



AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.



ENI S.p.A. - UPSTREAM DICS

MONITORAGGIO AMBIENTALE CAMPO CLARA NW

MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA CLARA NW

FASE DI PRODUZIONE

RAPPORTO SEMESTRALE 5° ANNO (2020)

RAPPORTO n. 16

OPERATORE SCIENTIFICO:

CNR – IRBIM IN RTI CON STAZIONE ZOOLOGICA ANTON DOHRN, OGS,
AGROLAB AMBIENTE SRL, CIBM, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE
MARCHE E CONISMA

COORDINATORE:

GIANNA FABI

RESPONSABILE SCIENTIFICO:

ALESSANDRA SPAGNOLO

RAPPORTO A CURA DI:

ALESSANDRA SPAGNOLO

GIANNA FABI

MIRENO BORGHINI

CARMEN FERRÀ VEGA

ANNALISA MINELLI

LUCA MONTAGNINI

MARIA SAGGIOMO

GIUSEPPE SIENA

ANCONA, 2021



PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

| | | |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| Coordinatore | G. Fabi | CNR - IRBIM |
| Responsabile Scientifico | A. Spagnolo | CNR - IRBIM |
| Referente SZN | S. Stefanni | |
| Referente OGS | G. Siena | |
| Referente CIBM | A.M. De Biasi | |
| Referente UNIVPM | E. Fanelli | |
| Referente CONISMA-UNIVPM | F. Regoli | |
| Referente AGROLAB Ambiente srl | P. Ottoni | |

COMPARTO COLONNA D'ACQUA

| | | |
|----------------|----------------------|---|
| V. Salvalaggio | CNR-IRBIM | Coordinatore e organizzatore delle attività tecnico-scientifiche in mare associate alle indagini lungo la colonna d'acqua |
| G. Siena | OGS | Responsabile Scientifico comparto colonna d'acqua |
| G. De Martino | SZN | Campionamento in mare |
| G. Zazo | SZN | Campionamento in mare |
| P. Ottoni | AGROLAB Ambiente srl | Project Manager |
| F. Pieretti | AGROLAB Ambiente srl | Responsabile qualità |
| L. Boschetti | AGROLAB Ambiente srl | Reportistica |
| R. Contarino | AGROLAB Ambiente srl | Responsabile di Laboratorio |
| V. Cardin | OGS | Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD |
| L. Urbini | OGS | Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, nutrienti, TSM |
| F. Relitti | OGS | Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, nutrienti, TSM |
| C. Balestra | SZN | Analisi clorofille |
| A. Buondonno | SZN | Analisi clorofille |
| A. Passarelli | SZN | Elaborazione dati clorofille |
| F. Margiotta | SZN | Elaborazione dati clorofille |
| M. Saggiomo | SZN | Analisi, elaborazione e validazione dati, stesura relazione clorofille |
| M. Borghini | CNR - ISMAR | Raccolta, elaborazione e validazione dati correntometrici, stesura relazione correntometria |
| P. Celentano | CNR - ISMAR | Raccolta, elaborazione e validazione dati correntometrici, stesura relazione correntometria |

COMPARTO SEDIMENTI

| | | |
|--------------------|-----------|--|
| A.M. De Biasi | CIBM | Responsabile Scientifico comparto sedimenti |
| G. Bontà Pittaluga | CIBM | Responsabile settore chimico |
| L. Kozinkova | CIBM | Responsabile analisi ecotossicologiche |
| E.N. Armelloni | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| M. Leonetti | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| E. Nepote | UNIVPM | Campionamento in mare |
| T. Manarini | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| L. Montagnini | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| F. Rebecchi | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| M. Scanu | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| V. Salvalaggio | CNR-IRBIM | Responsabile campagna in mare, campionamento |

ANALISI COMUNITA' BENTONICHE

| | | |
|----------------|-----------|--|
| V. Salvalaggio | CNR-IRBIM | Responsabile per la gestione e organizzazione della raccolta e restituzione dati, campionamento in mare, sorting e identificazione |
| E.N. Armelloni | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| M. Leonetti | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |



| | | |
|---------------|-----------|--|
| E. Nepote | UNIVPM | Campionamento in mare |
| T. Manarini | CNR-IRBIM | Sorting e identificazione |
| L. Montagnini | CNR-IRBIM | Campionamento in mare, sorting e identificazione |
| F. Rebecchi | CNR-IRBIM | Campionamento in mare, sorting e identificazione |
| M. Scanu | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| A. Spagnolo | CNR-IRBIM | Elaborazione dati e Stesura relazione |

ANALISI COMUNITA' ITTICA

| | | |
|---------------|-----------|---|
| C. Ferrà Vega | CNR-IRBIM | Responsabile per la gestione e organizzazione della raccolta e restituzione dati provenienti dai campionamenti di pesca, campionamento in mare, stesura relazione |
| A.N. Tassetti | CNR-IRBIM | Responsabile per la gestione e organizzazione della raccolta e restituzione dati riguardanti i rilevamenti acustici tramite MBES |
| A. Minelli | CNR-IRBIM | Analisi ed elaborazione dati rilevamenti acustici e visivi, stesura relazione |

CENSIMENTO MAMMIFERI E RETTILI MARINI

| | | |
|----------------|-----------|--|
| P. Strafella | CNR-IRBIM | Responsabile per la gestione e organizzazione della raccolta e restituzione dati |
| V. Salvalaggio | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |
| C. Ferrà Vega | CNR-IRBIM | Campionamento in mare |

INDICE

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | INTRODUZIONE..... | 1 |
| 2. | MATERIALI E METODI..... | 6 |
| 2.1. | CAMPIONAMENTO IN MARE..... | 6 |
| 2.1.1. | CARATTERISTICHE CHIMICHE E FISICHE DELLA COLONNA D'ACQUA | 6 |
| 2.1.2. | MISURE CORRENTOMETRICHE..... | 9 |
| 2.1.3. | INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI | 9 |
| 2.1.4. | INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI..... | 12 |
| 2.1.5. | INQUINANTI E BIOMARKER IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i> | 12 |
| 2.1.6. | INQUINANTI E BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI SOMMERSE DELLA PIATTAFORMA | 13 |
| 2.1.7. | INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO | 13 |
| 2.1.7.1 | Campionamenti di pesca | 13 |
| 2.1.7.2 | Investigazioni acustiche | 14 |
| 2.1.7.3 | Indagini video in prossimità della piattaforma..... | 15 |
| 2.1.8. | RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI E RETTILI MARINI..... | 16 |
| 2.2. | ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI | 17 |
| 2.2.1. | INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA | 17 |
| 2.2.2. | INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI | 25 |
| 2.2.3. | INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI | 26 |
| 2.2.4. | INQUINANTI E BIOMARKER IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i> | 26 |
| 2.2.5. | INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA..... | 26 |
| 2.2.6. | INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO..... | 30 |
| 2.2.6.1 | Campionamenti di pesca | 30 |
| 2.2.6.2 | Investigazioni acustiche | 31 |
| 2.2.6.3 | Indagini video in prossimità della piattaforma..... | 34 |
| 3. | RISULTATI..... | 35 |
| 3.1. | CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA | 35 |
| 3.1.1. | TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA | 35 |
| 3.1.2. | NUTRIENTI..... | 38 |
| 3.1.3. | PIGMENTI CLOROFILLIANI | 41 |
| 3.1.4. | IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX | 44 |
| 3.1.5. | GLICOLE ETILENICO..... | 45 |
| 3.1.6. | METALLI PESANTI..... | 46 |
| 3.2. | MISURE CORRENTOMETRICHE..... | 49 |
| 3.3. | INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA..... | 53 |
| 3.3.1. | DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P) | 53 |
| 3.3.2. | AFFINITÀ BIOCENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE | 63 |
| 3.3.3. | DOMINANZA | 63 |
| 3.3.4. | RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S) | 65 |
| 3.3.5. | RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S_M) | 65 |
| 3.3.6. | DIVERSITÀ SPECIFICA (H') | 66 |
| 3.3.7. | MUTIDIMENSIONAL SCALING (MDS) | 67 |
| 3.3.8. | VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE | 68 |
| 3.3.8.1 | Indice W di Clarke | 68 |
| 3.3.8.2 | Indice AMBI..... | 69 |
| 3.3.8.3 | Indice BENTIX | 70 |



| | | |
|------------|---|-----|
| | 3.3.8.4 Stato ecologico | 70 |
| 3.4. | INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO..... | 72 |
| 3.4.1. | CAMPIONAMENTI DI PESCA | 72 |
| 3.4.1.1 | Ricchezza specifica (S) e diversità specifica (H') | 72 |
| 3.4.1.2 | Rendimenti di pesca e composizione delle catture | 75 |
| 3.4.1.3 | Affinità delle specie catturate con i substrati duri | 77 |
| 3.4.2. | INVESTIGAZIONI ACUSTICHE | 78 |
| 3.4.3. | INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA..... | 87 |
| 3.5. | RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI E RETTILI MARINI..... | 89 |
| 4. | CONCLUSIONI..... | 90 |
| 5. | BIBLIOGRAFIA | 97 |
| ALLEGATO A | Strumentazione utilizzata nelle indagini..... | i |
| | - ALL. A1 Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua | ii |
| | - ALL. A2 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti | xi |
| | - ALL. A3 Indagini sulla comunità bentonica | xii |
| | - ALL. A4 Indagini sul popolamento ittico | xv |

1. INTRODUZIONE

In riferimento al Decreto n. 0000227 del 17/09/2014 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. - UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Clara NW della condotta sottomarina collegante tale piattaforma alla già esistente Calipso. Tale monitoraggio a partire dal 2019 è stato condotto dal RTI costituito dal CNR-IRBIM (Mandatario) e dai Mandanti CIBM di Livorno, SZN di Napoli, OGS di Trieste, CONISMA, UNIVPM e AGROLAB Ambiente srl di Carrara.

Clara NW è installata in Adriatico centrale, a circa 45 km in direzione Est dalla costa marchigiana al largo di Ancona su un fondale siltoso di circa 75 m. La condotta collegante le piattaforme Clara NW e Calipso si estende per circa 13 km in direzione ESE-WNW e ricade nella stessa fascia sedimentologica di Clara NW.

L’area in cui sono poste le strutture è particolarmente interessante dal punto di vista idrodinamico in quanto, trovandosi sulla mid-line, non è influenzata in maniera consistente dalla circolazione generale dell’Adriatico (verso Nord nel versante croato e verso Sud in quello italiano). Tuttavia, in alcuni periodi dell’anno può essere soggetta a un maggiore idrodinamismo dovuto al passaggio sul fondo di acque dense formatesi nel Nord Adriatico durante la stagione invernale con proprietà chimico-fisiche differenti da quelle presenti in zona e che possono modificare le caratteristiche biogeochimiche e la distribuzione spaziale dei sedimenti. La parte più superficiale, vista l’ubicazione della piattaforma, può essere interessata da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti nella parte più superficiale della colonna d’acqua (10-20 m). Sulla base di tali considerazioni e delle esperienze condotte e/o tuttora in corso dal CNR-IRBIM presso analoghe strutture situate in Adriatico centrale e settentrionale (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017a; Spagnolo *et al.*, 2020a; 2021a; 2021b) e delle prescrizioni dell’ARPAM, per quanto concerne la piattaforma si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d’acqua (correnti, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, sali nutritivi, fluorescenza, inquinanti, ecc.);

2. caratteristiche delle comunità fito- e zooplanctoniche (come da indicazioni ARPAM del 06/02/2015, Prot. 003920);
3. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante;
4. ecotossicologia dei sedimenti circostanti;
5. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti;
6. analisi di inquinanti in organismi marini (*Hediste diversicolor*);
7. analisi di inquinanti e di biomarkers in organismi marini insediati sulle parti sommerse della piattaforma (*Mytilus galloprovincialis*);
8. evoluzione del popolamento ittico;
9. rilevamento del passaggio di cetacei.

