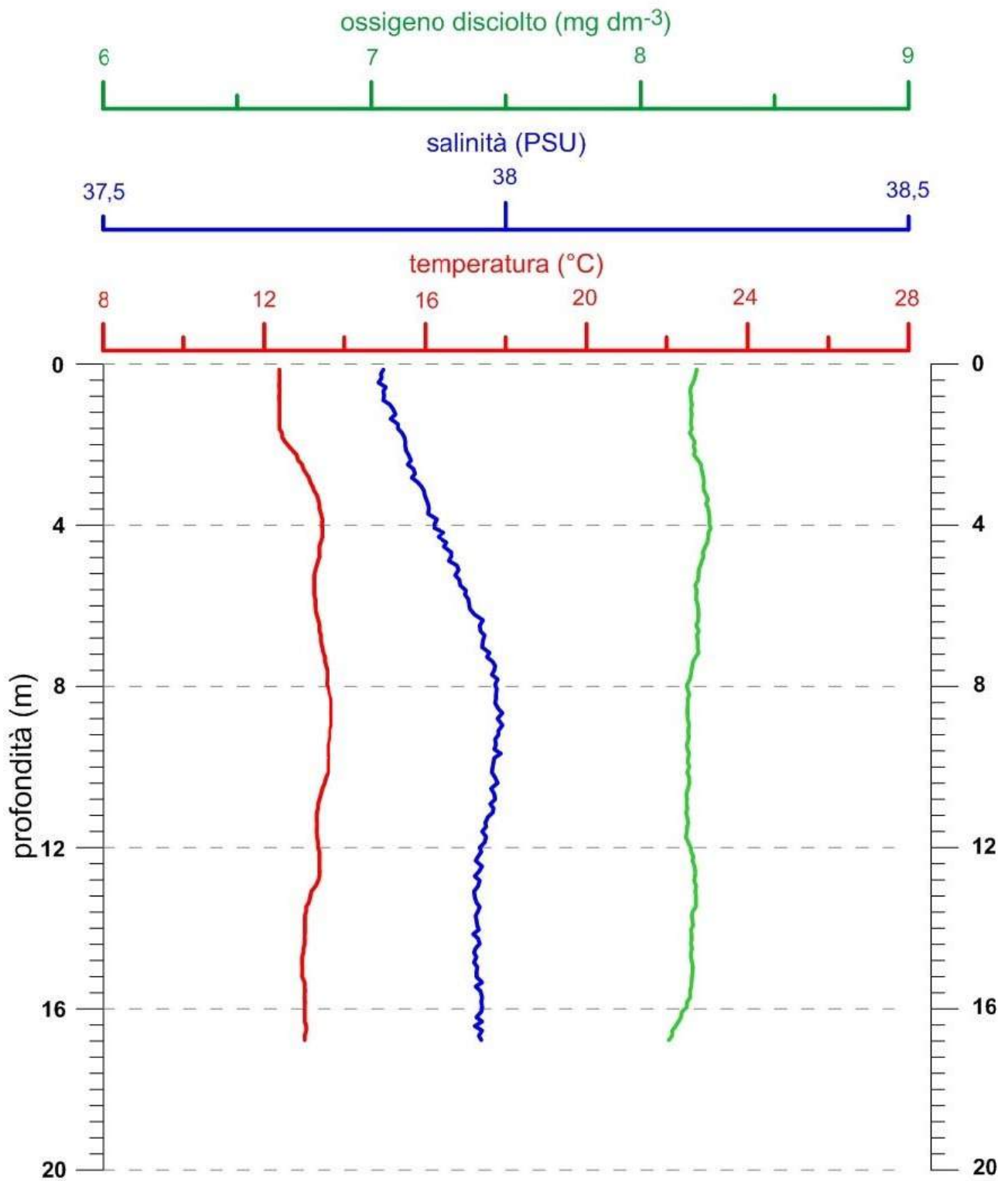


Staz. 3A - 29/01/2021



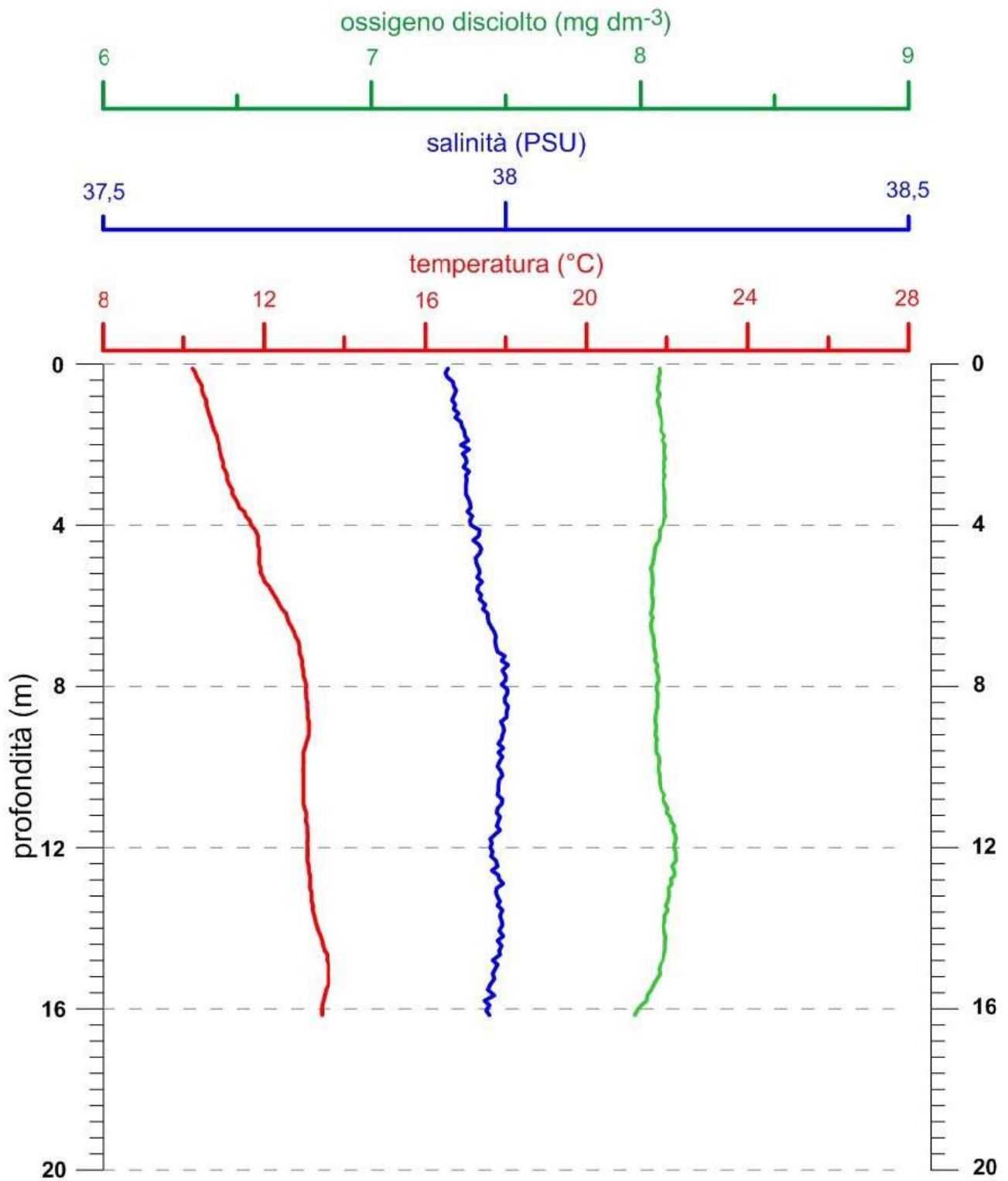


Staz. 3A - 26/02/2021



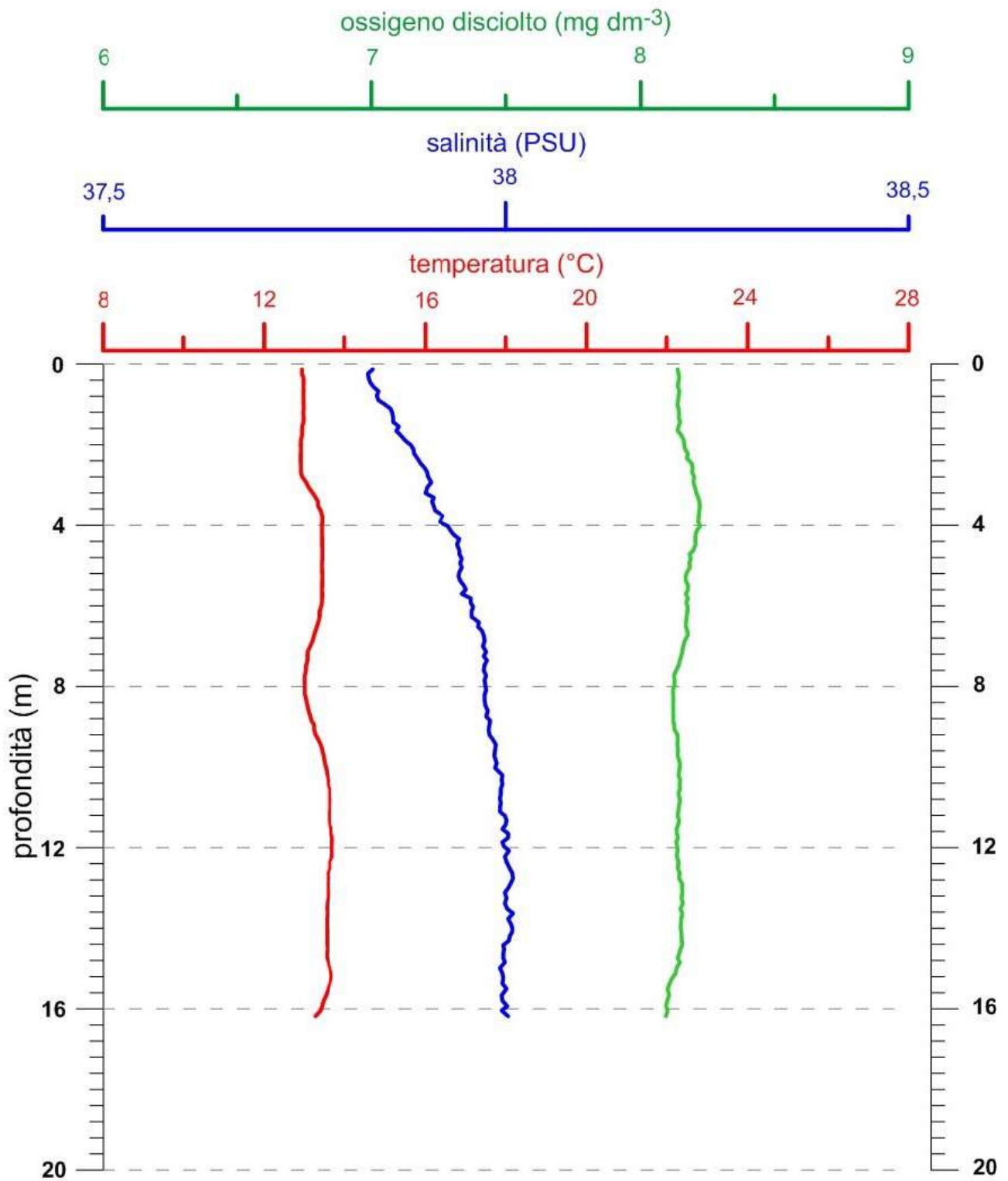


Staz. 5B - 14/01/2020



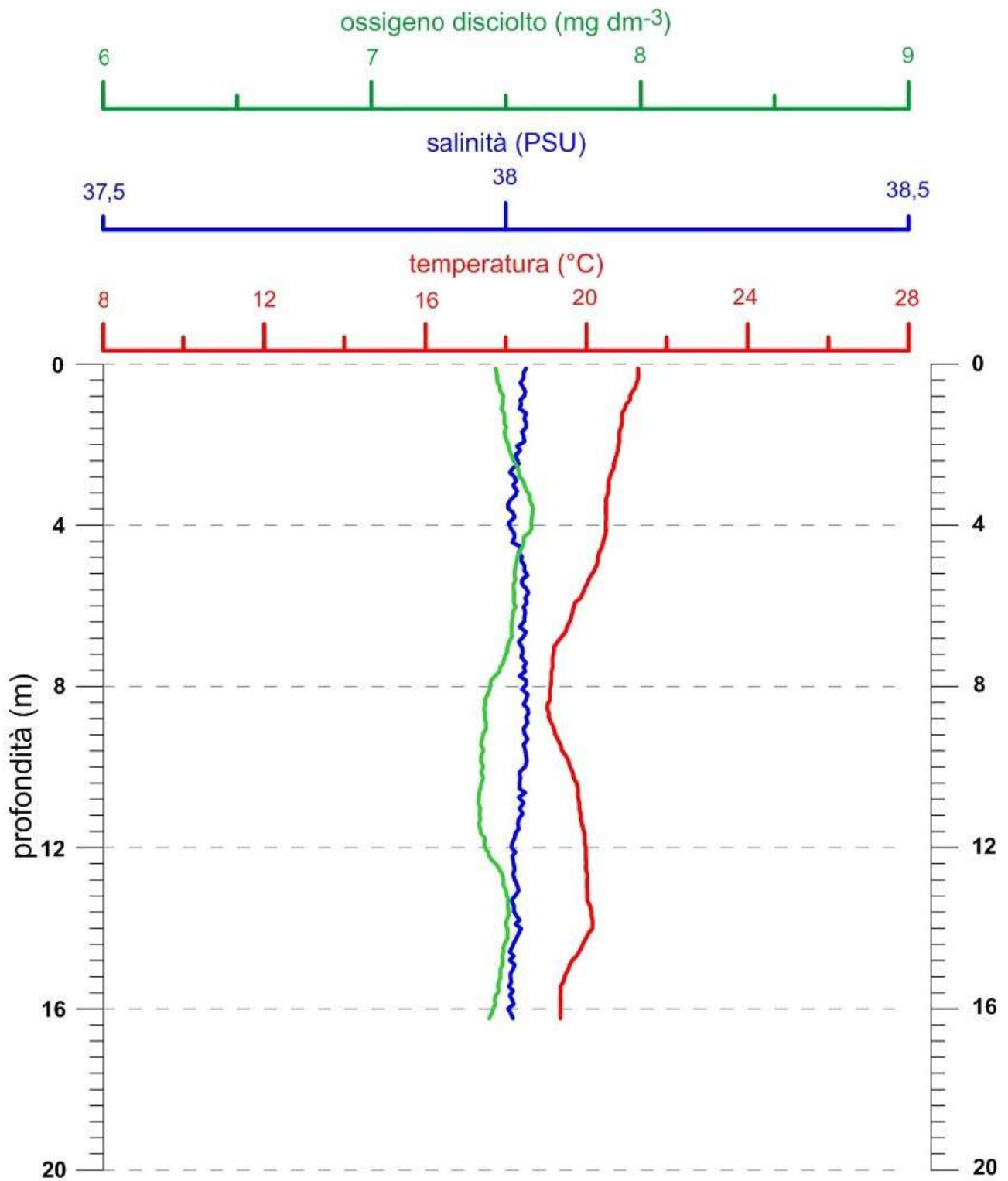


Staz. 5B - 03/02/2020



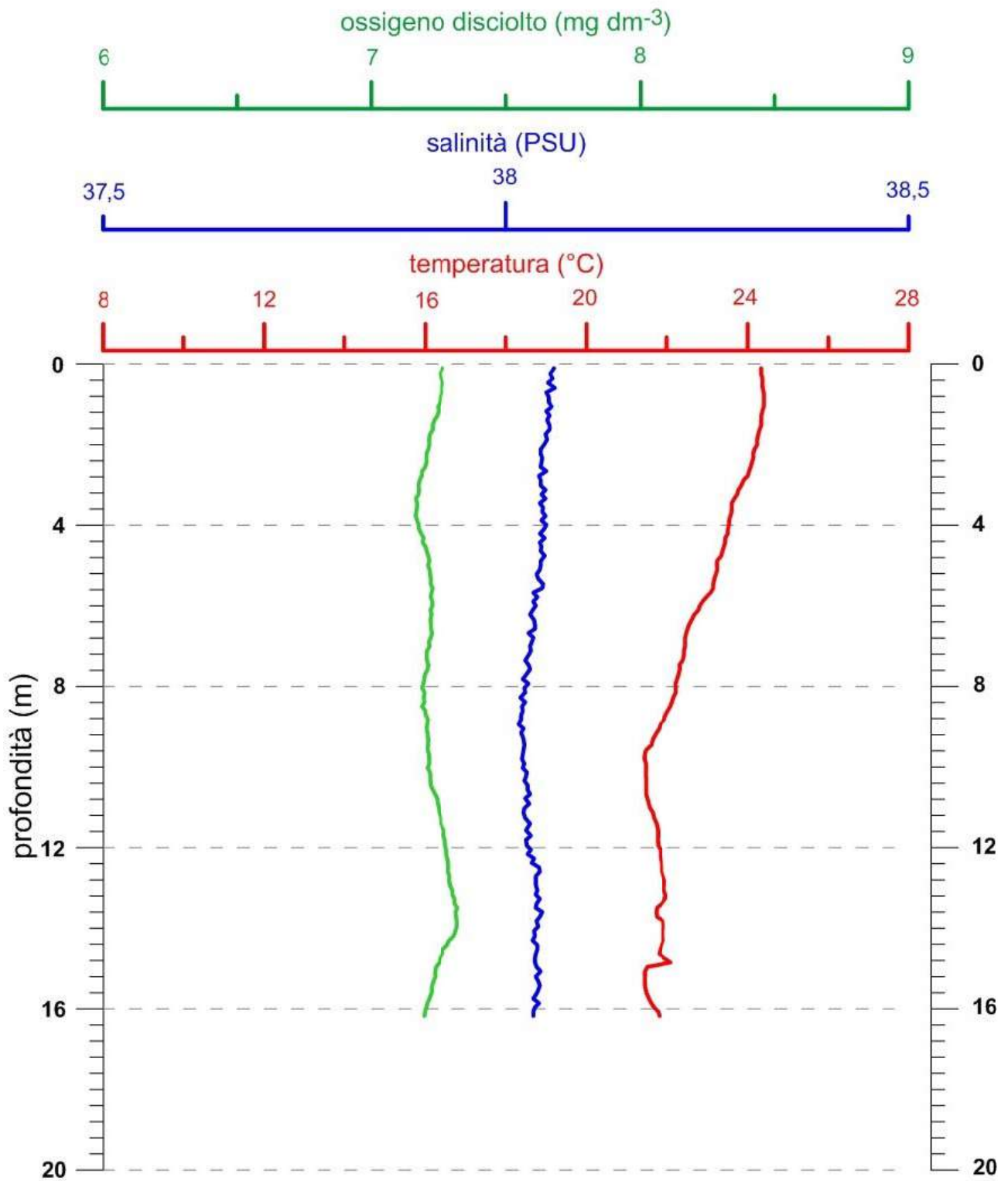


Staz. 5B - 24/06/2020



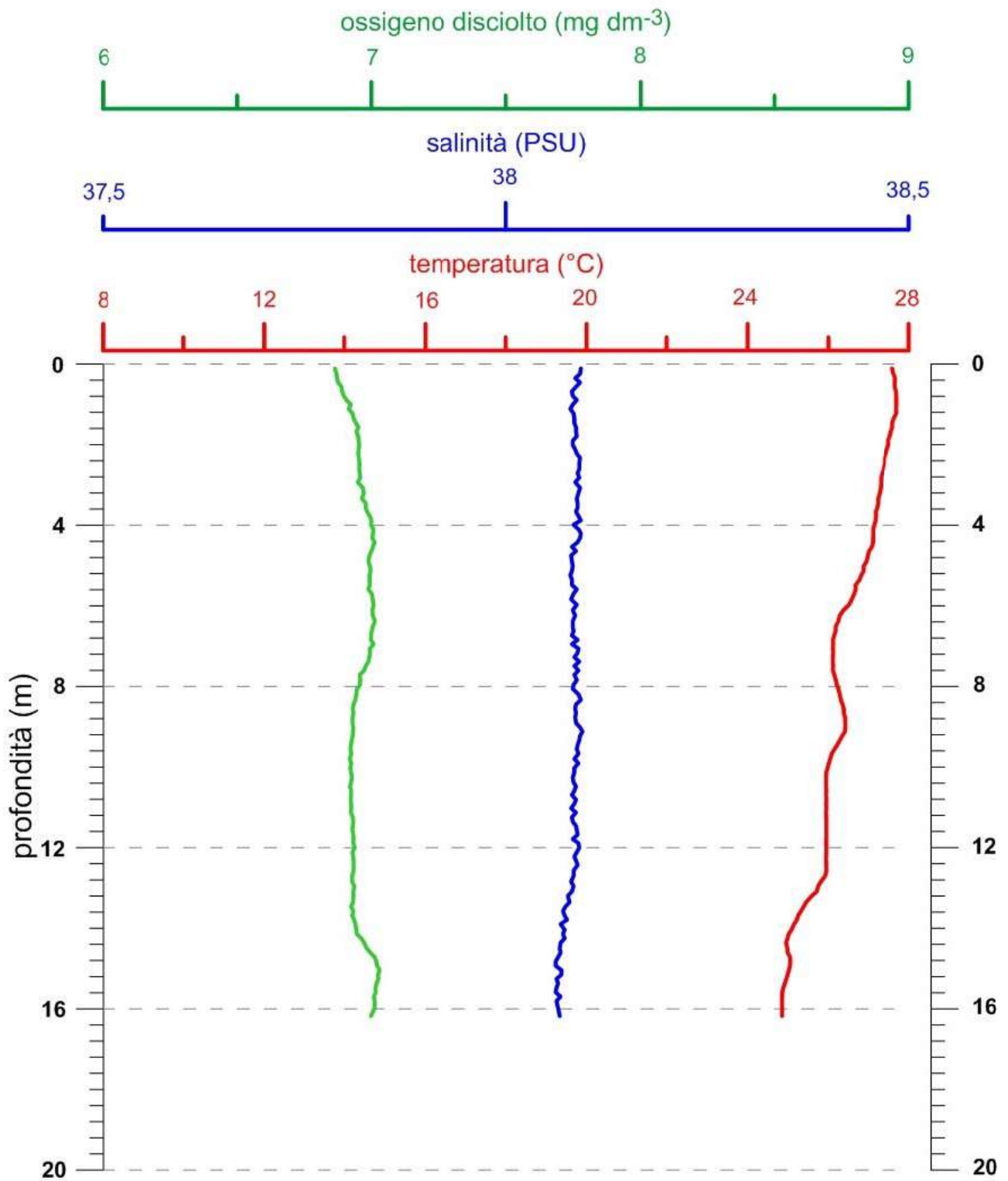


Staz. 5B - 22/07/2020



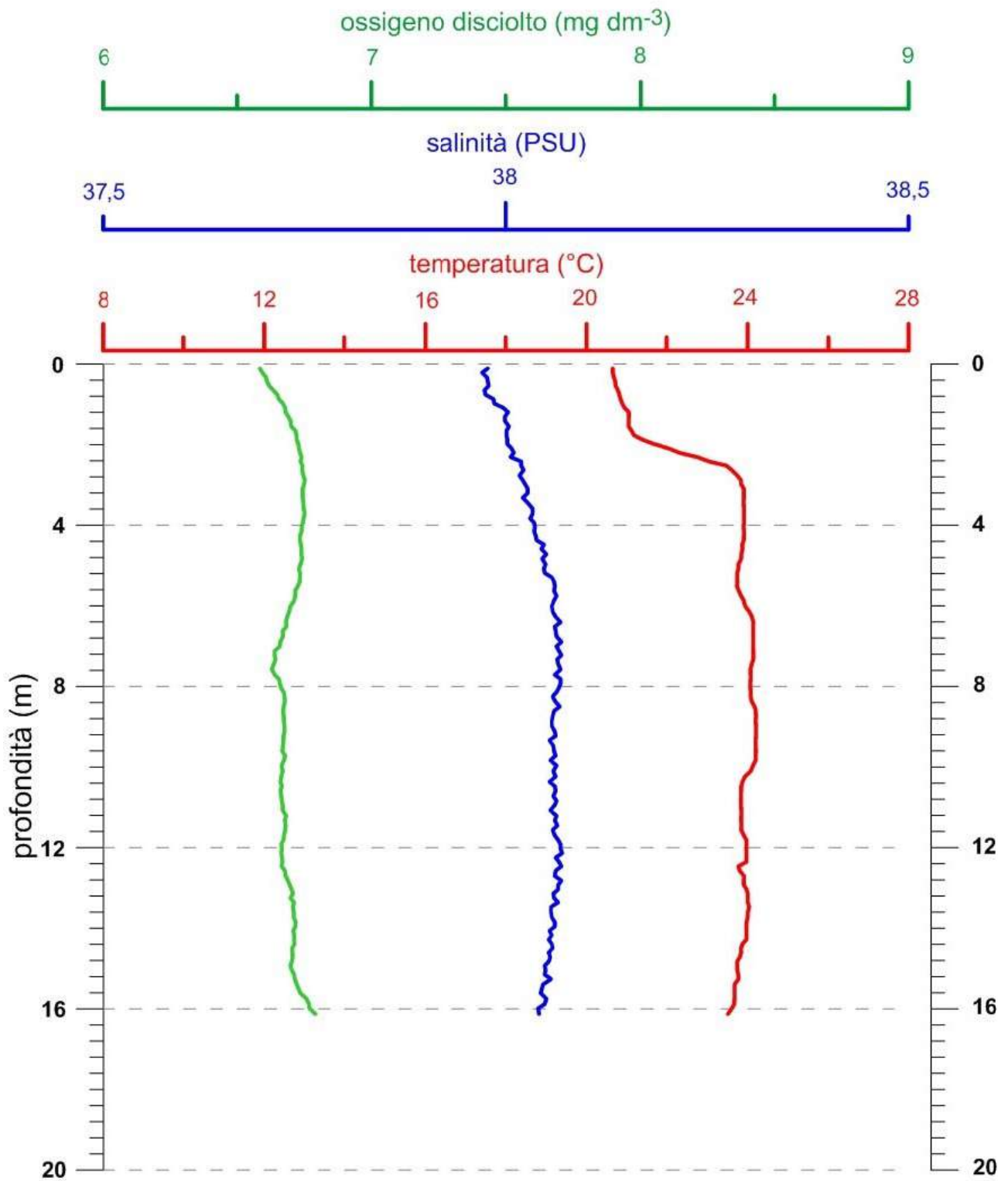


Staz. 5B - 22/08/2020



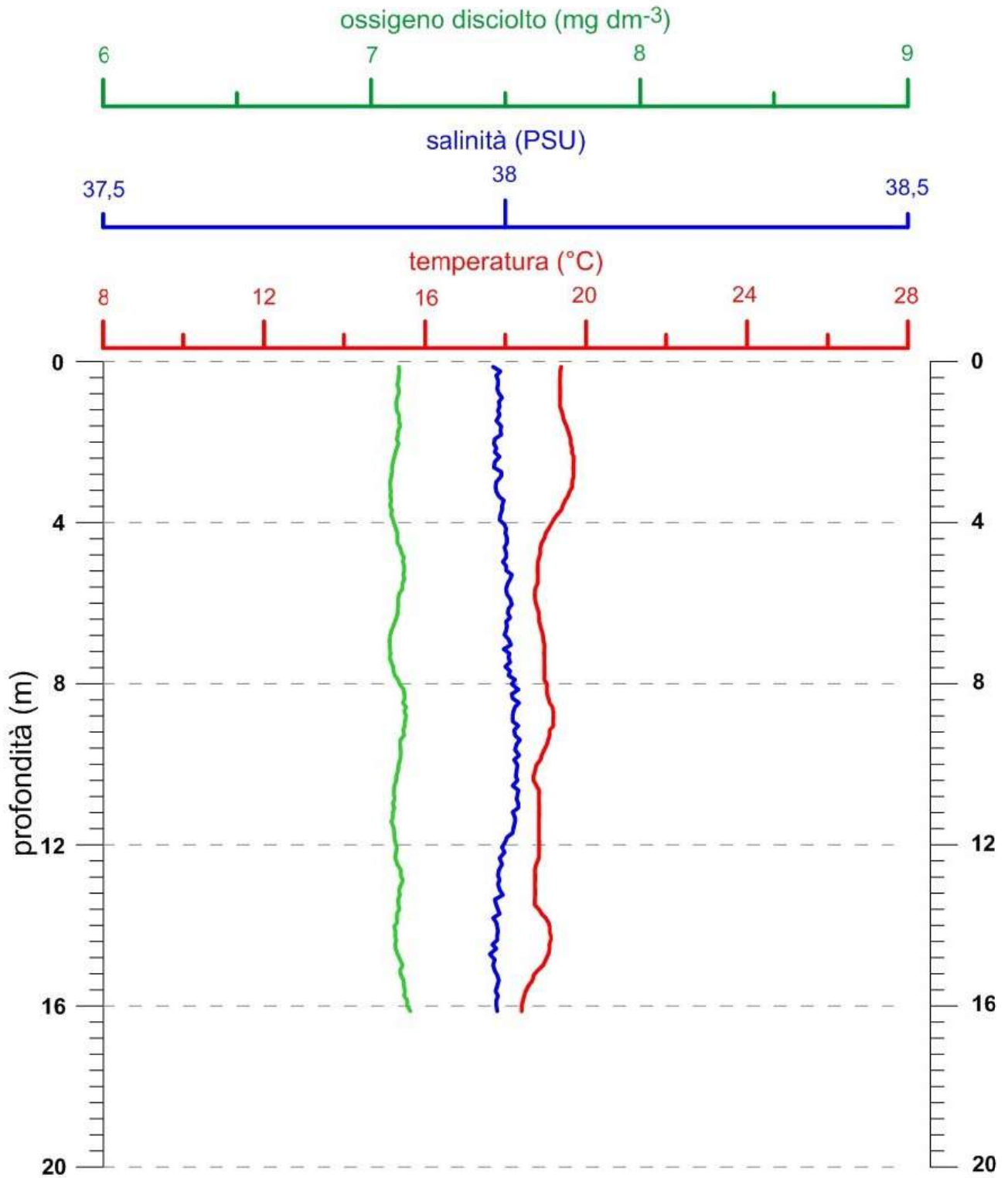


Staz. 5B - 30/09/2020



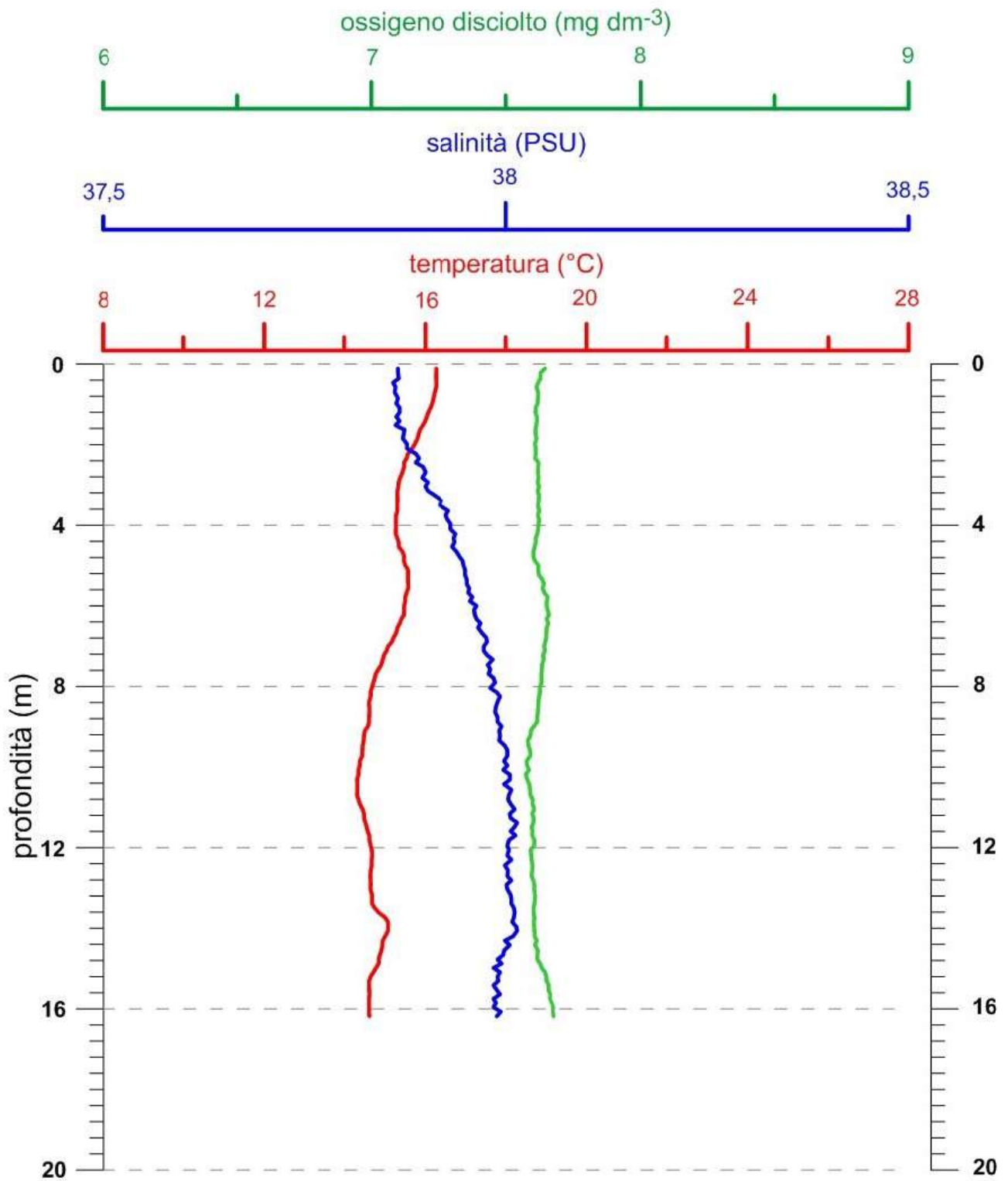


Staz. 5B - 04/11/2020



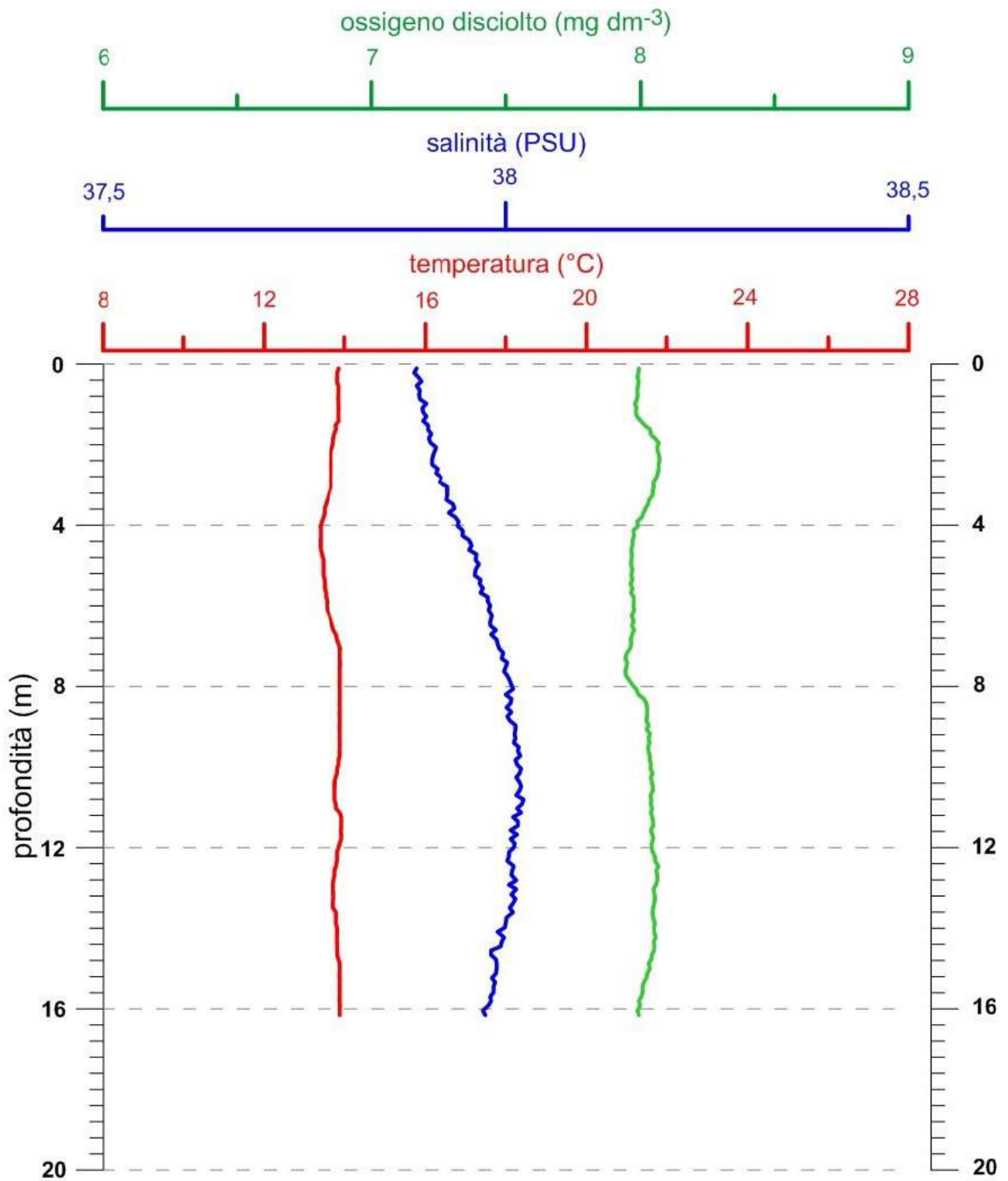


Staz. 5B - 25/11/2020



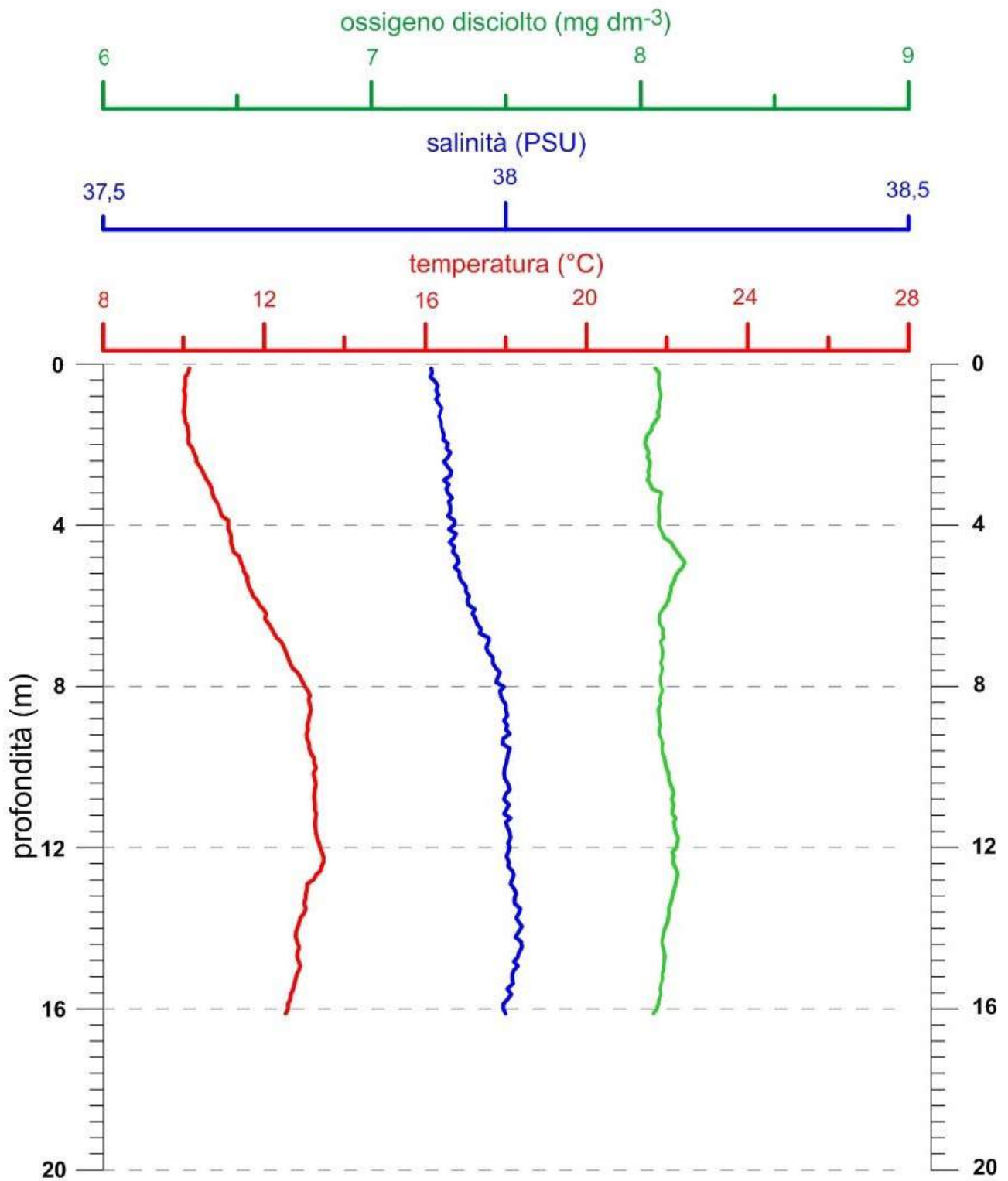


Staz. 5B - 22/12/2020



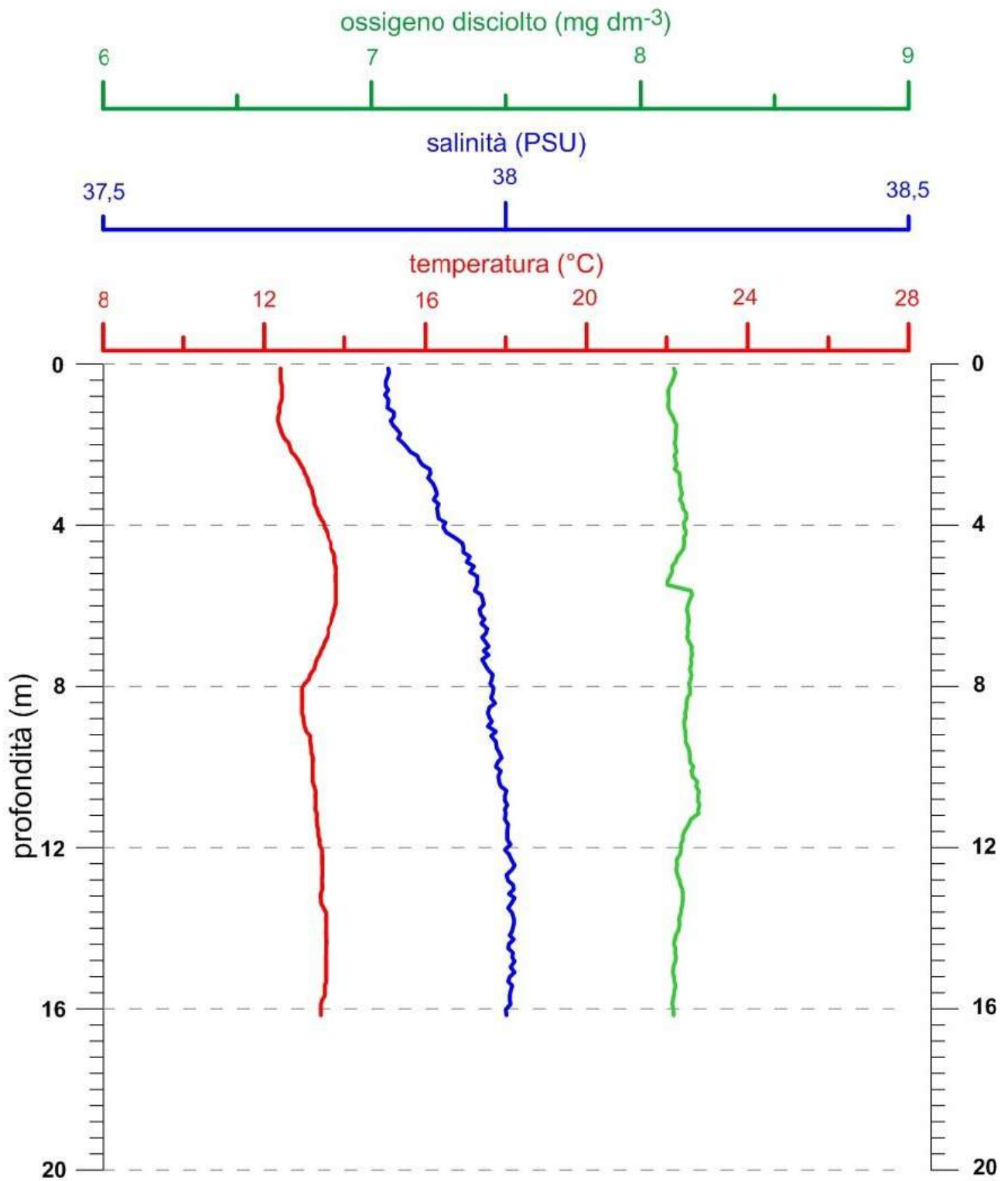


Staz. 5B - 29/01/2021





Staz. 5B - 26/02/2021