Il monitoraggio comprende le seguenti fasi (Tab. 1-I):

- a. Fase precedente alla posa in opera della struttura;
- b. Fase di installazione della piattaforma e perforazione dei pozzi: le indagini ai punti 1) e 2) dell'elenco sopra riportato sono state condotte su base bimestrale per tutta la durata della fase: le indagini di cui ai punti 3-6 sono state effettuate nel corso di un survey. Il rilevamento del passaggio di cetacei è avvenuto mediante operatori MMO.
- c. Fase di produzione: le indagini previste al punto 1 verranno effettuate per tutta la durata dell'esercizio dell'impianto mediante campionamenti bimestrali. Le indagini di cui al punto 2 non sono previste in questa fase. Le indagini indicate nei punti 3-9 verranno condotte per 5 anni dalla fine dei lavori di installazione delle strutture e perforazione dei pozzi. Per le indagini sedimentologiche, ecotossicologiche, sulla comunità bentonica e la ricerca di inquinanti e biomarkers in organismi marini si effettuano survey stagionali (inverno ed estate). I campionamenti per lo studio della comunità ittica sono mensili, mentre l'osservazione di mammiferi marini viene effettuata mediante 3 campionamenti/mese.
- d. Fase di fine produzione:
 1. pre-smantellamento: verranno condotte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8; eccetto lo studio della comunità ittica si prevede un survey per ogni tipologia di indagini che verrà effettuato subito prima dell'inizio dei lavori di smantellamento. Per la comunità ittica verranno condotti 3 survey;
 2. smantellamento: in questa fase verranno condotte le indagini di cui ai punti 1, 3-5 e 8; si prevede come minimo n. 1 survey che potrà essere ripetuto in funzione

della durata dei lavori;

3. post-smantellamento: tutte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8 verranno condotte per un periodo di 3 anni dallo smantellamento della piattaforma. Quelle riguardanti i sedimenti e la comunità bentonica si svolgeranno in inverno e/o estate, il popolamento ittico verrà invece investigato mensilmente. Le indagini riguardanti la colonna d'acqua (punto 1) avranno la durata di 1 anno e si svolgeranno con cadenza bimestrale.

Per le fasi a) e b) sono stati previsti monitoraggi semplificati rispetto a quelli successivi l'installazione a causa dell'assenza fisica della struttura (pre-survey) e di problemi tecnici e di sicurezza legati alla presenza dei mezzi di lavoro (fase di installazione).

Per quanto concerne la fase d), data la lunga durata della fase di produzione di una piattaforma, si precisa che le modalità di monitoraggio e le indagini sono state redatte sulla base delle esperienze maturate sino ad oggi, ma è verosimile che nel tempo gli approcci metodologici riguardanti sia la dismissione delle strutture che le metodiche di monitoraggio ambientale si evolveranno. Pertanto il piano proposto potrebbe necessitare di modifiche sulla base delle nuove conoscenze acquisite.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati conseguiti per la piattaforma Clara NW nel 1° semestre del 5° anno post lavori di installazione (2020), ovvero l'ultimo previsto per le indagini complete nella fase di esercizio della piattaforma (vedi Tab. 1-I).

E' da specificare che il 1° semestre 2020 è stato interessato dall'emergenza determinata dalla pandemia da COVID-19 e che dal 9 marzo 2020 tutte le attività in campo, di laboratorio e di ufficio sono state improvvisamente sospese a causa del lockdown nazionale. Pertanto, non è stato possibile completare i campionamenti in mare né eseguire le analisi di laboratorio per molti degli aspetti da indagare, come specificato nei relativi capitoli a seguire. Tutte le indagini per le quali non si sono potuti ottenere risultati utili sono state ripetute nel 1° semestre 2021. In Tab. 1-II sono riportate le indagini eseguite, quelle ritenute valide e quelle ripetute nel 1° semestre 2021.

Tab. 1-I – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale presso la piattaforma Clara NW. In verde le fasi di monitoraggio concluse; in giallo quelle ancora in corso.

| Fase | Comparti d'indagine | Piattaforma Clara NW |
|----------------------------|--|--------------------------------|
| Ante operam | Colonna acqua | 1-3 survey |
| | Comunità planctoniche | 1-3 survey |
| | Sedimenti | 1 survey |
| | Ecotossicologia dei sedimenti | 1 survey |
| | Comunità bentonica | 1 survey |
| | Rilevamento cetacei | 3-5 survey |
| Cantiere | Colonna acqua | Per tutta la durata della fase |
| | Comunità planctoniche | Per tutta la durata della fase |
| | Sedimenti | Per tutta la durata della fase |
| | Ecotossicologia dei sedimenti | Per tutta la durata della fase |
| | Comunità bentonica | Per tutta la durata della fase |
| | Rilevamento cetacei | * |
| Esercizio | Correntometria | Per tutta la durata della fase |
| | Colonna acqua | Per tutta la durata della fase |
| | Sedimenti | 5 anni |
| | Ecotossicologia dei sedimenti | 5 anni |
| | Comunità bentonica | 5 anni |
| | Comunità ittica | 5 anni |
| | Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini | 5 anni |
| | Rilevamento cetacei | 5 anni |
| Pre smantellamento | Colonna d'acqua | ** |
| | Sedimenti | 1 survey |
| | Ecotossicologia dei sedimenti | 1 survey |
| | Comunità bentonica | 1 survey |
| | Comunità ittica | 3 survey |
| | Rilevamento cetacei | Ad ogni occasione |
| Smantellamento | Colonna acqua | Per tutta la durata della fase |
| | Sedimenti | Per tutta la durata della fase |
| | Ecotossicologia dei sedimenti | Per tutta la durata della fase |
| | Comunità bentonica | Per tutta la durata della fase |
| | Rilevamento cetacei | Ad ogni occasione |
| Post smantellamento | Colonna acqua | 1 anno |
| | Sedimenti | 3 anni |
| | Ecotossicologia dei sedimenti | 3 anni |
| | Comunità bentonica | 3 anni |
| | Comunità ittica | 3 anni |
| | Rilevamento cetacei | Ad ogni occasione |

* Monitoraggio in continuo da parte di operatori MMO (rif. DM punto A.7-a)

** Incluso nella fase di Esercizio

Tab. 1-II – Indagini eseguite nel 1° semestre 2020, quelle ritenute valide e quelle non eseguite o non valide e pertanto ripetute nel 1° semestre 2021. In verde le indagini svolte nel 1° semestre 2020 ritenute valide.

| Comparti | 1° semestre 2020 | | 1° semestre 2021 |
|---|---|---------------------------|---|
| | Campionamento | Analisi | Campionamento da recuperare |
| Colonna d'acqua | Effettuato n. 1 survey dei 3 previsti | valide | Già previsto il proseguo delle indagini |
| Correntometria | Correntometro posizionato e operativo | valide | Già previsto il proseguo delle indagini |
| Prelievo di organismi sentinella (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) | Non effettuato | - | sì |
| Sedimenti | Prelievi in 20 stazioni (non campionate le 4 stazioni a <5 m dalla piattaforma) | campioni non utilizzabili | sì |
| Ecotossicologia, bioaccumulo e biomarker in <i>Hediste diversicolor</i> | Prelievi in 12 stazioni (non campionate le 4 stazioni a <5 m dalla piattaforma) | campioni non utilizzabili | sì |
| Comunità bentonica | Prelievi in 20 stazioni (non campionate le 4 stazioni a <5 m dalla piattaforma) | valide | no |
| Comunità ittica (campionamenti di pesca) | Effettuati n. 3 campionamenti dei 6 previsti | valide | no |
| Comunità ittica (rilevamenti acustici e visivi) | Effettuati n. 3 campionamenti dei 6 previsti | valide | no |
| Avvistamenti di cetacei e rettili marini | Effettuati n. 12 survey (3 survey/mese per 4 mesi) dei 18 previsti | valide | no |

2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Clara NW è ubicata a circa 45 km al largo di Ancona a una profondità di circa 75 m (fig. 2.1). Le coordinate del punto in cui è avvenuta l'installazione della struttura sono riportate in Tab. 2-I.

I lavori di messa in opera sono iniziati nel maggio 2015 e sono terminati a fine dicembre dello stesso anno.

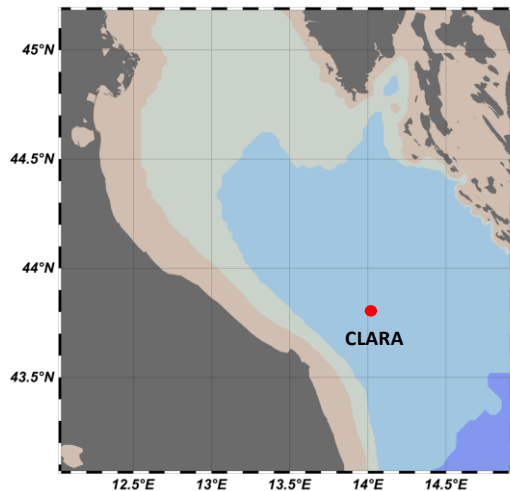


Fig. 2.1 - Ubicazione della piattaforma Clara NW.

Tab. 2-I – Coordinate geografiche del punto in cui è stata installata la piattaforma Clara NW.

| Sito | Coordinate Geografiche |
|----------------------|-------------------------------------|
| Piattaforma Clara NW | 43° 48' 07,723''N 14° 01' 23,862''E |

2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

2.1.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Per lo studio delle caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua nel primo semestre del 5° anno di produzione (2020) a causa dell'emergenza COVID-19 è stato possibile effettuare solo una campagna nel mese di febbraio.

Il campionamento, come da disciplinare tecnico, è stato condotto in 8 stazioni disposte a croce lungo le direttrici NW-SE e NE-SW e aventi come punto di intersezione la piattaforma, di cui 4 poste entro un raggio di 100 m dalla piattaforma stessa e 4 a una distanza di circa 2000 m da essa (fig. 2.1; Tab. 2-I).

In tutte le stazioni sono stati misurati parametri in continuo mediante una sonda

multiparametrica SEA-BIRD modello SBE 911plus CTD (All. A1-I) che, in aggiunta ai sensori standard di pressione, temperatura e conducibilità, è stata equipaggiata con un sensore di ossigeno SBE43 per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto, ed un fluorimetro/turbidimetro WET-Labs ECO FLNTURTD per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a* e per la determinazione simultanea del particolato sospeso (TSM), attraverso misure di retrodiffusione (backscattering). Completa la dotazione un altimetro Teledyne Benthos PSA-916, per l'utilizzo in sicurezza della sonda in prossimità del fondale. La sonda è stata sottoposta a calibrazione presso il laboratorio del Centro di Taratura e Metrologia Oceanografica (CTMO) dell'OGS per i parametri di temperatura e conducibilità prima di iniziare il monitoraggio. Ulteriori calibrazioni sono previste ogni 4 mesi di attività. I sensori di ossigeno disciolto, fluorescenza e torbidità sono stati calibrati con i campioni raccolti *in situ* durante ogni campagna e analizzati rispettivamente per il contenuto di ossigeno disciolto (metodo Winkler), di pigmenti clorofilliani (Chl, metodo HPLC) e per il contenuto di materiale particolato totale (TSM, metodo gravimetrico). La sonda ha una frequenza di acquisizione di 24 serie di dati al secondo (24 Hz).

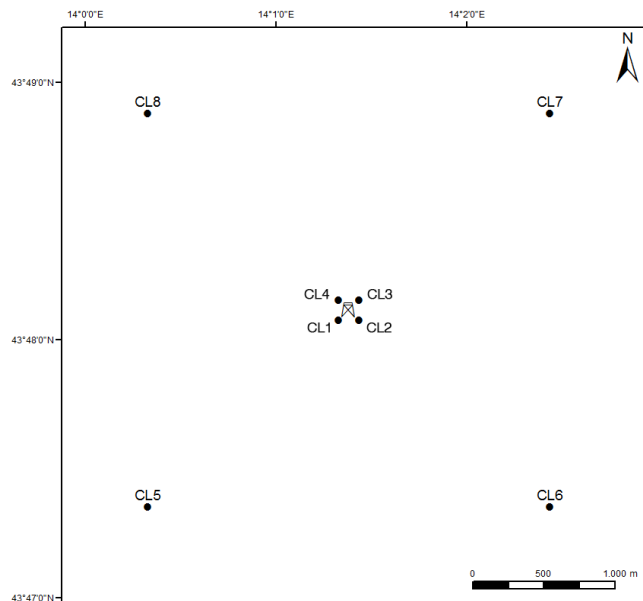


Fig. 2.2 - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma per le indagini idrologiche.

Tab. 2-II - Coordinate geografiche dei siti di campionamento utilizzati per le indagini idrologiche.

| Nome Stazione | Distanza da Clara NW (m) | Posizione rispetto alla piattaforma | Coordinate geografiche |
|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| CL1 | 100 | SW | 43° 48' 05"N 14° 10' 21"E |
| CL2 | 100 | SE | 43° 48' 05"N 14° 10' 27"E |
| CL3 | 100 | NE | 43° 48' 10"N 14° 10' 27"E |
| CL4 | 100 | NW | 43° 48' 10"N 14° 10' 21"E |
| CL5 | 2000 | SW | 43° 47' 21"N 14° 00' 21"E |
| CL6 | 2000 | SE | 43° 47' 22"N 14° 20' 28"E |
| CL7 | 2000 | NE | 43° 48' 54"N 14° 20' 26"E |
| CL8 | 2000 | NW | 43° 48' 53"N 14° 00' 20"E |

Lungo la colonna d'acqua sono stati registrati i seguenti parametri:

- profondità (pressione);
- temperatura;
- conducibilità (da cui si ricava la salinità);
- ossigeno disciolto;
- fluorescenza;
- torbidità (Backscatterometro)
- trasmissione della luce (Backscatterometro)

Per ogni stazione del piano di campionamento sono stati effettuati profili verticali mediante sonda Sea-Bird Electronics mod. SBE9 plus. Sono stati inoltre prelevati campioni di acqua a 4 quote (superficie, -20 m, -40 m e fondo), mediante campionatore mod. SBE32 Carousel Water Sampler ("rosette"), equipaggiato con bottiglie OceanTest Equipment, mod. 110B, da 5 l (All. A1-I). Sui campioni prelevati sono stati misurati i seguenti parametri:

- ossigeno disciolto tramite metodo Winkler;
- azoto inorganico come Ammoniaca, Nitriti e Nitrati;
- fosforo inorganico disciolto come Ortofosfato;
- silicio inorganico disciolto come Ortosilicato;
- carico solido totale come peso secco;
- concentrazione di pigmenti clorofilliani;
- Idrocarburi totali;
- Idrocarburi alifatici (IA);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Solventi organici aromatici (BTEX);
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);

- glicole etilenico.

Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti in luogo fresco e al buio fino al momento delle analisi. I campioni dei nutrienti e i filtri per i solidi sospesi e per i pigmenti clorofilliani sono stati conservati a -20°C fino al momento dell'analisi.

2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

E' stato posizionato un ormeggio correntometrico in prossimità di Clara NW (coordinate dell'ormeggio: 43°48,150'N, 14°01,436'E) a circa 75 m di profondità. Tale ormeggio era costituito da un correntometro acustico Teledyne RDI (All. A1-II) del peso in acqua di circa 13 kg, da tre boe di spinta in materiale plastico con spinta positiva di circa 20 kg ciascuna, da uno sganciatore acustico Edge Tech e da una zavorra di ferro a perdere di circa 110 kg. Tale strumento è stato periodicamente controllato e i dati sono stati scaricati. Il correntometro acustico (ADCP), oltre a registrare la direzione e la velocità della corrente nei vari strati, misura la temperatura e la pressione nel luogo in cui è posizionato. La sua accuratezza è di circa 0,3 cm/s e la risoluzione di 0,1 cm/s. Il correntometro è stato settato per effettuare registrazioni ogni ora in 21 celle da 4 m, coprendo in questo modo gran parte della colonna d'acqua. Sono stati registrati dati per l'intero semestre, dal 01 gennaio al 30 giugno 2020.

2.1.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Nel 1° semestre 2020 è stato condotto il 9° survey post lavori di installazione. Come precedentemente i prelievi hanno interessato un'area di circa 2000x2000 m all'interno della quale sono state posizionate 20 stazioni lungo due transetti ortogonali tra loro e aventi come punto di intersezione la piattaforma stessa (fig. 2.3).

Il primo transetto (transetto A) è orientato da NW verso SE e il secondo (transetto B) da NE verso SW, ortogonalmente alla linea di costa. Le stazioni sono poste a distanze crescenti dalla struttura (<5 m, 30 m, 60 m, 120 m, 250 m). Sono campionati anche 4 siti di controllo posizionati in modo random all'interno di aree (500x500 m) situate a circa 2000 m dalla struttura. A causa dell'emergenza COVID-19, giunta nel corso del campionamento, non è stato possibile effettuare i prelievi presso le 4 stazioni posizionate entro 5 m dalla piattaforma.

In Tab. 2-III sono riportate la distanza dal punto "Clara NW", la posizione geografica e la

profondità di ciascuna stazione campionata nell'inverno 2020.

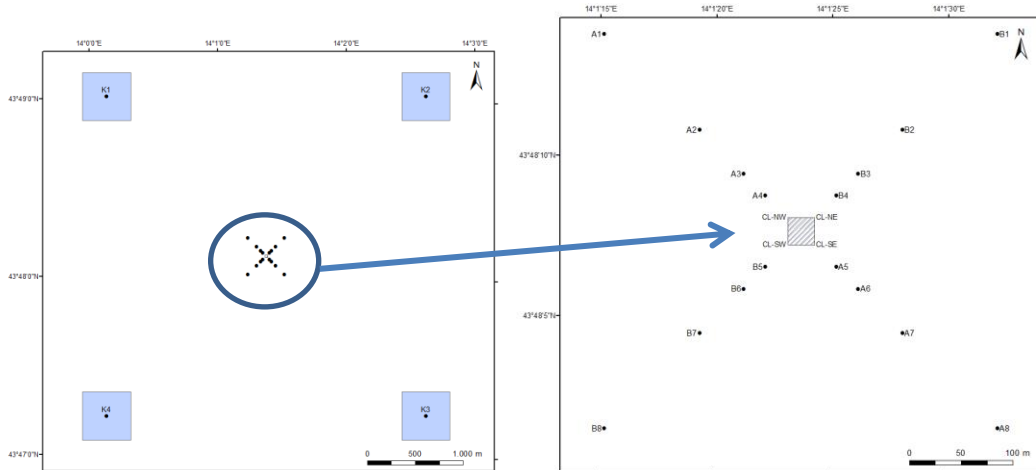


Fig. 2.3 - Schema di campionamento utilizzato per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Clara NW, con il particolare dei 20 siti attorno alla piattaforma.

Tab. 2-III - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 9° survey post lavori di installazione per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. Non è stato possibile campionare le stazioni in corrispondenza di Clara NW a causa dell'emergenza COVID-19.

| | Distanza dal sito Bonaccia NW (m) | Posizione rispetto alla piattaforma | Coordinate geografiche | Profondità (m) |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------|
| A1 | 250 | NW | 43°48'273N 14°01'227E | 74,8 |
| A2 | 120 | NW | 43°48'241N 14°01'306E | 74,7 |
| A3 | 60 | NW | 43°48'217N 14°01'332E | 74,8 |
| A4 | 30 | NW | 43°48'195N 14°01'340E | 74,9 |
| CL NW | 0 | NW | | |
| CL SE | 0 | SE | | |
| A5 | 30 | SE | 43°48'157N 14°01'422E | 74,9 |
| A6 | 60 | SE | 43°48'137N 14°01'455E | 75,0 |
| A7 | 120 | SE | 43°48'108N 14°01'498E | 74,9 |
| A8 | 250 | SE | 43°48'062N 14°01'576E | 74,8 |
| B1 | 250 | NE | 43°48'294N 14°01'546E | 75,0 |
| B2 | 120 | NE | 43°48'228N 14°01'479E | 74,7 |
| B3 | 60 | NE | 43°48'250N 14°01'463E | 75,0 |
| B4 | 30 | NE | 43°48'220N 14°01'414E | 75,0 |
| CL NE | 0 | NE | | |
| CL SW | 0 | SW | | |
| B5 | 30 | SW | 43°48'167N 14°01'363E | 74,9 |
| B6 | 60 | SW | 43°48'139N 14°01'345E | 74,7 |
| B7 | 120 | SW | 43°48'100N 14°01'324E | 74,6 |
| B8 | 250 | SW | 43°48'016N 14°01'275E | 75,1 |
| K1 | 2000 | NW | 43°49'050N 14°00'387E | 75,4 |
| K2 | 2000 | NE | 43°48'896N 14°02'569E | 75,6 |
| K3 | 2000 | SE | 43°47'332N 14°02'384E | 75,7 |
| K4 | 2000 | SW | 43°47'234N 14°00'693E | 75,6 |

Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.4; All. A2-I).

In situ sono stati rilevati i seguenti parametri:

- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie, concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura;

Da ciascun campione, dopo la descrizione degli aspetti sopra elencati, sono state prelevate porzioni di sedimento ripartite in due aliquote per le seguenti analisi:

- granulometria;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Idrocarburi totali;
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- sostanza organica totale;
- Total Organic Carbon (TOC).

I campioni sono stati congelati e conservati a -18°C ad eccezione di quelli utilizzati per la granulometria, mantenuti a $+4^{\circ}\text{C}$.

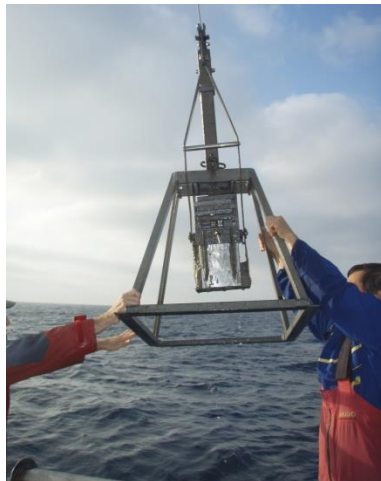


Fig. 2.4 – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti.

Indagini sulle comunità bentoniche - Tutte le stazioni sono state campionate mediante una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 12 L e un'apertura di $0,095\text{ m}^2$ (fig. 2.5;

All. A3-I). Presso ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (All. A3-II) e fissati in formaldeide diluita in acqua di mare al 5%.



Fig. 2.5 – Benna Van Veen utilizzata per le indagini sulla comunità bentonica.

2.1.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

I campioni sono stati prelevati dai 4 siti posti a 30 m dalla piattaforma, da quelli a 60 m e dai 4 controlli (fig. 2.3). A causa dell'emergenza COVID-19, giunta nel corso del campionamento, non è stato possibile prelevare campioni presso le 4 stazioni posizionate entro 5 m dalla piattaforma.

I campioni di sedimento sono stati raccolti mediante benna Van-Veen in aliquote adeguate per lo svolgimento dei seguenti saggi ecotossicologici:

- *Dunaliella tertiolecta* (accrescimento);
- *Vibrio fischeri* (variazione della bioluminescenza);
- *Corophium orientale* (mortalità dopo 10 giorni);
- *Crassostrea gigas* (embriotossicità).

Dal campione di sedimento è stata prelevata solo la porzione superficiale (5-10 cm) eliminando lo strato di fango venuto a contatto con le pareti della benna, al fine di evitare eventuali contaminazioni. Il materiale così ottenuto è stato posto in recipienti puliti e conservato a circa 5°C.

2.1.5. INQUINANTI E BIOMARKER IN *HEDISTE DIVERSICOLOR*

Nelle medesime stazioni di campionamento utilizzate per i saggi biologici sono stati prelevati campioni di sedimento per le prove di bioaccumulo di metalli pesanti e per lo studio di biomarker su esemplari di *Hediste diversicolor*. Tali campioni sono stati trattati con le stesse modalità descritte nel Capitolo precedente.

2.1.6. INQUINANTI E BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI SOMMERSE DELLA PIATTAFORMA

Nel 1° semestre 2020 a causa dell'emergenza COVID-19, giunta nel corso del campionamento, non è stato possibile effettuare i prelievi di mitili dalle parti sommerse della piattaforma.

2.1.7. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

Nel 1° semestre 2020 sono stati condotti solo 3 dei 6 campionamenti previsti. Infatti non è stato possibile effettuare le indagini a gennaio a causa delle condizioni meteo-marine avverse e nei mesi di marzo ed aprile a causa dell'emergenza COVID-19.

2.1.7.1 Campionamenti di pesca

Le indagini sono state svolte sia nei pressi della piattaforma Clara NW (entro un raggio di 50 m dalla struttura), sia in due aree di controllo prive di substrati duri naturali o artificiali, situate sulla stessa batimetria della struttura e a una distanza di circa 1800 m, in modo da non essere influenzate dalla sua presenza. I campionamenti presso le due aree di controllo sono stati condotti in due dei quattro quadranti (NW, NE, SW e SE) intorno alla piattaforma, scelti in maniera casuale ad ogni campionamento (fig. 2.6).

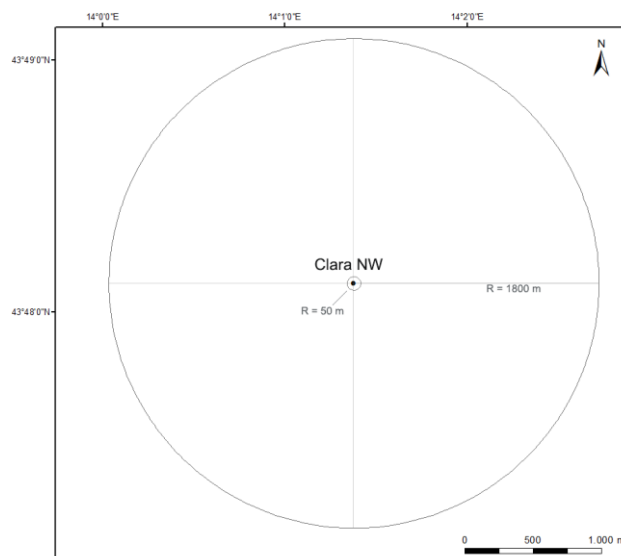


Fig. 2.6 - Schema di campionamento per le indagini sulla comunità ittica mediante campionamenti di pesca.

Lo strumento utilizzato è una rete da posta tipo “tremaglio” le cui caratteristiche tecniche sono riportate in All. 4-I.

La rete veniva calata al tramonto e salpata all'alba del giorno seguente, per una permanenza in mare di circa 12 h. I campionamenti sono stati effettuati contemporaneamente nei tre siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteo-marine.