ALLEGATO 2: Fitoplancton



		Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
		Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
		Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
		profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
		data	14/01/20	14/01/20	14/01/20	03/02/20	03/02/20	03/02/20	24/06/20	24/06/20	24/06/20
		cell. L ⁻³									
DIATOMEI	<i>Pennate < 15 mm</i>		0,000	1633,628	9801,769	0,000	816,814	12252,211	816,814	0,000	2450,442
	<i>Pennate > 15 mm</i>		3267,256	26954,865	53092,916	7351,327	12252,211	2450,442	816,814	4900,885	2450,442
	<i>Centriche <15 mm</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5717,699	0,000	0,000
	<i>Centriche >15 mm</i>		4900,885	4900,885	816,814	4900,885	14702,654	4900,885	0,000	5717,699	0,000
	<i>Bacteriastrum spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Bacteriastrum elongatum</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratulina pelagica</i>		0,000	0,000	0,000	7351,327	1633,628	7351,327	1633,628	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6534,513	0,000	0,000	3267,256
	<i>Chaetoceros affinis</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros curvisetus</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros danicus</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros decipiens</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Coscinodisus spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Cylindrotheca closterium</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Dactyliosolen spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Diploneis sp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ditylum brightwellii</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Guinardia striata</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Hemiaulus sinensis</i>		0,000	0,000	4900,885	8168,141	4900,885	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Lauderia annulata</i>		6534,513	6534,513	816,814	0,000	4084,070	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Leptocylindrus danicus</i>		0,000	0,000	0,000	8984,955	0,000	0,000	0,000	0,000	4084,070	
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Navicula spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Pleurosigma spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Proboscia alata</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>		4900,885	0,000	1633,628	162546,004	49008,845	36756,634	0,000	0,000	0,000	
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>		0,000	4084,070	4900,885	151110,607	207470,779	106185,832	0,000	0,000	0,000	



Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
data	14/01/20	14/01/20	14/01/20	03/02/20	03/02/20	03/02/20	24/06/20	24/06/20	24/06/20
	cell. L ⁻³								
<i>Rhizosolenia spp.</i>	0,000	0,000	0,000	7351,327	0,000	4900,885	0,000	0,000	0,000
<i>Skeletonema spp.</i>	0,000	0,000	8168,141	0,000	0,000	0,000	816,814	0,000	0,000
<i>Thalassionema spp.</i>	5717,699	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	816,814	0,000	0,000
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Thalassiosira spp.</i>	0,000	0,000	0,000	8168,141	13885,840	6534,513	1633,628	2450,442	3267,256
<i>Thalassiosira rotula</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Thalassiothrix spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DINOFLAGELLATI <i>Dinoflagellati nudi < 15 mm</i>	44107,961	67795,569	57176,986	59627,429	56360,172	73513,268	1633,628	816,814	4084,070
<i>Dinoflagellati nudi > 15 mm</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Dinoflagellati tecati < 15 mm</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Dinoflagellati tecati > 15 mm</i>	66161,941	47375,217	53092,916	54726,544	93933,620	142125,652	2450,442	816,814	4084,070
<i>Ceratium spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3267,256
<i>Ceratium furca</i>	0,000	1633,628	816,814	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Ceratium fusus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2450,442	0,000
<i>Ceratium teres</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Ceratium trichoceros</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Dinophysis spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	816,814	0,000
<i>Oxytoxum spp.</i>	0,000	0,000	0,000	3267,256	2450,442	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Prorocentrum spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Prorocentrum triestinum</i>	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Protoperidinium spp.</i>	6534,513	12252,211	4900,885	8168,141	25321,237	5717,699	0,000	0,000	4084,070
<i>Flagellati < 10 mm</i>	201753,080	171530,959	294053,072	182966,356	272815,906	251578,740	2450,442	8168,141	12252,211
<i>Crisoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CRIPTOFICEE <i>Criptoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DICTIOFICEE <i>Dictyocha fibula</i>	0,000	816,814	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PRIMNESIOFICEE <i>Primnesioficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2450,442
<i>Pyramimonas spp.</i>	4084,070	0,000	0,000	5717,699	9801,769	4900,885	0,000	0,000	0,000



	Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
Latitudine N		41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
Longitudine E		15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
profondità		17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
data		14/01/20	14/01/20	14/01/20	03/02/20	03/02/20	03/02/20	24/06/20	24/06/20	24/06/20
	cell. L ⁻³									
	<i>Prasinoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	12252,211	2450,442	0,000	0,000	0,000
EUGLENOFICEE	<i>Euglenoficee indet.</i>	816,814	816,814	1633,628	6534,513	1633,628	0,000	0,000	0,000	2450,442
CLOROFICEE	<i>Cloroficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COCCOLITOFORIDI	<i>Rabdospaera spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	816,814	816,814
	<i>Syracosphaera pulchra</i>	0,000	0,000	4900,885	0,000	0,000	0,000	816,814	4900,885	0,000
	<i>Coccolitoforidi indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1633,628	0,000	0,000



		Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
Latitudine N			41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
Longitudine E			15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
profondità			17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
data			22/07/20	22/07/20	22/07/20	22/08/20	22/08/20	22/08/20	30/09/20	30/09/20	30/09/20
		cell. L ⁻³									
	<i>Prasinoficee indet.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3267,256	0,000	1089,085	2722,714
EUGLENOFICEE	<i>Euglenoficee indet.</i>		0,000	0,000	408,407	0,000	1089,085	544,543	0,000	0,000	544,543
CLOROFICEE	<i>Cloroficee indet.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	544,543	0,000	0,000	0,000	0,000
COCCOLITOFORIDI	<i>Rabdospaera spp.</i>		0,000	1089,085	408,407	1633,628	0,000	0,000	544,543	544,543	1633,628
	<i>Syracosphaera pulchra</i>		2178,171	1633,628	816,814	1089,085	544,543	0,000	1089,085	0,000	544,543
	<i>Coccolitoforidi indet.</i>		2178,171	0,000	0,000	544,543	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



		Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
		Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
		Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
		profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
		data	04/11/20	04/11/20	04/11/20	25/11/20	25/11/20	25/11/20	22/12/20	22/12/20	22/12/20
		cell. L ⁻³									
DIATOMEI	<i>Pennate < 15 mm</i>		10618,583	9801,769	11435,397	5717,699	7351,327	816,814	408,407	408,407	408,407
	<i>Pennate > 15 mm</i>		8168,141	11435,397	7351,327	7351,327	19603,538	4084,070	3675,663	4492,477	1633,628
	<i>Centriche <15 mm</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Centriche >15 mm</i>		1633,628	0,000	0,000	0,000	4084,070	2450,442	816,814	816,814	816,814
	<i>Bacteriastrum spp.</i>		6534,513	0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Bacteriastrum elongatum</i>		1633,628	0,000	2450,442	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratulina pelagica</i>		0,000	816,814	0,000	0,000	3267,256	10618,583	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros spp.</i>		0,000	4900,885	11435,397	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros affinis</i>		0,000	6534,513	18786,724	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros curvisetus</i>		0,000	0,000	4084,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros danicus</i>		0,000	0,000	4084,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros decipiens</i>		0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Coscinodisus spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	408,407
	<i>Cylindrotheca closterium</i>		5717,699	2450,442	3267,256	0,000	816,814	1633,628	0,000	0,000	0,000
	<i>Dactyliosolen spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	408,407
	<i>Diploneis sp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	816,814
	<i>Ditylum brightwellii</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	408,407	3675,663	0,000
	<i>Guinardia striata</i>		1633,628	11435,397	11435,397	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Hemiaulus sinensis</i>		7351,327	10618,583	0,000	0,000	0,000	0,000	408,407	0,000	0,000
	<i>Lauderia annulata</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Leptocylindrus danicus</i>		816,814	9801,769	1633,628	4900,885	3267,256	6534,513	0,000	0,000	0,000	
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	
<i>Navicula spp.</i>		0,000	0,000	3267,256	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Pleurosigma spp.</i>		816,814	816,814	0,000	816,814	1633,628	1633,628	0,000	0,000	0,000	
<i>Proboscia alata</i>		816,814	2450,442	816,814	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>		142942,466	83315,037	84948,665	22053,980	27771,679	46558,403	4084,070	0,000	4084,070	
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>		32672,564	16336,282	31038,935	22870,795	22870,795	6534,513	0,000	1225,221	0,000	



	Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
	Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
	Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
	profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
	data	04/11/20	04/11/20	04/11/20	25/11/20	25/11/20	25/11/20	22/12/20	22/12/20	22/12/20
	cell. L ⁻³									
	<i>Rhizosolenia spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1225,221
	<i>Skeletonema spp.</i>	0,000	0,000	0,000	816,814	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassionema spp.</i>	11435,397	1633,628	0,000	27771,679	22870,795	26954,865	0,000	0,000	816,814
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3267,256	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassiosira spp.</i>	6534,513	6534,513	4084,070	0,000	0,000	0,000	2450,442	4084,070	4492,477
	<i>Thalassiosira rotula</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassiothrix spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3267,256	0,000	0,000	0,000
DINOFLAGELLATI	<i>Dinoflagellati nudi < 15 mm</i>	39207,076	29405,307	60444,243	49825,659	44107,961	50642,474	20011,945	29405,307	17153,096
	<i>Dinoflagellati nudi > 15 mm</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	3267,256	1633,628	0,000	0,000	0,000
	<i>Dinoflagellati tecati < 15 mm</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	6534,513	816,814	1633,628	0,000	0,000
	<i>Dinoflagellati tecati > 15 mm</i>	41657,519	75146,896	49008,845	40023,890	41657,519	40023,890	21237,166	29813,714	13885,840
	<i>Ceratium spp.</i>	0,000	816,814	0,000	3267,256	816,814	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratium furca</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1633,628	816,814	0,000	0,000
	<i>Ceratium fusus</i>	1633,628	0,000	1633,628	4900,885	816,814	816,814	0,000	408,407	0,000
	<i>Ceratium teres</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratium trichoceros</i>	816,814	816,814	816,814	0,000	0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000
	<i>Dinophysis spp.</i>	0,000	0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Oxytoxum spp.</i>	816,814	816,814	0,000	816,814	0,000	2450,442	0,000	0,000	0,000
	<i>Prorocentrum spp.</i>	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Prorocentrum triestinum</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Protoperidinium spp.</i>	4084,070	0,000	4084,070	4900,885	5717,699	8984,955	4084,070	6126,106	2042,035
	<i>Flagellati < 10 mm</i>	159278,748	118438,043	241776,971	199302,638	178065,472	204203,522	80864,595	118846,450	69837,605
	<i>Crisoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CRIPTOFICEE	<i>Criptoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DICTIOFICEE	<i>Dictyocha fibula</i>	0,000	0,000	0,000	816,814	0,000	0,000	7759,734	4900,885	3675,663
PRIMNESIOFICEE	<i>Primnesioficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Pyramimonas spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	2450,442	0,000	0,000	408,407	0,000



	Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A	5B	3A	8A
	Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
	Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
	profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
	data	04/11/20	04/11/20	04/11/20	25/11/20	25/11/20	25/11/20	22/12/20	22/12/20	22/12/20
	cell. L ⁻³									
	<i>Prasinoficee indet.</i>	4900,885	8168,141	816,814	0,000	0,000	816,814	0,000	0,000	0,000
EUGLENOFICEE	<i>Euglenoficee indet.</i>	2450,442	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CLOROFICEE	<i>Cloroficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COCCOLITOFORIDI	<i>Rabdospaera spp.</i>	0,000	1633,628	816,814	0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	408,407
	<i>Syracosphaera pulchra</i>	0,000	1633,628	4084,070	816,814	3267,256	0,000	2858,849	2042,035	408,407
	<i>Coccolitoforidi indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	1633,628	1633,628	408,407	0,000	0,000



		Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A
		Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
		Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
		profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
		data	29/01/21	29/01/21	29/01/21	26/02/21	26/02/21	26/02/21
		cell. L ⁻³						
DIATOMEI	<i>Pennate < 15 mm</i>		3267,256	5717,699	13885,840	816,814	2450,442	6534,513
	<i>Pennate > 15 mm</i>		7351,327	15519,468	42474,333	4900,885	6534,513	6534,513
	<i>Centriche <15 mm</i>		0,000	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Centriche >15 mm</i>		1633,628	2450,442	0,000	816,814	12252,211	1633,628
	<i>Bacteriastrum spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Bacteriastrum elongatum</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratulina pelagica</i>		0,000	0,000	0,000	12252,211	5717,699	3267,256
	<i>Chaetoceros spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3267,256
	<i>Chaetoceros affinis</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros curvisetus</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros danicus</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Chaetoceros decipiens</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Coscinodisus spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Cylindrotheca closterium</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Dactyliosolen spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Diploneis sp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ditylum brightwellii</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Guinardia striata</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Hemiaulus sinensis</i>		0,000	0,000	1633,628	6534,513	2450,442	0,000
	<i>Lauderia annulata</i>		2450,442	2450,442	1633,628	1633,628	816,814	0,000
	<i>Leptocylindrus danicus</i>		0,000	0,000	0,000	4900,885	0,000	0,000
	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Navicula spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Pleurosigma spp.</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Proboscia alata</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>		3267,256	0,000	4900,885	154377,863	36756,634	43291,147	
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>		0,000	8168,141	6534,513	159278,748	174798,215	119254,857	



	Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A
	Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
	Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
	profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
	data	29/01/21	29/01/21	29/01/21	26/02/21	26/02/21	26/02/21
	cell. L ⁻³						
	<i>Rhizosolenia spp.</i>	0,000	0,000	0,000	3267,256	0,000	2450,442
	<i>Skeletonema spp.</i>	0,000	0,000	4900,885	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassionema spp.</i>	1633,628	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassiosira spp.</i>	0,000	0,000	0,000	4084,070	17969,910	13069,025
	<i>Thalassiosira rotula</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Thalassiothrix spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DINOFLAGELLATI	<i>Dinoflagellati nudi < 15 mm</i>	54726,544	58810,614	66161,941	50642,474	63711,499	65345,127
	<i>Dinoflagellati nudi > 15 mm</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Dinoflagellati tecati < 15 mm</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	3267,256	4900,885
	<i>Dinoflagellati tecati > 15 mm</i>	60444,243	40840,704	57993,800	62894,685	107819,460	150293,793
	<i>Ceratium spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratium furca</i>	0,000	816,814	816,814	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratium fusus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratium teres</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Ceratium trichoceros</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Dinophysis spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Oxytoxum spp.</i>	0,000	0,000	0,000	1633,628	816,814	1633,628
	<i>Prorocentrum spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Prorocentrum triestinum</i>	3267,256	0,000	816,814	0,000	0,000	0,000
	<i>Protoperidinium spp.</i>	10618,583	8168,141	816,814	11435,397	14702,654	4084,070
	<i>Flagellati < 10 mm</i>	218906,176	236876,086	265464,579	205020,337	254845,996	263830,951
	<i>Crisoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CRIPTOFICEE	<i>Criptoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DICTIOFICEE	<i>Dictyocha fibula</i>	816,814	3267,256	0,000	0,000	0,000	0,000
PRIMNESIOFICEE	<i>Primnesioficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Pyramimonas spp.</i>	816,814	0,000	816,814	2450,442	6534,513	816,814



	Stazione	5B	3A	8A	5B	3A	8A
	Latitudine N	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'	41°56.636'	41°56.778'	41°56.772'
	Longitudine E	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'	15°29.086'	15°35.556'	15°34.876'
	profondità	17	17,5	16,5	17	17,5	16,5
	data	29/01/21	29/01/21	29/01/21	26/02/21	26/02/21	26/02/21
	cell. L ⁻³						
	<i>Prasinoficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	1633,628	7351,327	7351,327
EUGLENOFICEE	<i>Euglenoficee indet.</i>	0,000	0,000	816,814	1633,628	8168,141	816,814
CLOROFICEE	<i>Cloroficee indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COCCOLITOFORIDI	<i>Rabdospaera spp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Syracosphaera pulchra</i>	0,000	0,000	816,814	0,000	0,000	0,000
	<i>Coccolitoforidi indet.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



ALLEGATO 3: Schede sorting macrozoobenthos

Dati stazione	
ID Stazione	1A
Latitudine N	41°56.779'
Longitudine E	15°35.835'
Profondità (m)	17
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	13.30

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	224
Tipologia di sedimento	sabbia fine infangata
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ANISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC++; DV+++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



Dati stazione	
ID Stazione	3A
Latitudine N	41°56.778'
Longitudine E	15°35.556'
Profondità (m)	17,5
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	13.10

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	4
Tipologia di sedimento	sabbia fine infangata
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ANISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC+++; DV++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



Dati stazione	
ID Stazione	5A
Latitudine N	41°56.775"
Longitudine E	15°35.272"
Profondità (m)	16,5
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	12.30

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	14
Tipologia di sedimento	fango + sabbia fine+ residui vegetali
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC+; DV++++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



Dati stazione	
ID Stazione	6A
Latitudine N	41°56.773'
Longitudine E	15°35.145'
Profondità (m)	17
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	12.15

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	177
Tipologia di sedimento	fango + sabbia fine
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ANISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC++; DV+++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



Dati stazione	
ID Stazione	8A
Latitudine N	41°56.772'
Longitudine E	15°34.876'
Profondità (m)	16,5
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	11.30

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	G10
Tipologia di sedimento	fango + sabbia fine
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ISOPODI
CROSTACEI ANISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC++; DV+++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



Dati stazione	
ID Stazione	10A
Latitudine N	41°56.784'
Longitudine E	15°34.572'
Profondità (m)	16,5
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	10,45

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	810
Tipologia di sedimento	fango + sabbia fine
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ISOPODI
CROSTACEI ANISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC++; DV+++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



Dati stazione	
ID Stazione	5B
Latitudine N	41°56.636'
Longitudine E	15°29.086'
Profondità (m)	17
Data prelievo	22/07/2020
Ora prelievo	14.30

Macrozoobenthos: sorting	
ID Barattolo	13
Tipologia di sedimento	fango + sabbia fine
Operatore sorting	Dr. Francesco Di Nuzzo

Lista taxa sorting macrozoobenthos
Syntaxa
MOLLUSCHI
ANELLIDI POLICHETI
CROSTACEI DECAPODI
CROSTACEI ANFIPODI
CROSTACEI ANISOPODI
ECHINODERMI
ALTRI GRUPPI

Detrito presente nei campioni
DC+++; DV++

Legenda: DV= detrito vegetale; DC= detrito organico; DO= detrito grossolano
+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

METODICHE DI SELEZIONE E DI RICONOSCIMENTO:

Per le metodiche analitiche per il sorting dei campioni di macrozoobenthos di fondo mobile si è fatto riferimento alle seguenti pubblicazioni:

- "Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio - Servizio Difesa Mare. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero - METODOLOGIE ANALITICHE DI RIFERIMENTO a cura dell'ICRAM (Cap. Benthos, Scheda 1)" – 2003
- RIEDL R. (1991) - Fauna e Flora del Mediterraneo. Padova: 777 pp.
- SIBM (Società Italiana di Biologia Marina), APAT, ICRAM - MANUALE DI METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI STUDIO DEL BENTHOS MARINO MEDITERRANEO. Biologia Marina Mediterranea, Vol. 10 (Suppl.) – 2003



ALLEGATO 4: Macrozoobenthos di fondo mobile

DATI DI ABBONDANZA E INDICI BIOTICI



Stazioni	1A	3A	5A	6A	8A	10A	5B
data	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020
ora	13.30	13.15	12.30	12.15	12.08	10.45	14.30
Latitudine N	41°56.779'	41°56.778'	41°56.775'	41°56.773'	41°56.772'	41°56.784'	41°56.636'
Longitudine E	15°35.835'	15°35.556'	15°35.272'	15°35.145'	15°34.876'	15°34.572'	15°29.086'
Profondità (m)	17	17,5	16,5	17	16,5	16,5	17

Grofismo

Taxa

MOLLUSCHI

C	<i>Cylichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)	1	1	2	2	1	0	1
DC	<i>Eulima glabra</i> (da Costa, 1778)	0	0	2	1	0	1	0
C	<i>Euspira nitida</i> (Donovan, 1803)	0	0	0	0	2	0	0
C	<i>Megastomia conoidea</i> (Brocchi, 1814)	1	0	0	0	0	0	0
C	<i>Philine quadripartita</i> (Ascanius, 1772)	3	0	8	2	1	1	0
DC	<i>Tritia incrassata</i> (Strøm, 1768)	0	0	0	1	1	1	0
DC	<i>Tritia mutabilis</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	1	0
D	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	6	0	0	0	0	0	0
D	<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	0	4	2	3	1	3	9
S	<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	0	0	0	1	0
D	<i>Hemilepton nitidum</i> (W. Turton, 1822)	0	0	0	0	0	1	0
D	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	0	0	0	0	0	3	0
O	<i>Lembulus pella</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0	0	0	0
DS	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	5	2	2	3	3
D	<i>Loripes orbiculatus</i> (Poli, 1795)	1	0	0	0	0	2	0
S	<i>Modiolula phaseolina</i> (Filippi, 1844)	0	0	0	0	0	5	0
D	<i>Moerella distorta</i> (Poli, 1791)	8	6	3	7	2	4	4
O	<i>Musculus subpictus</i> (Cantraine, 1835)	2	1	1	0	0	0	0
S	<i>Mytilus edulis</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	1	0
S	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	2	0	0	0	0	0	0
L	<i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus, 1758)	0	3	1	1	0	1	0
D	<i>Peronaea planata</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	0	0	0	0
D	<i>Peronidia albicans</i> (Gmelin, 1791)	1	2	2	1	3	8	0
S	<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	0	5	5	2	1	3	0
S	<i>Tellimya ferruginosa</i> (Montagu, 1808)	0	0	0	2	0	3	0
C	<i>Thracia phaseolina</i> (Lamarck, 1818)	0	0	1	1	2	0	1
S	<i>Varicorbula gibba</i> (Olivi, 1792)	10	26	8	0	4	7	1
D	<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg, 1891)	1	2	8	2	5	9	1
D	<i>Fustiaria rubescens</i> (Deshayes, 1826)	2	3	4	2	4	2	3



Stazioni	1A	3A	5A	6A	8A	10A	5B
data	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020
ora	13.30	13.15	12.30	12.15	12.08	10.45	14.30
Latitudine N	41°56.779'	41°56.778'	41°56.775'	41°56.773'	41°56.772'	41°56.784'	41°56.636'
Longitudine E	15°35.835'	15°35.556'	15°35.272'	15°35.145'	15°34.876'	15°34.572'	15°29.086'
Profondità (m)	17	17,5	16,5	17	16,5	16,5	17