2.1.7.2 Investigazioni acustiche

Le investigazioni acustiche sono condotte contemporaneamente ai campionamenti di pesca. E' stato utilizzato il sistema multibeam echosounder (MBES) Kongsberg EM2040CD (All. A4-II) ad alta risoluzione che lavora a frequenze variabili che possono essere scelte dall'utente in un range che va da 200 a 400 kHz modulabili di 10 in 10. Il sistema, oltre alla completa mappatura del fondale marino, è in grado di acquisire dati acustici riguardanti la colonna d'acqua (fig. 2.7) restituendo dati geometrici e morfologici di eventuali aggregazioni di pesce e/o altri riflettori presenti lungo la colonna stessa e relative immagini tridimensionali.

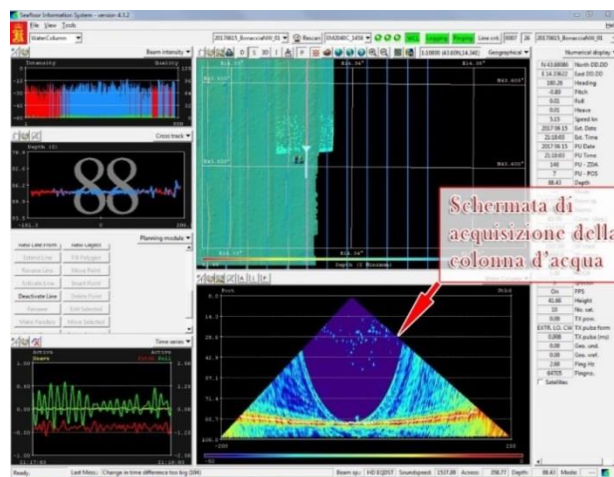


Fig. 2.7 - Schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM2040CD. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua.

La fig. 2.8 illustra lo schema di campionamento adottato durante i survey che è consistito in 10 transetti, di interasse pari a 170 m circa. L'area investigata è centrata sulla piattaforma e ha dimensioni 1500x1500 m. Negli schemi planari di campionamento dei vari mesi si evidenzia un'area circolare di raggio 300 m dalla piattaforma in quanto, da

studi effettuati (Scarcella *et al.*, 2011), si è potuto determinare che tale è l'area di influenza della struttura in ambiente naturale: la circonferenza in planimetria definisce una colonna d'acqua cilindrica entro la quale si può apprezzare la variazione di popolazione ittica nel tempo e relazionarla all'esistenza della struttura.

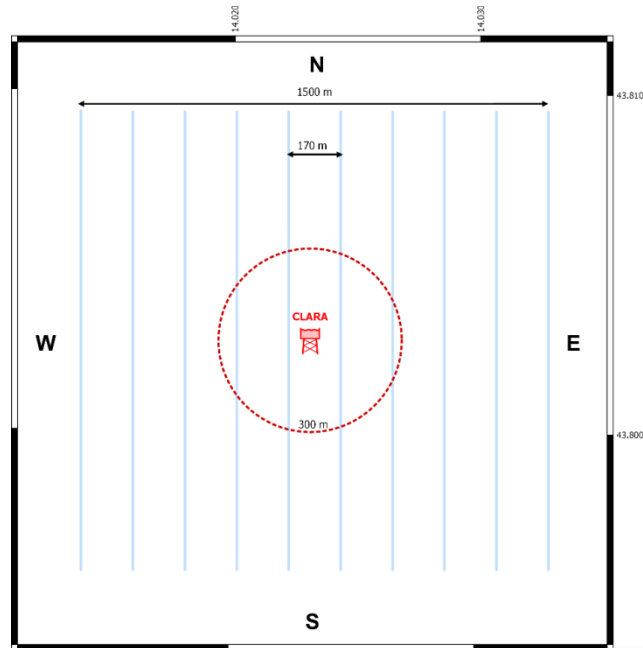


Fig. 2.8 - Schema di campionamento adottato durante i survey effettuati con MBES. Al centro il simbolo della piattaforma e il limite dei 300 m (in rosso).

E' stato campionato digitalmente un totale di 800 beam acustici, creando un'immagine della porzione di massa d'acqua insonificata dal trasduttore. Considerando una profondità media di circa 76 m e un angolo di apertura del cono acustico di 160° in totale, è stato possibile investigare circa 360 m di areale per ogni transetto effettuato.

Tutti i campionamenti sono stati eseguiti nello stesso arco temporale della giornata (dalle 11:00 alle 16:00 circa), con condizioni di mare da calmo a poco mosso.

2.1.7.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

Durante i survey con MBES sono state realizzate riprese con telecamera subacquea Quasi Stellar Color (All. 4-IV) che consente la visione diurna a colori del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità (≥ 200 m), con intensità di appena 2 millesimi di lux. Le registrazioni sono state effettuate immergendo la telecamera in prossimità della piattaforma a vari step di profondità, controllando contemporaneamente le registrazioni dal monitor del notebook ad essa collegato: in tal modo si sono acquisiti

filmati sulle aggregazioni rilevate ed è stata individuata la quota a cui sono state riscontrate nella colonna d'acqua.

2.1.8. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI E RETTILI MARINI

Gli avvistamenti di cetacei attorno alla piattaforma sono stati effettuati in un'area di circa 1 mn² avente al centro il punto Clara NW. All'interno di tale area sono stati tracciati dei transetti distanti circa 500 m l'uno dall'altro e percorsi a una velocità media di 5 nodi (fig. 2.9). Durante il survey due operatori osservavano simultaneamente l'eventuale presenza di cetacei registrandola sul quaderno di campo annotando l'ora, il numero degli esemplari, la loro posizione rispetto alla piattaforma e, ove possibile, la specie. Tali survey sono stati condotti sia nel corso delle campagne di campionamento della colonna d'acqua, dei sedimenti e delle comunità bentonica e ittica, sia durante apposite crociere. Nel semestre sono stati effettuati 3 avvistamenti/mese eccetto a marzo e aprile a causa dell'emergenza COVID-19.

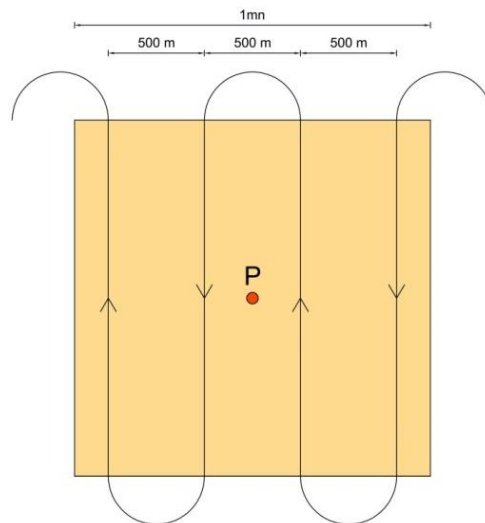


Fig. 2.9 - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei nell'area interessata dalla presenza della piattaforma Clara NW. P = piattaforma.

2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

2.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Per l'acquisizione e la successiva elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite la sonda CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice, seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988); le grandezze derivate, come salinità e anomalia di densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983).

Per le elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher TM Golden Software, Inc., (Vers. 10.5.1011) e il software Ocean Data View (© 2016 Schlitzer - Vers: 4.7.6. – 64bit).

I campioni di acqua raccolti sono stati analizzati in laboratorio per valutare il contenuto dei sali nutritivi disciolti (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati), dell'ossigeno disciolto, dei solidi totali sospesi (TSM: Total Suspended Matter) e della concentrazione di pigmenti clorofilliani. Sono stati inoltre ricercati gli inquinanti elencati nel Cap. 2.1.1.

Ossigeno disciolto - La misura della concentrazione di ossigeno disciolto è stata effettuata mediante titolazione iodometrica secondo il metodo di Winkler (Carpenter, 1965), descritto da Saggiomo *et al.* (2010). Aliquote di acqua (60 ml circa) sono state fissate aggiungendo in rapida successione 0,3 ml di una soluzione di cloruro di manganese e 0,3 ml di una soluzione basica di ioduro di potassio. In tali condizioni, l'ossigeno presente ossida il manganese (II) a Mn (III) e Mn (IV) che precipita come ossido idrato. I campioni fissati sono stati conservati al buio a temperatura ambiente, per un tempo non superiore a 4 h. Al momento della titolazione, 0,5 ml di acido solforico sono stati introdotti nel campione. In un ambiente così acidificato, lo ioduro, ossidato dal manganese a iodio elementare, è complessato dallo ioduro in eccesso per formare I_3^- . Lo ione complesso I_3^- è stato titolato con una soluzione di sodio tiosolfato (0,01M), precedentemente standardizzata. La concentrazione del tiosolfato è stata standardizzata con una soluzione standard di iodato di potassio fornita da OSIL (Ocean Scientific International Ltd, United Kingdom). La titolazione potenziometrica automatica è stata effettuata con titolatore Mettler Toledo T50 compact (All. A1-III); la concentrazione di ossigeno disciolto è stata espressa in $ml\ l^{-1}$. I risultati delle analisi di ossigeno disciolto effettuate sono stati utilizzati per calibrare i valori misurati dal sensore SBE 43 installato sulla sonda SBE 911plus CTD.

Sali nutritivi - Per la determinazione dei nutrienti inorganici (nitriti, nitrati, ammonio,

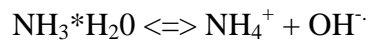
ortofosfati e silicati), i campioni d'acqua di mare sono stati filtrati a bordo, su filtri in fibra di vetro (Watman GF/F, porosità nominale 0,7 µm), precombusti a 450°C per 4 h, raccolti in contenitori in polietilene (pre-trattati con acido cloridrico 1M) e conservati a -20°C fino al momento dell'analisi.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite per via colorimetrica, a temperatura ambiente, con un analizzatore a flusso continuo a quattro canali 'Quattro, Seal Analytical' (All. A1-IV), seguendo le metodologie di Hansen e Koroleff (1999).

La concentrazione dei nitriti (NO₂) è stata determinata attraverso una reazione di diazocopolazione che produce un composto azotato rosso-violaceo, letto a 520 nm.

I nitrati (NO₃) sono stati ridotti a nitriti su colonna di cadmio e determinati seguendo il metodo descritto per i nitriti.

L'azoto ammoniacale è stato determinato in base alla reazione di Berthelot modificata usando salicilato e dicloroisocianurato, dalla quale si forma un complesso colorato blu-verde, misurato a 660 nm. Nell'acqua marina l'ammoniaca è in equilibrio con l'ammonio in base al seguente equilibrio:



Determinando la forma ammoniacale con questo metodo si determina l'azoto totale, presente sia come ammonio che come ammoniacale.

L'equilibrio tra l'ammoniaca (NH₃) e l'ammonio (NH₄⁺) in soluzioni acquose è funzione della temperatura, del pH e della forza ionica della soluzione (Whitfield, 1974; Khoo *et al.*, 1977). Al pH tipico dell'acqua marina di 8,2, con salinità di 37 e temperatura di 25°C la forma prevalente (95%) è l'ammonio (NH₄⁺) e solo il 5% si trova come ammoniacale (NH₃). A una temperatura di 10°C il contributo dell'ammoniaca si riduce al 2%. Per questo motivo nei risultati ci si riferisce all'azoto ammoniacale con ammonio (NH₄).

Il fosforo reattivo (PO₄) è stato determinato come ortofosfato in base alla formazione di un complesso fosfomolibdico di colore blu che viene misurato a 880 nm.

I silicati (Si(OH)₄) sono stati determinati, in base alla riduzione (in ambiente acido) del silicomolibdato a blu di molibdeno che viene misurato a 820 nm.

I limiti di rilevabilità sono:

- NO₂: 0,01 µM
- NO₃: 0,02 µM
- NH₄: 0,02 µM

- PO₄: 0,01 µM
- Si(OH)₄: 0,02 µM

La qualità dei risultati è garantita dalla partecipazione semestrale ad esercizi di intercalibrazione internazionali (Quasimeme Laboratory Performance Study).

Pigmenti clorofilliani - I campioni per la determinazione delle diverse clorofille sono stati prelevati mediante bottiglie idrologiche e filtrati a bordo, su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), immediatamente dopo il prelievo, in quantità variabile tra 3 e 4 L, in relazione alla concentrazione del particolato microalgale. Dopo la filtrazione i filtri, posti in crio-vials, sono stati rapidamente congelati in azoto liquido fino al momento delle analisi. La filtrazione è stata effettuata per depressione dove la differenza di pressione fra la parte inferiore e quella superiore del filtro non superava -25 KPa (circa 150 mm Hg) al fine di evitare la rottura delle cellule vegetali con la conseguente perdita di pigmenti.

Le analisi delle clorofille *a*, *b* e *c* sono state effettuate secondo il metodo Vidussi *et al.* (1996) mediante HPLC (High Performance Liquid Chromatography;) Agilent 1100 series (All. A1-V) dotato di Vacuum Degasser; Quaternary Pump; Thermostatted Column Compartment; Detector DAD (photodiode array detector) e Detector Fluorescence. È stata utilizzata una colonna *Hypersil MOS-2* della *Thermo Fisher Scientific* (100 mm x 4,6 mm 3 Å µM). I dati sono stati acquisiti e archiviati tramite PC interfacciato allo strumento mediante software HP ChemStations. L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200 µl e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 1 ml/min con un gradiente binario lineare fra il solvente A (metanolo:ammonio acetato 0,5 N, 70:30 v:v) e il solvente B (metanolo puro), avente il seguente programma (minuti, %A, %B): 0, 75,25 - 1, 50,50 - 15, 0, 100 - 18,5, 0, 100 - 19, 75, 25. L'identificazione dei pigmenti è stata effettuata per confronto con standard esterni (DHI Laboratories) settando la lunghezza d'onda per la lettura a 440 nm.

I valori di clorofilla sono stati utilizzati per calibrare i dati del turbidimetro WET-Labs ECO FLNTURTD installato sulla sonda SBE 911plus CTD.

TSM (solidi sospesi totali) - I campioni d'acqua per la determinazione dei solidi sospesi totali sono stati filtrati a bordo sotto leggera depressione su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (Ø = 47 mm), pre-pesati su bilancia analitica Mettler XP6 e riposti in singoli portafiltri numerati. Per eliminare i residui salini il filtro è stato risciacquato nella fase finale della filtrazione del campione con acqua Milli-Q. Al termine della filtrazione i filtri

sono stati conservati a -20°C fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a 60°C fino a peso costante, su bilancia analitica Mettler XP6, secondo le indicazioni riportate da Strickland e Parsons (1972). Il peso dei singoli filtri combustibili è stato sottratto al peso del filtro corrispondente su cui è stato filtrato il campione. Le concentrazioni di TSM sono state espresse in mg L^{-1} . I valori di TSM sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di torbidità WET-Labs ECO FLNTURTD installato sulla sonda SBE 911plus CTD per i profili in continuo.

Per la misura di inquinanti lungo la colonna d'acqua sono state utilizzate le metodiche elencate in Tab. 2-IV.

Tab. 2-IV - Elenco degli inquinanti analizzati lungo la colonna d'acqua e metodi di analisi utilizzati.

| Parametro | Metodica | UM | LR |
|--|---|-----------------|-----------|
| Metalli | | | |
| Alluminio | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Arsenico | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Bario | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Cadmio | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Cromo totale | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Ferro | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 5 |
| Indio | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Mercurio | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,05 |
| Nichel | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Piombo | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Rame | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Vanadio | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Zinco | EPA 6020B 2014 | $\mu\text{g/l}$ | 0,1 |
| Silicio | EPA 200.7 1994 | mg/l | 0,01 |
| BTEX | | | |
| Benzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018 | $\mu\text{g/l}$ | 0,01 |
| Etilbenzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018 | $\mu\text{g/l}$ | 0,01 |
| Stirene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018 | $\mu\text{g/l}$ | 0,01 |
| Toluene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018 | $\mu\text{g/l}$ | 0,05 |
| Xilene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018 | $\mu\text{g/l}$ | 0,02 |
| ALTRE SOSTANZE | | | |
| Idrocarburi policiclici aromatici | EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018 | $\mu\text{g/l}$ | 0,001 |
| idrocarburi alifatici C10-C32 | EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007 | $\mu\text{g/l}$ | 1 |
| Idrocarburi totali (espressi come n-esano) | EPA 5021A 2014 + EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007 | $\mu\text{g/l}$ | 35 |
| Calcolo | EPA 8015D 2003 | mg/l | 2,2 |

Metalli pesanti - Eccetto il silicio, per tutti gli altri metalli stata adottata la tecnica della spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, indicata con la sigla ICP-MS. Tale tecnica sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma ICP per produrre la ionizzazione del

campione e uno spettrometro di massa separa e rileva gli ioni prodotti. La quantificazione avviene mediante confronto con retta di taratura, effettuata subito prima dell'analisi. Il campione viene acidificato con acido nitrico e caricato direttamente sullo strumento tarato. Lo strumento usato è ICP-MS Perkin Elmer Nexion 350X con Autocampionatore MASN8140044 ESI e sistema di eliminazione interferenze UCT, utilizzato in modalità KED (cella di collisione) (All. A1-VI).

Per la valutazione del silicio la base del metodo consiste nella misura delle intensità delle radiazioni elettromagnetiche emesse dagli atomi/ioni eccitati delle specie presenti nel campione, mediante tecniche spettrometriche con sorgente al plasma (ICP-OES). Il campione è trasportato nel plasma, dove, in seguito a fenomeni di eccitazione, avviene la produzione dello spettro di emissione composto dalle righe caratteristiche degli elementi presenti. Tali righe, dopo essere state separate mediante un sistema di dispersione, vengono inviate su un rivelatore (fotomoltiplicatore o a stato solido) che produce un segnale elettrico di intensità proporzionale all'intensità delle righe di emissione. Le intensità di emissione vengono rilevate, simultaneamente o in sequenza, e la concentrazione di analita presente nel campione viene determinata per confronto con una soluzione di riferimento a concentrazione nota.

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-OES 5100 SVDV, Agilent, con autocampionatore SPS4 (All. A1-VII).

Per la valutazione del silicio la base del metodo consiste nella misura delle intensità delle radiazioni elettromagnetiche emesse dagli atomi/ioni eccitati delle specie presenti nel campione, mediante tecniche spettrometriche con sorgente al plasma (ICP-OES). Il campione è trasportato nel plasma, dove, in seguito a fenomeni di eccitazione, avviene la produzione dello spettro di emissione composto dalle righe caratteristiche degli elementi presenti. Tali righe, dopo essere state separate mediante un sistema di dispersione, vengono inviate su un rivelatore (fotomoltiplicatore o a stato solido) che produce un segnale elettrico di intensità proporzionale all'intensità delle righe di emissione. Le intensità di emissione vengono rilevate, simultaneamente o in sequenza, e la concentrazione di analita presente nel campione viene determinata per confronto con una soluzione di riferimento a concentrazione nota.

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione

atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-OES 5100 SVDV, Agilent, con autocampionatore SPS4 (All. A1-VII).

Solventi organici aromatici (BTEX) - La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia accoppiata a spazio di testa dinamico ("Purge & trap") e rilevazione tramite spettrometro di massa. Il campione (campionato in vial da 40 ml con tappo in teflon priva di spazio di testa) viene caricato su autocampionatore. Il sistema Purge and Trap separa gli analiti volatili dalla fase acquosa adsorbendoli ad una trappola. Successivamente la trappola viene riscaldata permettendo il rilascio delle sostanze trattenute che vengono separate mediante gascromatografia e quantificate con spettrometro di massa. La quantificazione viene effettuata confrontando i fattori di risposta ottenuti in fase di taratura, effettuata su almeno 5 livelli.

Lo strumento utilizzato è un Agilent con autocampionatore Centurion, sistema P&T Evolution, GC 7890B, detector MS 5977A con lente Extractor. Colonna montata DB-624 (All. A1-VIII).

Idrocarburi totali - Gli idrocarburi totali, relativamente alle acque, sono da intendersi come somma delle due seguenti classi:

- a) i composti che, dopo i processi di estrazione e purificazione, sono rivelati mediante GC-FID, su colonna capillare non polare con tempi di ritenzione compresi tra quelli del n-decano (C₁₀ H₂₂) e del n-tetracontano (C₄₀ H₈₂) (frazione estraibile);
- b) i singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra n-pentano (C₅ H₁₂) e n-decano (C₁₀ H₁₂) inclusi (frazione volatile).

Analisi frazione volatile: il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una sufficientemente elevata volatilità da essere efficacemente rimossi dal campione, mediante la procedura di equilibrio in spazio di testa.

In laboratorio, parte del campione d'acqua è stato trasferito in una vial per spazio di testa a cui è stato aggiunto un modificatore di matrice. Successivamente, la vial chiusa e ben mescolata è stata posizionata nell'autocampionatore e mantenuta a temperatura ambiente. Il modificatore di matrice ha lo scopo di favorire l'equilibrio dei composti volatili all'interno con lo spazio di testa presente nella vial. Circa 15 minuti prima dell'analisi, le singole fiale verranno riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica tramite l'autocampionatore CTC. L'autocampionatore poi preleverà un ml di volume di spazio di teste tramite linea

riscaldata e lo inietterà nella colonna GC. Le analisi sono state eseguite usando un rilevatore FID (Flame Ionization Detector).

Lo strumento utilizzato è un Agilent, con autocampionatore G4513A, Piatto 7693, GC 7890A, FID. La colonna cromatografica montata è ZB-5HT (All. A1-IX).

Analisi frazione estraibile: utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 0,9 l di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 ml di n-esano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2', con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10' e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego di gascromatografo con rilevatore a fiamma (FID).

Gli idrocarburi totali sono determinati sommando le 2 componenti e moltiplicando il risultato per un fattore 1,1 fattore studiato per esprimere il dato come n-esano.

Gli idrocarburi totali sono stati calcolati tramite la regola del lower bound. In caso di addendi tutti inferiori al LOQ si applica il LOQ più alto, mentre in presenza di dati valorizzati anche in uno solo degli analiti il risultato è pari al valore rilevato, anche se questo dovesse risultare inferiore al LOQ di altri addendi costituenti la sommatoria.

Lo strumento utilizzato è un Agilent, CTC PAL RSi 85, GC 7890B con detector FID, colonna DB-624 (All. A1-IX).

Idrocarburi Alifatici (IA) - I campioni di acqua sono stati preparati utilizzando la stessa metodica di laboratorio appena descritta per l'analisi della frazione estraibile degli Idrocarburi totali. Gli IA sono stati analizzati mediante gascromatografia accoppiata a rilevatore a fiamma (FID).

L'identificazione degli IA si è basata sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard di n-alcani fra C12 e C32, e la quantificazione è stata determinata dalle curve di taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di quantificazione sono in funzione del primo punto di taratura e i campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) - Utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 0.9 l di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 ml di diclorometano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2', con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10' e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente (in toluene) per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego di gascromatografo con rilevatore a spettrometro di massa. La concentrazione di 16 IPA (priority pollutants per la USEPA) (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indenopirene) (fig. 2.10) è stata determinata con sistema GC-MS/MS.

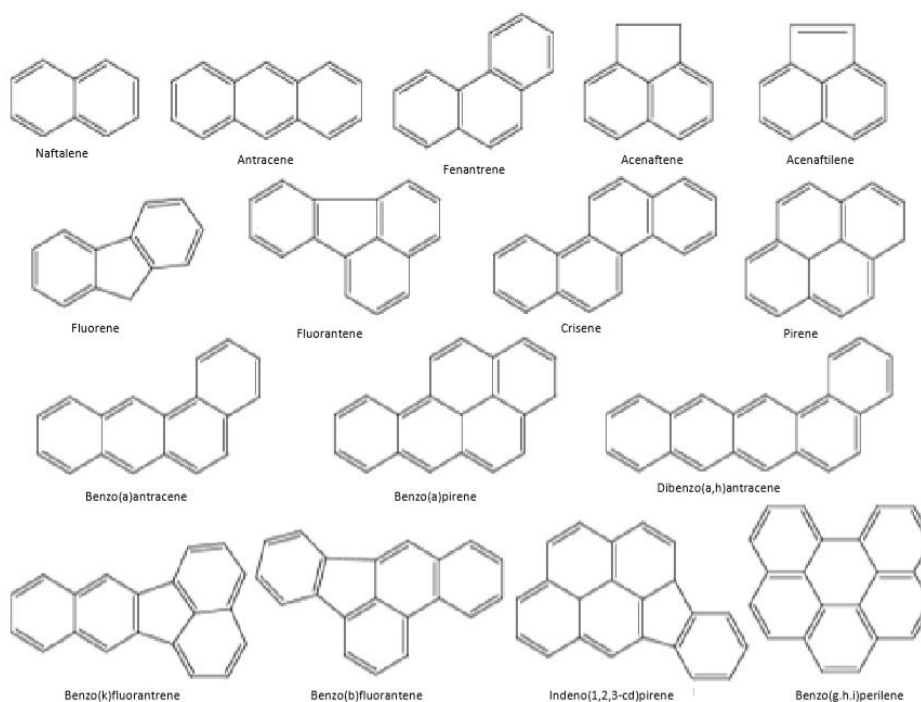


Fig. 2.10 – I 16 IPA prioritari secondo l'US-EPA.