Trofismo	Taxa	1A	3A	5A	6A	8A	10A	5B
	ANELLIDI POLICHETI							
D	<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	1	1	5	2	3	3	0
D	<i>Amphicteis gunneri</i> (M. Sars, 1835)	0	0	1	0	1	0	0
D	<i>Aphelochaeta marioni</i> (Saint-Joseph, 1894)	1	1	0	0	0	1	2
C	<i>Aponuphis brementi</i> (Fauvel, 1916)	1	2	0	0	1	3	1
D	<i>Aricidea</i> sp.	1	1	0	0	0	0	0
D	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	1	1	0	1	0	2	0
S	<i>Chone</i> sp.	1	5	14	0	0	0	9
L	<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)	1	1	0	2	4	5	1
C	<i>Eunice oerstedii</i> Stimpson, 1853	1	0	0	0	0	0	0
S	<i>Fabricia stellaris adriatica</i> Banse, 1956	0	0	14	3	12	2	3
DS	<i>Galathowenia oculata</i> (Zachs, 1923)	0	1	3	1	0	4	4
C	<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)	2	3	0	0	3	7	6
C	<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843	0	0	0	0	0	0	2
L	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	11	4	0	10	19	15	9
S	<i>Jasmineira</i> sp.	0	0	2	1	8	0	5
C	<i>Labioleanira yhleni</i> (Malmgren, 1867)	0	1	1	0	1	0	0
L	<i>Laonice cirrata</i> (M. Sars, 1851)	1	0	0	0	0	0	0
C	<i>Leodice limosa</i> (Ehlers, 1868)	0	1	0	0	0	3	0
D	<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	0	0	2	2	0	2	2
DC	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1834	7	7	2	1	3	6	5
C	<i>Malmgrenia lunulata</i> (Delle Chiaje, 1830)	0	0	0	0	0	1	0
D	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	0	1	0	0	1	0	0
C	<i>Micronephthys</i> sp.	1	0	0	1	2	1	0
C	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818	4	0	0	0	0	0	2
C	<i>Ninoe armoricana</i> Glémarec, 1968	3	0	0	1	0	0	1
L	<i>Notomastus latericeus</i> (Sars, 1851)	29	29	37	40	65	80	37
DS	<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1844	0	0	0	0	0	0	2
L	<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866	0	2	1	0	0	1	0
D	<i>Pherusa</i> sp.	5	3	3	1	3	0	1
C	<i>Phyllodoce</i> sp.	0	1	2	1	0	0	0



		Stazioni	1A	3A	5A	6A	8A	10A	5B
		data	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020
		ora	13.30	13.15	12.30	12.15	12.08	10.45	14.30
		Latitudine N	41°56.779'	41°56.778'	41°56.775'	41°56.773'	41°56.772'	41°56.784'	41°56.636'
		Longitudine E	15°35.835'	15°35.556'	15°35.272'	15°35.145'	15°34.876'	15°34.572'	15°29.086'
		Profondità (m)	17	17,5	16,5	17	16,5	16,5	17
Trofismo	Taxa								
D	<i>Pista sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	
D	<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904	0	0	0	0	1	0	0	
L	<i>Praxillella lophoseta</i> (Orlandi, 1898)	0	1	2	4	0	1	0	
D	<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1869	2	5	1	1	3	3	5	
C	<i>Sigalion mathildae</i> Audouin & Milne Edwards, 1832	1	1	7	0	6	3	1	
C	<i>Sigambra sp.</i>	2	0	1	1	0	2	0	
DC	<i>Schistomeringos rudolphi</i> (Delle Chiaje, 1828)	1	0	0	0	0	0	0	
L	<i>Scolelepis sp.</i>	1	0	1	0	0	4	2	
L	<i>Scoloplos armiger</i> (Müller, 1776)	9	6	0	2	3	4	4	
D	<i>Spio decorata</i> Bobretzky, 1870	2	1	0	0	0	0	0	
D	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)	0	2	0	0	1	0	2	
DC	<i>Syllis sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	
CROSTACEI DECAPODI									
DC	<i>Galathea bolivari</i> Zariquiey Álvarez, 1950	0	0	0	0	0	1	0	
DC	<i>Liocarcinus maculatus</i> (Risso, 1827 in [Risso, 1826-1827])	0	0	1	0	1	0	0	
DC	<i>Processa macrophthalma</i> Nouvel & Holthuis, 1957	0	0	0	0	1	0	0	
DC	<i>Philocheras trispinosus</i> (Hailstone in Hailstone & Westwood, 1835)	1	0	0	1	0	0	0	
DC	<i>Upogebia tipica</i> (Nardo, 1869)	0	1	0	0	3	4	0	
CROSTACEI ANISOPODI									
DC	<i>Apseudopsis latreillii</i> (Milne Edwards, 1828)	12	7	8	6	9	3	17	
DC	<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	0	0	4	0	2	0	0	
CROSTACEI ANFIPODI									
DS	<i>Ampelisca sarsi</i> Chevreux, 1888	0	1	0	0	0	0	0	
DS	<i>Ampelisca typica</i> (Spence Bate, 1856)	6	0	0	6	0	2	21	
DS	<i>Ampelisca sp.</i>	0	0	1	0	0	2	0	
DS	<i>Corophium runcicorne</i> Della Valle, 1893	5	8	11	3	2	5	3	
DS	<i>Photis longicaudata</i> (Spence Bate & Westwood, 1862)	1	0	3	2	8	0	3	
D	<i>Photis longipes</i> (Della Valle, 1893)	2	0	0	0	1	0	0	
D	<i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965	1	3	1	0	0	0	1	
DS	<i>Lepidepecreum longicorne</i> (Spence Bate & Westwood, 1861)	0	0	0	1	0	0	0	



		Stazioni	1A	3A	5A	6A	8A	10A	5B
		data	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020	22/07/2020
		ora	13.30	13.15	12.30	12.15	12.08	10.45	14.30
		Latitudine N	41°56.779'	41°56.778'	41°56.775'	41°56.773'	41°56.772'	41°56.784'	41°56.636'
		Longitudine E	15°35.835'	15°35.556'	15°35.272'	15°35.145'	15°34.876'	15°34.572'	15°29.086'
		Profondità (m)	17	17,5	16,5	17	16,5	16,5	17
Trofismo	Taxa								
D	<i>Westwoodilla rectirostris</i> (Della Valle 1893)		0	0	1	0	0	0	1
S	<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)		0	0	1	0	0	0	2
O	<i>Pseudolirius kroyerii</i> (Haller, 1879)		9	3	0	9	0	5	21
ECHINODERMI									
DC	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843		1	0	0	0	2	8	0
DC	<i>Ophiura albida</i> Forbes, 1839		0	2	1	2	1	2	0
DC	<i>Astropecten jonstoni</i> (Delle Chiaje, 1827)		0	0	0	0	0	1	0
DC	<i>Echinocardium cordatum</i>		0	0	0	0	0	1	0
S	<i>Oestergrenia digitata</i> (Montagu, 1815)		0	2	1	1	0	0	0
S	<i>Paraleptopentacta tergestina</i> (Sars, 1859)		0	1	1	2	0	0	0
ALTRI GRUPPI									
D	<i>Cumacea</i> sp.		12	12	2	9	1	12	31
NC	<i>Mysis</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0
NC	<i>Ostracoda</i> sp.		0	2	0	0	2	0	0
C	<i>Nemertea</i> sp.		1	0	1	1	0	2	0
NC	<i>Picnogonde</i> sp.		0	0	0	0	1	1	0
		Totale individui	179	180	189	147	204	263	229
		Ricchezza Specifica	48	48	47	44	46	57	39
		Indice di diversità di Shannon	4,765	4,726	4,690	4,451	4,247	4,627	4,346
		Indice di equiripartizione di Pielou	0,853	0,846	0,844	0,815	0,769	0,793	0,822
		Indice di Ricchezza Specifica di Margaleff	6,280	6,273	6,083	5,972	5,865	6,966	4,847
		Indice di Dominanza di Simpson	0,057	0,065	0,067	0,097	0,124	0,108	0,076



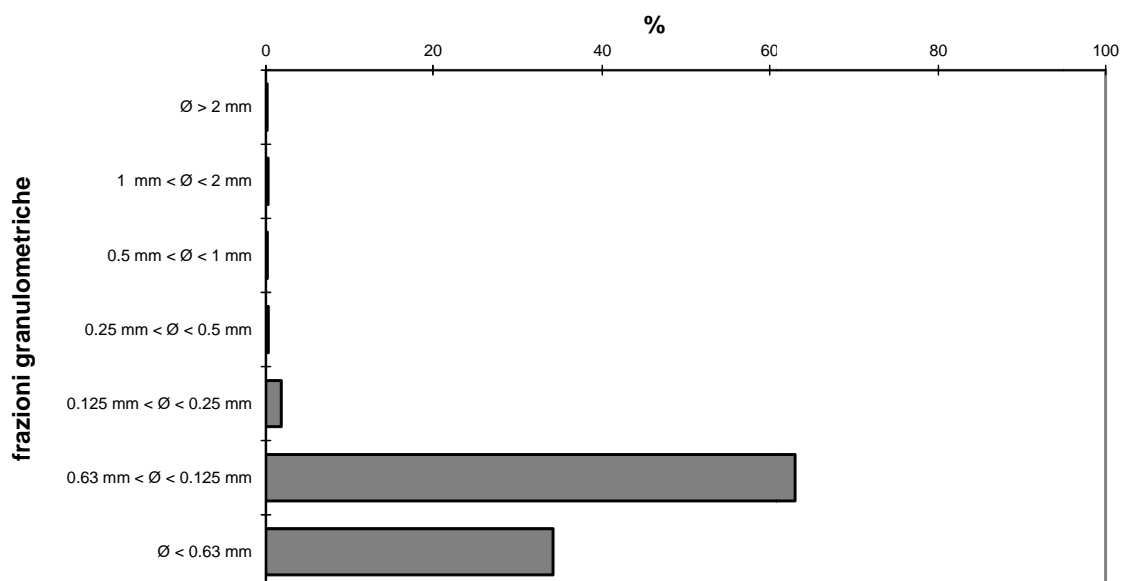
ALLEGATO 5: Schede sedimentologiche

Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	1A
Profondità (m)	17
Data prelievo	22/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,078
Deviazione standard	4,717
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	0,14	0,14	dc++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,26	0,40	dc++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,18	0,58	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	0,28	0,86	dc++
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	1,84	2,70	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	63,16	65,86	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	34,14	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.



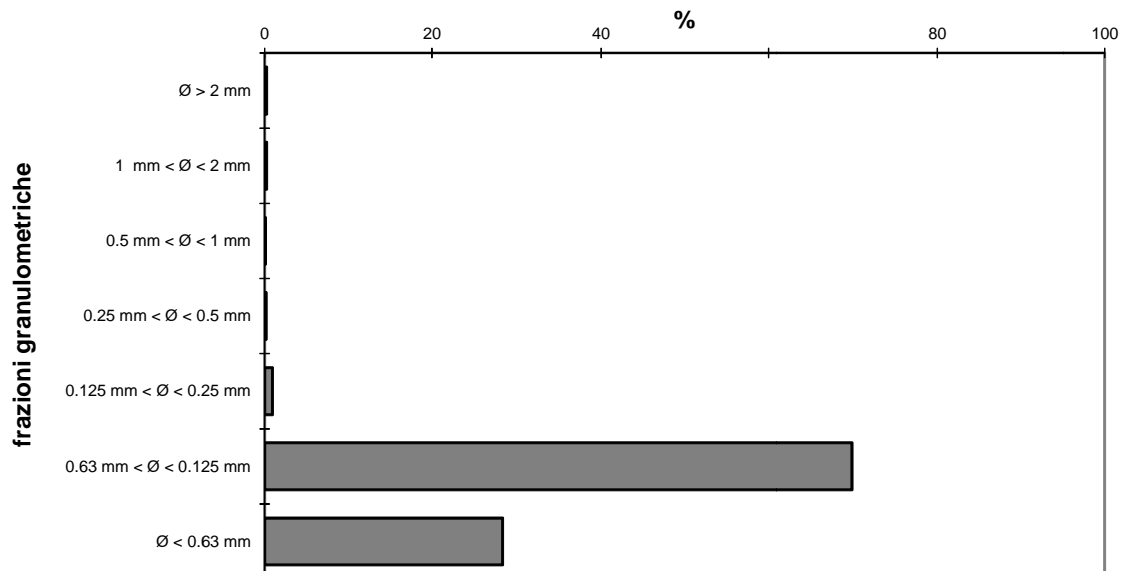


Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	3A
Profondità (m)	17,5
Data prelievo	22/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,080
Deviazione standard	5,085
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	0,22	0,22	dc+++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,23	0,45	dc+++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,08	0,54	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	0,19	0,72	dc++
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	0,93	1,66	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	70,06	71,72	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	28,28	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.