La colonna cromatografica utilizzata è la DB-EUPAH e il rilevatore uno spettrometro di

massa a triplo quadrupolo. Il limite di rilevabilità è compreso fra 0,0001 e 0,0006 $\mu\text{g l}^{-1}$. Campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati e verificati per ogni sequenza analitica con appositi campioni QC. L'introduzione in fase di estrazione di uno standard surrogato garantisce che per ciascun campione l'estrazione sia stata condotta con successo. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Lo strumento utilizzato è un sistema GC-MS/MS (triplo quadrupolo) Agilent con autocampionatore G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C con montata colonna DB-EUPAH (All. A1-X).

Glicole etilenico - È stato misurato nei campioni di acqua mediante tecnica gas cromatografica utilizzando il rilevamento a ionizzazione di fiamma (FID). L'analisi in campioni d'acqua di mare non prevede la preparazione del campione, che è stato pertanto iniettato direttamente nello strumento previo prelievo di aliquota tarata.

I dati raccolti sono stati restituiti in forma grafica in modo da descrivere l'andamento dei parametri lungo la colonna d'acqua, lungo transetti e spazialmente utilizzando appositi software.

Per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite le sonde CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988) e riportate sul manuale "Handbook of method protocols" (Artegiani, 1996); le grandezze derivate, come salinità e anomalie della densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983). Per le elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher™ (Vers. 10.5.1011) della Golden Software, Inc., e il software Ocean Data View (© 2016 Reiner Schlitzer -Vers: 4.7.6).

2.2.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

Tale tipologia di analisi non è stata svolta nel 1° semestre 2020 poiché, a causa del lockdown per COVID-19, non è stato possibile effettuare il trasferimento dei campioni di sedimento in laboratorio in tempo utile e in condizioni ottimali per ottenere risultati attendibili.

2.2.3. INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI

Tale tipologia di analisi non è stata svolta nel 1° semestre 2020 poiché, a causa del lockdown per COVID-19, non è stato possibile effettuare il trasferimento dei campioni di sedimento in laboratorio in tempo utile e in condizioni ottimali per ottenere risultati attendibili.

2.2.4. INQUINANTI E BIOMARKER IN *HEDISTE DIVERSICOLOR*

Tale tipologia di analisi non è stata effettuata nel 1° semestre 2020 poiché, a causa del lockdown per COVID-19, non è stato possibile effettuare il trasferimento dei campioni di sedimento in laboratorio in tempo utile e in condizioni ottimali per ottenere risultati attendibili.

2.2.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Nonostante il lockdown per COVID-19, grazie alla conservazione in formaldeide i campioni di sedimento raccolti per questa tipologia di indagine si sono ben conservati ed è stato pertanto possibile effettuare le analisi. Per quanto concerne i quattro siti corrispondenti alla piattaforma presso i quali non sono stati effettuati i prelievi, si ritiene che per la serie storica già a disposizione non vi saranno gap per l'interpretazione complessiva dei dati.

Durante le analisi di laboratorio le sei repliche prelevate in ciascuna stazione sono state trattate separatamente. Il sorting è stato compiuto con l'ausilio di uno stereomicroscopio e di un microscopio ottico (All. A3-III e A3-IV) e l'identificazione degli organismi è stata effettuata al più basso livello sistematico possibile. Gli individui appartenenti allo stesso gruppo sono stati contati e pesati (All. A3-V). Per ogni stazione sono stati quindi calcolati i seguenti indici medi utilizzando i dati relativi alle 6 repliche:

Densità (N): $N \text{ ind}/0,095 \text{ m}^2$

Biomassa (P): $gr/0,095 \text{ m}^2$

Indice di Dominanza (D; May, 1975): $D = n_i/N$

dove n_i = numero di individui della specie i -esima; N = numero totale di individui.

Ricchezza specifica totale (S; Pielou, 1974): *Numero totale di specie presenti nelle sei repliche*

Ricchezza specifica media (S_m): *Numero medio di specie presenti nelle*

sei repliche

Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'): $H' = -\sum p_i \cdot \text{Log } p_i$

dove: p_i = frequenza numerica della specie i -esima rispetto al totale degli individui (Pielou, 1974).

Le affinità biocenotiche o le preferenze ecologiche sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Con i dati di densità delle singole specie sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa. Per ricercare eventuali somiglianze tra le stazioni campionate con i dati di densità è stata effettuata un'analisi statistica multivariata utilizzando il pacchetto software PRIMER previa trasformazione dei dati in $\sqrt{2}$ (Clarke e Warwick, 2001).

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area, sono stati confrontati i risultati di tre differenti indici (W di Clarke, AMBI e BENTIX; Clarke e Warwick, 2001; Borja *et al.* 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), seguendo quanto suggerito da Teixeira *et al.* (2007).

L'indice W prevede l'integrazione dei dati di abbondanza numerica e di biomassa delle singole specie. Tale metodo si basa sul presupposto che in aree stabili è favorita la presenza di specie con una "strategia di tipo k", con ciclo vitale lungo, grandi dimensioni corporee degli individui adulti, raramente dominanti numericamente, ma dominanti in termini di biomassa. Al contrario, nelle comunità disturbate, viene favorita la presenza di specie con "strategia di tipo r", dette anche opportuniste, caratterizzate da un ciclo vitale breve e piccola taglia corporea, che generalmente risultano dominanti numericamente.

L'indice si basa sulla seguente formula:

$$\sum_i^S (B_i - A_i) / [50(S-1)]$$

dove: B_i e A_i = biomassa e abbondanza della specie i -esima; S = Ricchezza specifica totale.

Questo indice oscilla da -1 a +1 e indica nel primo caso la presenza di una comunità fortemente disturbata e, nel secondo, la presenza di un ambiente non perturbato. Nel caso in cui il valore sia vicino allo 0, l'ambiente è da considerare moderatamente perturbato (Craeymeersch, 1991). Per ottenere una classificazione della qualità dell'ambiente si è deciso di utilizzare gli intervalli di valori dell'indice W riportati in Tab. 2-V.

Tab. 2-V - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice W.

| Classificazione dell'ambiente | W |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Non disturbato | $1,000 \geq W \geq 0,700$ |
| Leggermente disturbato | $0,699 \geq W \geq 0,300$ |
| Moderatamente disturbato | $0,299 \geq W \geq -0,100$ |
| Povero | $-0,101 \geq W \geq -0,500$ |
| Pessimo | $-0,501 \geq W \geq -1,000$ |

L'indice AMBI assume valori compresi tra 0 (ambiente non inquinato o disturbato) a 7 (ambiente estremamente inquinato o disturbato).

Basandosi essenzialmente sul rapporto percentuale delle specie presenti nel campione, previamente suddivise in 5 gruppi ecologici in base al grado di tolleranza o sensibilità a un gradiente di stress ambientale, consente di classificare, come richiesto dalla Direttiva 2000/60/EC, gli ambienti marini costieri nelle seguenti categorie:

1. non disturbati ($0 \leq \text{AMBI} \leq 1$);
2. leggermente disturbati ($1 \leq \text{AMBI} \leq 3,5$);
3. moderatamente disturbati ($3,5 \leq \text{AMBI} \leq 5$);
4. molto disturbati ($5 \leq \text{AMBI} \leq 6$);
5. estremamente disturbati ($6 \leq \text{AMBI} \leq 7$).

I gruppi ecologici nei quali vengono raggruppate le specie (il cui elenco disponibile nel software AMBI 5.0 è aggiornato a dicembre 2020) sono identificati soprattutto in base alla loro sensibilità ad arricchimenti organici:

gruppo I: Specie molto sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali. Tale gruppo include i carnivori specialisti e alcuni policheti tubicoli detritivori.

gruppo II: Specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità senza particolari variazioni nel tempo. Esse includono sospensivori, alcuni carnivori poco selettivi e scavatori.

gruppo III: Specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti. Queste specie possono essere presenti in condizioni normali, ma le loro popolazioni sono stimolate da un aumento di sostanza organica. Si tratta prevalentemente di detritivori superficiali.

gruppo IV: Specie opportuniste di secondo ordine; principalmente piccoli policheti detritivori sub-superficiali, come i cirratulidi.

gruppo V: Specie opportuniste di primo ordine; sono detritivori che proliferano in sedimenti poco ossigenati e ridotti.

Gli intervalli di valori dell'indice AMBI e la conseguente classificazione della qualità dell'ambiente sono riportati in Tab. 2-VI.

Infine, l'indice BENTIX (v. 1.0) è stato sviluppato per stabilire gli impatti causati da fattori di stress generalizzati e non discrimina tra disturbo di origine naturale o antropogenica.

Questo indice si basa sulla suddivisione dei taxa di fondo mobile (per i quali è fornita una lista) in 2 principali gruppi ecologici:

1. gruppo 1 (GS): include specie sensibili a un disturbo in generale;
2. gruppo 2 (GT): include specie tolleranti a un disturbo o a uno stress.

Una volta composti i due gruppi sopra citati, viene applicato il seguente algoritmo:

$$\text{BENTIX} = (6 \times \% \text{GS} + 2 \times \% \text{GT})/100$$

dove: %G = percentuale della somma delle densità di ciascun gruppo sulla densità totale registrata nella stazione di campionamento.

Tab. 2-VI - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI.

| Environmental Classification | AMBI |
|--|------------------------------|
| Ambiente non inquinato | $0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$ |
| Ambiente leggermente inquinato, di transizione | $1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$ |
| Ambiente moderatamente inquinato | $3,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$ |
| Ambiente fortemente inquinato | $5,0 < \text{AMBI} \leq 6,0$ |
| Ambiente estremamente inquinato | Azoico |

Sulla base dei risultati ottenuti, per ogni sito di campionamento è stato possibile stilare una classifica della qualità dell'ambiente secondo i criteri riportati in Tab. 2-VII. In Tab. 2-VIII è infine riportata la classificazione dello stato ecologico dell'ambiente indicata in Bettencourt *et al.* (2004) sulla base della combinazione di tre differenti indici.

Tab. 2-VII - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice BENTIX (Zenetos *et al.*, 2004).

| Environmental Classification | BENTIX |
|--|--------------------------------|
| Ambiente non inquinato | $4,5 \leq \text{BENTIX} < 6$ |
| Ambiente leggermente inquinato, di transizione | $3,5 \leq \text{BENTIX} < 4,5$ |
| Ambiente moderatamente inquinato | $2,5 \leq \text{BENTIX} < 3,5$ |
| Ambiente fortemente inquinato | $2 \leq \text{BENTIX} < 2,5$ |
| Ambiente estremamente inquinato | Azoico |

Tab. 2-VIII - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione di tre differenti indici (Bettencourt *et al.*, 2004).

| Indice n. 1 | Indice n. 2 | Indice n. 3 | Stato ecologico |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| non disturbato | non disturbato | non disturbato | alto |
| non disturbato | non disturbato | leggermente disturbato | alto/buono |
| non disturbato | leggermente disturbato | leggermente disturbato | buono |
| leggermente disturbato | leggermente disturbato | leggermente disturbato | buono |
| leggermente disturbato | leggermente disturbato | moderatamente disturbato | buono/moderato |
| leggermente disturbato | moderatamente disturbato | moderatamente disturbato | moderato |
| moderatamente disturbato | moderatamente disturbato | moderatamente disturbato | moderato |
| moderatamente disturbato | moderatamente disturbato | fortemente disturbato | moderato/povero |
| moderatamente disturbato | fortemente disturbato | fortemente disturbato | povero |
| fortemente disturbato | fortemente disturbato | fortemente disturbato | povero |
| estremamente disturbato | fortemente disturbato | fortemente disturbato | povero/pessimo |
| estremamente disturbato | estremamente disturbato | fortemente disturbato | pessimo |
| estremamente disturbato | estremamente disturbato | estremamente disturbato | pessimo |

2.2.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

2.2.6.1 Campionamenti di pesca

Tutti gli individui delle specie presenti nelle catture sono stati portati in laboratorio e determinati dal punto di vista sistematico secondo Whitehead *et al.* (1986) per le specie ittiche e Fisher *et al.* (1987) per i crostacei e i molluschi. Inoltre, su ciascun esemplare sono stati rilevati i seguenti parametri morfometrici:

- lunghezza totale (pesci; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del mantello (molluschi cefalopodi; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del carapace (crostacei; al mm inferiore);
- peso fresco (al g inferiore).

Per *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus* sono stati rilevati solo il numero e il peso complessivo.

Le varie specie ittiche catturate sono state suddivise in pelagiche (P), necto-bentoniche (NB) e bentoniche (B). Inoltre, per comprendere meglio l'influenza della piattaforma Bonaccia NW sulla fauna originaria, ciascuna specie è stata definita come "attratta" (AT), "parzialmente attratta" (PA) o "non attratta" (NA) in base alla sua affinità con i substrati duri, naturali o artificiali (Bombace *et al.*, 1994). Le specie definite "attratte" hanno un habitat limitato e sono strettamente dipendenti dai substrati duri. Esse utilizzano tali substrati, naturali o artificiali, per rifugiarsi e, probabilmente, "pascolano" su di essi o nelle loro immediate vicinanze. Quelle definite "parzialmente attratte" sono generalmente specie mobili, che possono essere temporaneamente attratte dai fondi duri, ma si possono

osservare anche in aree prive di tali substrati. Le specie “non attratte” invece non hanno alcun rapporto con la piattaforma e, di norma, sono reperibili sul fondale originario.

Per uniformità con i dati precedenti i dati di cattura delle singole specie sono stati standardizzati come numero e peso di individui pescati con 500 m di rete e 12 h.

Per le tre zone (piattaforma e 2 controlli) sono state calcolate sia la Ricchezza Specifica totale (S_{tot}), intesa come numero totale di specie rilevato nei tre campionamenti, sia la Ricchezza Specifica per cala (S), come numero di specie catturate in ogni campionamento di pesca.

L'indice di Shannon-Weaver (H'), per la cui definizione si rimanda al capitolo precedente, è stato applicato anch'esso ai dati relativi ad ogni singola cala in tutti i tre siti.

I rendimenti di pesca sono stati calcolati sia in termini numerici ($N = n. \text{ ind}/500\text{m}/12\text{h}$) che ponderali ($P = \text{kg}/500\text{m}/12\text{h}$).

Al fine di comparare i risultati ottenuti nel semestre per i suddetti indici nei tre siti, data la bassa numerosità campionaria è stato utilizzato un t-test per campioni indipendenti. Prima di effettuare questa analisi sono state valutate le assunzioni di normalità distributiva dei dati ed eguaglianze delle varianze rispettivamente con i test di Shapiro-Wilk e di Levene. Se tali assunzioni non erano rispettate è stata eseguita una trasformazione logaritmica dei dati, se dopo la trasformazione le assunzioni non venivano comunque rispettate è stato applicato il test non parametrico di Mann-Whitney (Gibbons e Chakraborti, 2011). Per tutti i test statistici è stato utilizzato il software statistico R.

2.2.6.2 Investigazioni acustiche

L'elaborazione dei dati inerenti la colonna d'acqua, rilevati tramite MBES, è stata eseguita con il software Echoview (Myriax, Tasmania).

Dopo la conversione dei *raw data*, è stato eseguito lo *screening* dettagliato degli ecogrammi bidimensionali relativi a ciascun transetto. Una volta individuata una possibile aggregazione di pesce (*target*), sono stati selezionati i ping contenenti l'aggregazione creando un sottoinsieme dell'ecogramma. In presenza di rumore di fondo ben distinguibile dal target, è stata applicata una pulizia del dato utilizzando una procedura di mascheramento. D'altra parte, nel caso di intenso e diffuso rumore di fondo dovuto alla presenza di strutture e/o oggetti in grado di creare un forte *backscatter* e *scattering* dell'impulso acustico, non è stato possibile individuare alcun banco di pesce per l'alto

livello di mascheramento. Questo avviene per esempio in prossimità della piattaforma stessa (fig. 2.11) la cui base, costituita da pali che si estendono verticalmente lungo tutta la colonna d'acqua, causa intensi fenomeni di *backscatter* e di *scattering* omnidirezionale. Inoltre, gli impulsi che penetrano negli spazi tra i pali della piattaforma possono venire riflessi più volte prima di tornare ai trasduttori o perdersi nell'ambiente circostante. Per tale motivo sono stati presi in considerazione solo quei *target* chiaramente distinguibili dall'intenso rumore di fondo.

Una volta individuato, il banco di pesce è stato estratto tramite la procedura *target detection* e l'algoritmo *cruise-scanning* per piattaforme (tipo imbarcazioni) in movimento (fig. 2.12).

Poiché il sistema EM2040CD non può essere calibrato per il riconoscimento sistematico delle singole specie ittiche, l'*uncalibrated volume backscatter strength* (S_{vu}) compreso tra -35 +64 dB re $1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$, intervallo scelto a seguito di un controllo di qualità del dato effettuato al fine di isolare il rumore. Va precisato che, nonostante i valori di S_{vu} non possano essere considerati esatti a priori (data la non calibrazione dello strumento), lo strumento può comunque calcolare in maniera attendibile le metriche dei banchi stessi (lunghezza, altezza, superficie e volume), mentre non è funzionale al calcolo dei parametri più strettamente dipendenti dalle variabili acustiche registrate (ad esempio, la quantità di biomassa). Questa procedura, oltre a fornire l'immagine tridimensionale del *target* permette di estrarne le caratteristiche metriche e acustiche che, quando possibile, sono state usate per confrontare la distribuzione dei due macrogruppi individuabili in base alla distanza dalla piattaforma (il primo comprendente i banchi rilevati entro 300 m dalla struttura e il secondo quelli individuati nelle zone periferiche). Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche metriche e variabili acustiche estratte per ogni *target* tridimensionale (Tab. 2-IX).

Completata l'individuazione dei banchi di pesce, sono state create scene tridimensionali delle porzioni di colonna d'acqua investigate, includendo anche il fondale marino e la struttura Clara NW.

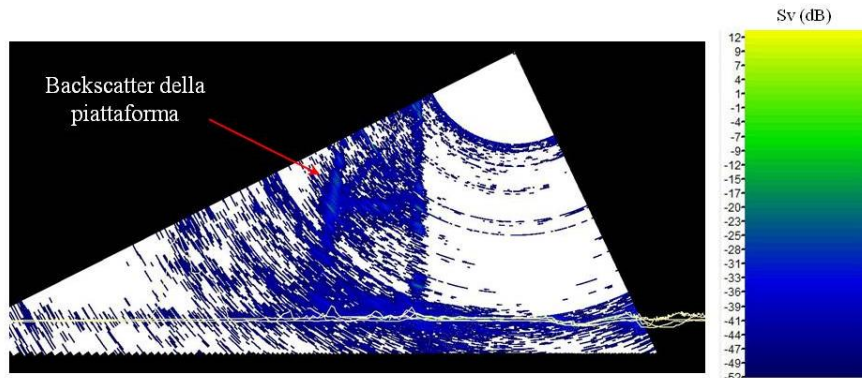


Fig. 2.11 - Ecogramma multibeam in prossimità della piattaforma Bonaccia NW. Il forte *backscatter* dovuto alla presenza della struttura e lo *scattering* omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma e/o tra i pali della stessa. Sv=Volume backscatter strength.

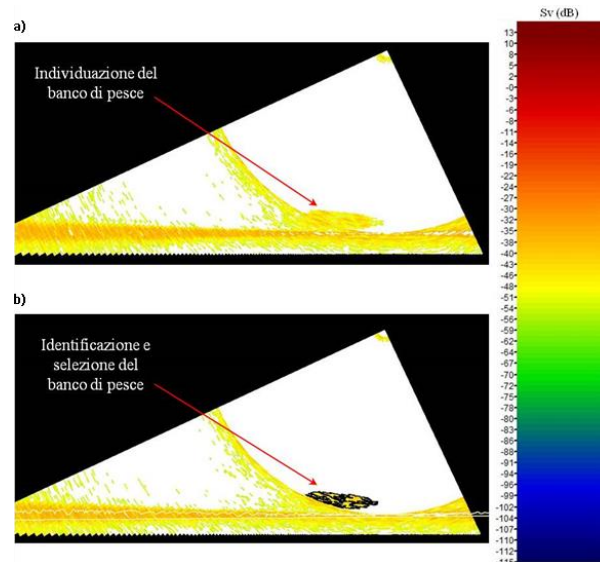


Fig. 2.12 - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echoview. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del *target* tramite la procedura *Target detection*. La scala a colori sulla destra rappresenta il *volume backscattering strength* (Sv) in dB e si riferisce a entrambi a) e b).

Tab. 2-IX - Descrizione delle caratteristiche metriche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

| Caratteristica metrica | Unità | Descrizione |
|------------------------------|-----------------|--|
| Superficie | m ² | Superficie del target (include la superficie di eventuali vacuoli individuati all'interno del target). |
| Lunghezza NS | m | Lunghezza massima del target lungo l'asse Nord-Sud. |
| Lunghezza EW | m | Lunghezza massima del target lungo l'asse Est-Ovest. |
| Profondità minima | m | Profondità minima del target. |
| Profondità massima | m | Profondità massima del target. |
| Altezza | m | Altezza del target (dalla profondità massima alla profondità minima). |
| Volume | m ³ | Volume del target (non include il volume di eventuali vacuoli individuati all'interno del target). |
| Centro geometrico (LAT) | gradi | Latitudine del punto geometrico centrale del target. |
| Centro geometrico (LONG) | gradi | Longitudine del punto geometrico centrale del target. |
| Centro geometrico profondità | m | Profondità del punto geometrico centrale del target. |
| Ruvidità | m ⁻¹ | Superficie del target diviso il volume del target. |
| n. vacuoli | - | Numero di vacuoli individuati all'interno del target. |
| Volume totale vacuoli | m ³ | Volume totale dei vacuoli individuati all'interno del target. |

2.2.6.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

Le immagini video registrate mediante telecamera in prossimità della piattaforma sono state analizzate per verificarne la qualità e per avvalorare i risultati ottenuti con i campionamenti di pesca e con le investigazioni tramite MBES per avere un riscontro sull'effettivo potere attrattivo della struttura.

3. RISULTATI

3.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA

Nel **febbraio 2020** (fig. 3.1) la distribuzione della temperatura è risultata tipicamente uniforme (media \pm dev.st.: $13,76 \pm 0,03^\circ\text{C}$), con differenze minime tra i valori in superficie e al fondo ($\Delta t < 0,06^\circ\text{C}$). I profili verticali della salinità hanno mostrato differenze molto piccole tra le stazioni ($\Delta s < 0,03$ psu); pertanto si possono considerare praticamente uniformi dalla superficie al fondo (media: $38,83 \pm 0,00$ psu).

Le mappe areali hanno confermato una sostanziale uniformità nella distribuzione di temperatura e salinità, sia in superficie che al fondo (fig. 3.2). È comunque possibile rilevare valori solo leggermente più elevati in prossimità del fondale per entrambi i parametri.

Un'omogeneità è stata riscontrata anche per la torbidità, determinata come backscattering ed espressa dopo calibrazione in mg l^{-1} (media: $0,9 \pm 0,0$ mg l^{-1}) e per l'ossigeno disciolto alla saturazione (media: $99,3 \pm 0,2\%$) (fig. 3.1).

Non ha fatto eccezione la fluorescenza, i cui valori sono risultati < 1 $\mu\text{g l}^{-1}$ e omogenei lungo tutta la colonna d'acqua (media: $0,6 \pm 0,1$ $\mu\text{g l}^{-1}$).

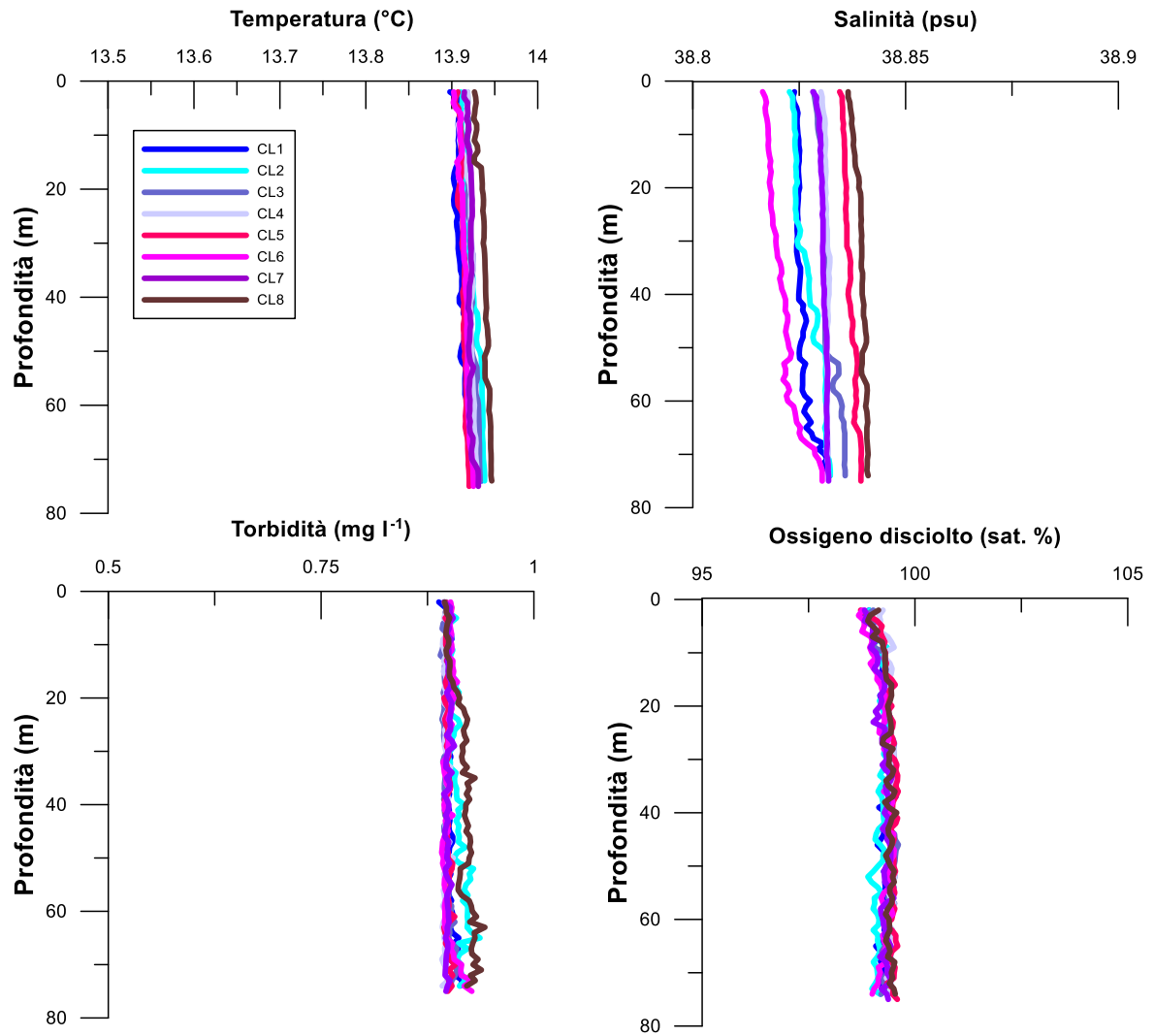


Fig. 3.1 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg l⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Febbraio 2020.**