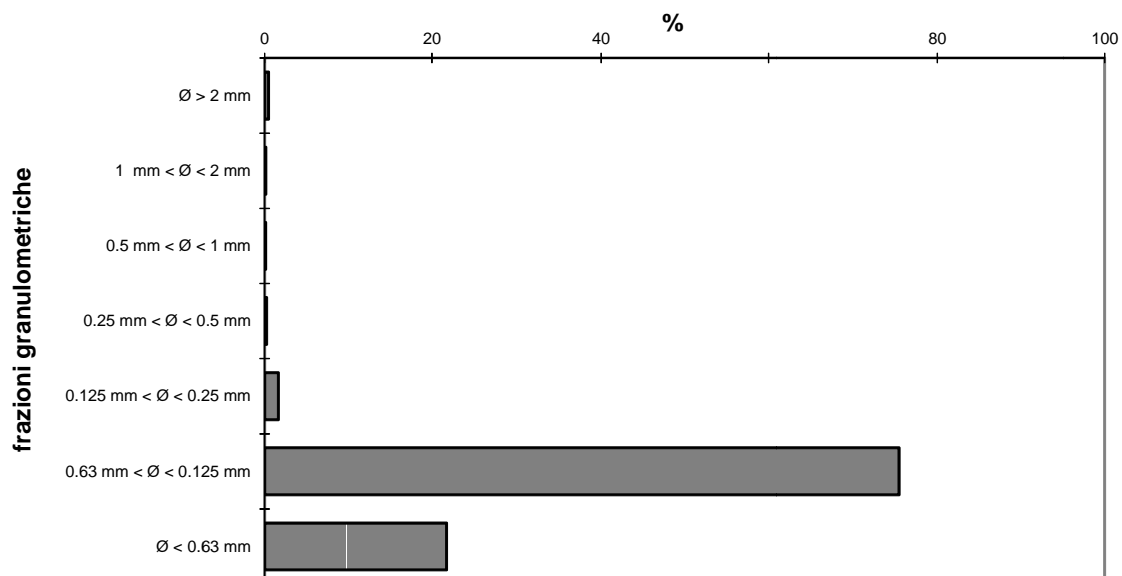


Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	5A
Profondità (m)	16,5
Data prelievo	23/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,084
Deviazione standard	5,725
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	0,47	0,47	dc++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,14	0,61	dc+++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,12	0,73	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	0,23	0,96	dc++
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	1,63	2,59	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	75,67	78,25	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	21,75	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.



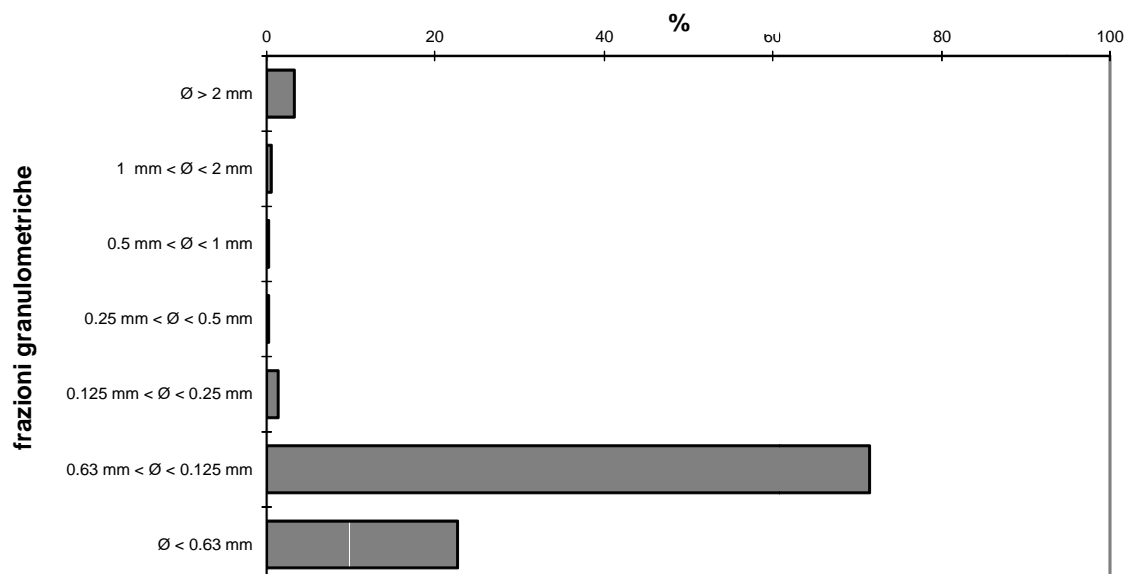


Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	6A
Profondità (m)	17
Data prelievo	23/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,096
Deviazione standard	6,746
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	3,28	3,28	dc+++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,55	3,84	dc++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,21	4,05	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	0,22	4,27	dc++
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	1,36	5,63	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	71,63	77,27	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	22,73	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.



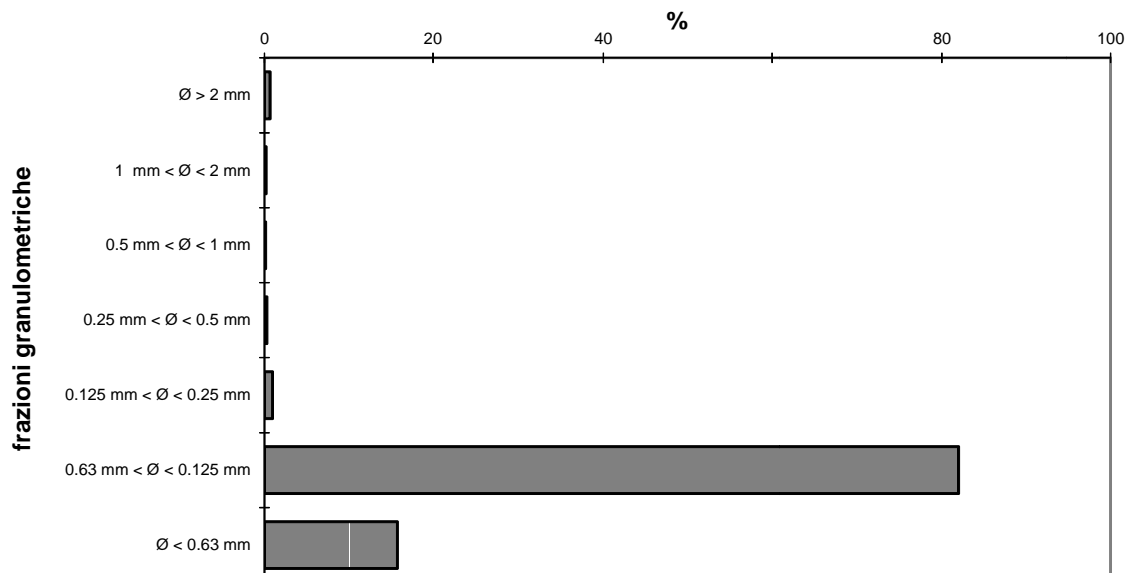


Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	8A
Profondità (m)	16,5
Data prelievo	23/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,087
Deviazione standard	6,255
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	0,66	0,66	dc+++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,22	0,88	dc+++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,14	1,03	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	0,29	1,31	
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	0,95	2,26	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	81,95	84,21	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	15,79	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.



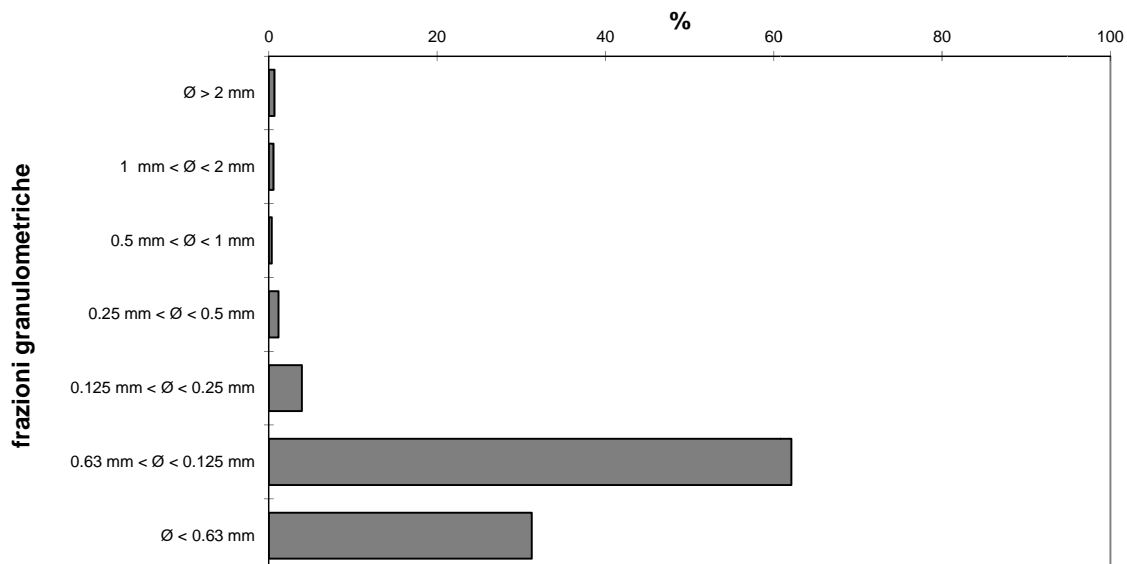


Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	10A
Profondità (m)	16,5
Data prelievo	23/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,086
Deviazione standard	5,523
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	0,66	0,66	dc+++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,55	1,20	dc+++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,36	1,56	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	1,14	2,71	dc+
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	3,94	6,65	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	62,10	68,75	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	31,25	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.





Dati stazione	
Località	LESINA
ID Stazione	5B
Profondità (m)	17
Data prelievo	23/07/2020

Dati campione di sedimento	
Peso del campione (gr)	25
Mediana (mm)	0,088
Deviazione standard	6,259
Commento	Sedimento molto poco classato

Analisi granulometrica			
Frazioni granulometriche	%	% cumulata	Note
$\phi > 2 \text{ mm}$	0,03	0,03	dc+++++
$1 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$	0,20	0,23	dc+++++
$0,5 \text{ mm} < \phi < 1 \text{ mm}$	0,22	0,45	dc+++
$0,25 \text{ mm} < \phi < 0,5 \text{ mm}$	1,66	2,11	dc+
$0,125 \text{ mm} < \phi < 0,25 \text{ mm}$	4,57	6,68	
$0,63 \text{ mm} < \phi < 0,125 \text{ mm}$	74,35	81,03	
$\phi < 0,63 \text{ mm}$	18,97	100,00	

Legenda: dv, detrito vegetale; dc, detrito conchigliare; do, altro detrito organico .
'+ = 10 %; ++ = 30 %; +++ = 60 %; ++++ = 80%; +++++ = 100%.