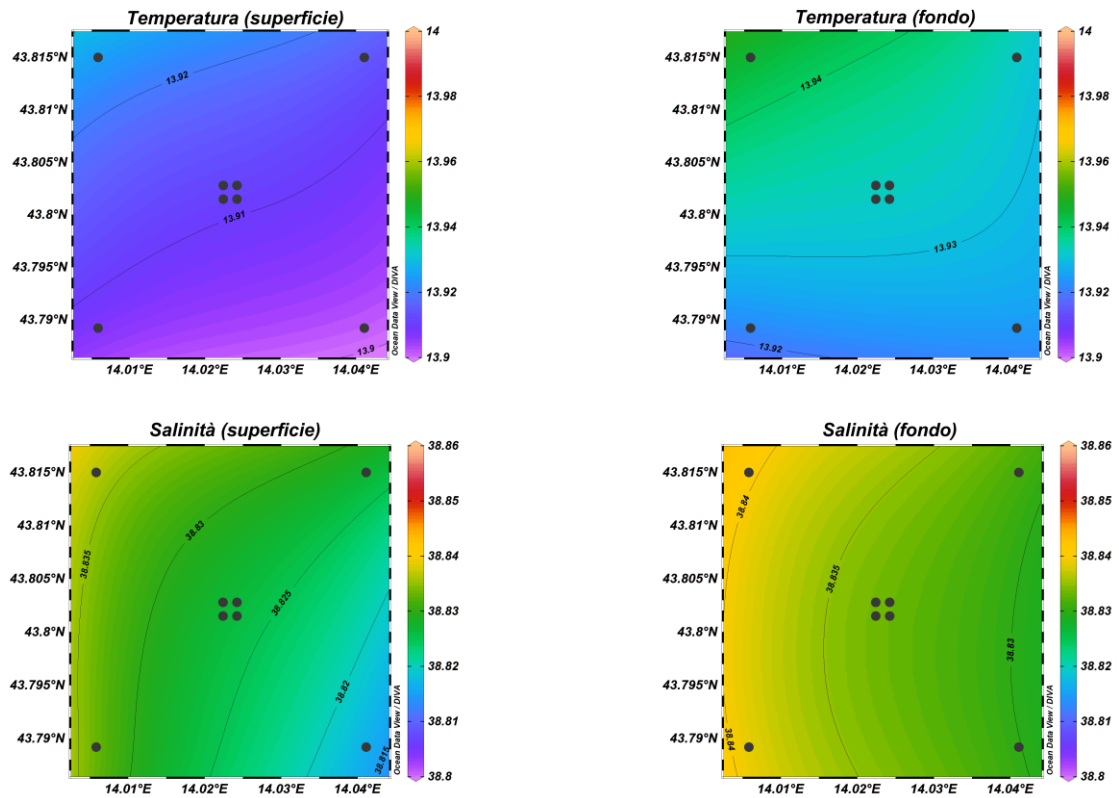


Fig. 3.2 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Febbraio 2020**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

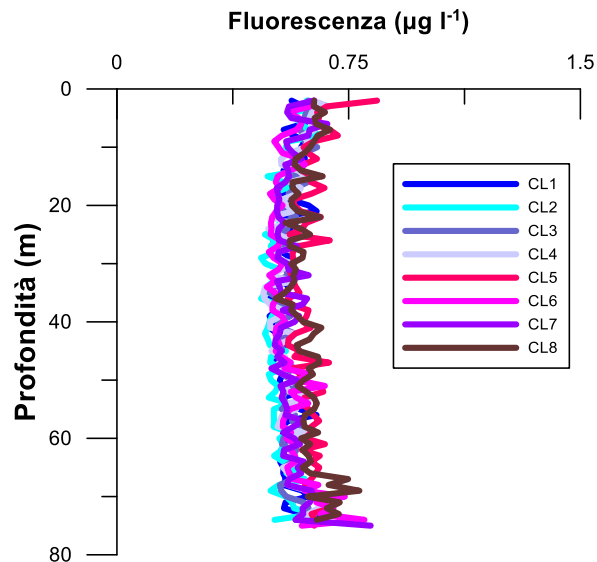


Fig. 3.3 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g l}^{-1}$). **Febbraio 2020**.

3.1.2. NUTRIENTI

Nel **febbraio 2020** (figg. 3.4a, 3.4b e 3.5) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,31 \pm 0,18 \mu\text{M}$ per i nitrati (NO_3), $0,35 \pm 0,06 \mu\text{M}$ per i nitriti (NO_2) e a $0,08 \pm 0,04 \mu\text{M}$ per l'ammonio (NH_4). Non è stato osservato alcun andamento particolare per questi tre nutrienti. Il valore massimo di NO_3 ($0,77 \mu\text{M}$) è stato osservato in superficie nella stazione CL6, mentre il minimo ($0,16 \mu\text{M}$) è stato riscontrato in superficie nella CL8 e a 40 m nella CL5. La concentrazione massima di NO_2 ($0,54 \mu\text{M}$) è stata raggiunta a 20 m nella stazione CL4, la minima ($0,28 \mu\text{M}$) a 40 m nella stazione CL5. Il maggior contenuto di NH_4 ($0,17 \mu\text{M}$) è stato invece misurato al fondo della stazione CL3, mentre un valore inferiore al limite di rilevabilità strumentale ha caratterizzato la quota dei 20 m della stazione CL1.

I fosfati (PO_4) sono risultati contenuti e omogenei ($0,03 \pm 0,01 \mu\text{M}$), variando tra valori uguali al limite di rilevabilità strumentale a quote variabili nelle stazioni CL1, CL2 e CL5, e un massimo di $0,06 \mu\text{M}$ riscontrato a 20 m nella CL4.

La concentrazione media di silicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) è stata infine di $0,73 \pm 0,18 \mu\text{M}$, risultando piuttosto contenuta. Massimo ($1,56 \mu\text{M}$) e minimo ($0,56 \mu\text{M}$) sono stati misurati rispettivamente alla quota superficiale della stazione CL1 e a 20 m nella CL8.

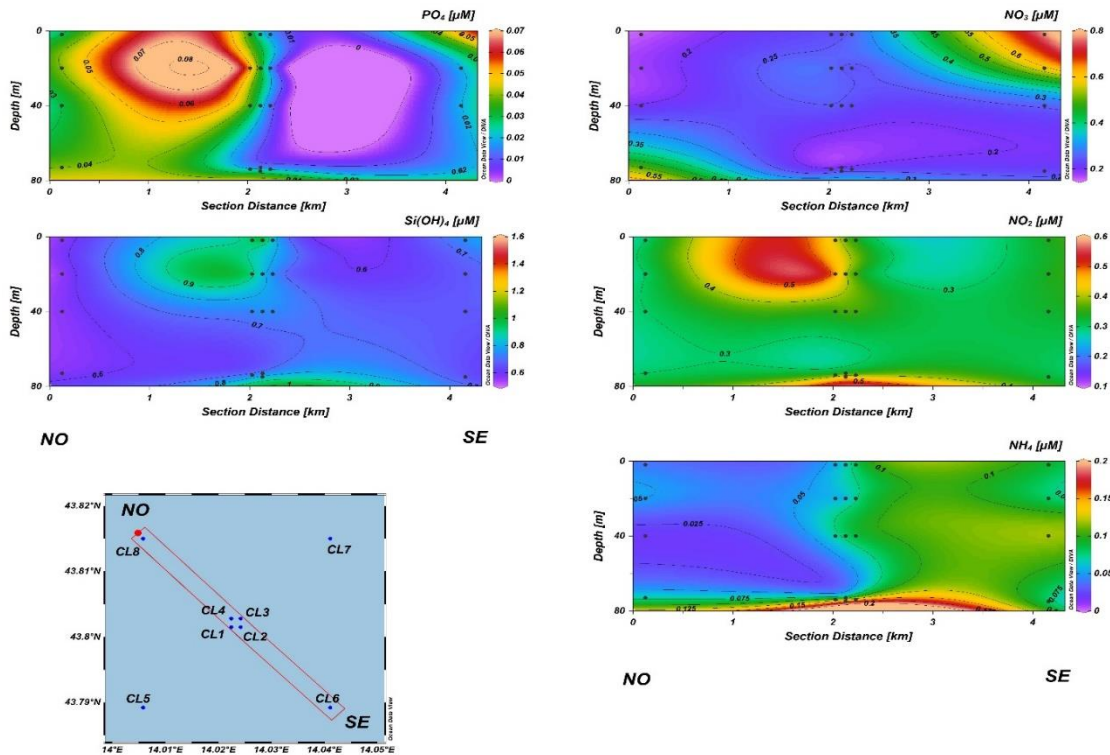


Fig. 3.4a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μM. **Febbraio 2020.**

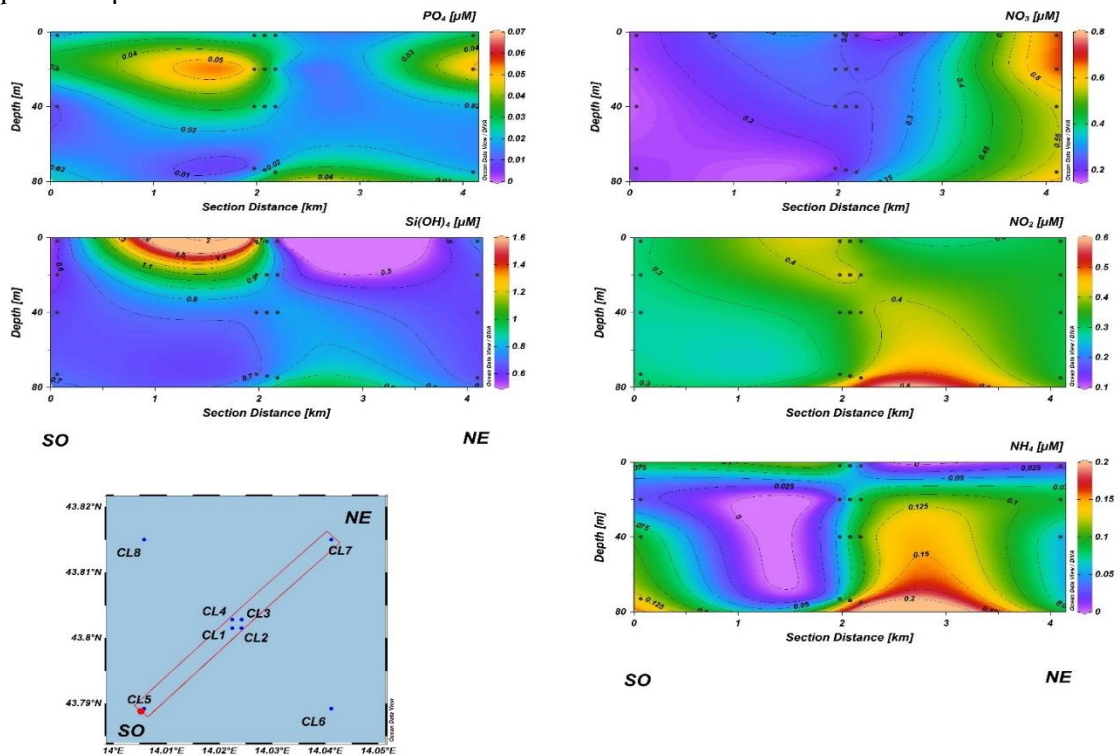


Fig. 3.4b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μM. **Febbraio 2020.**

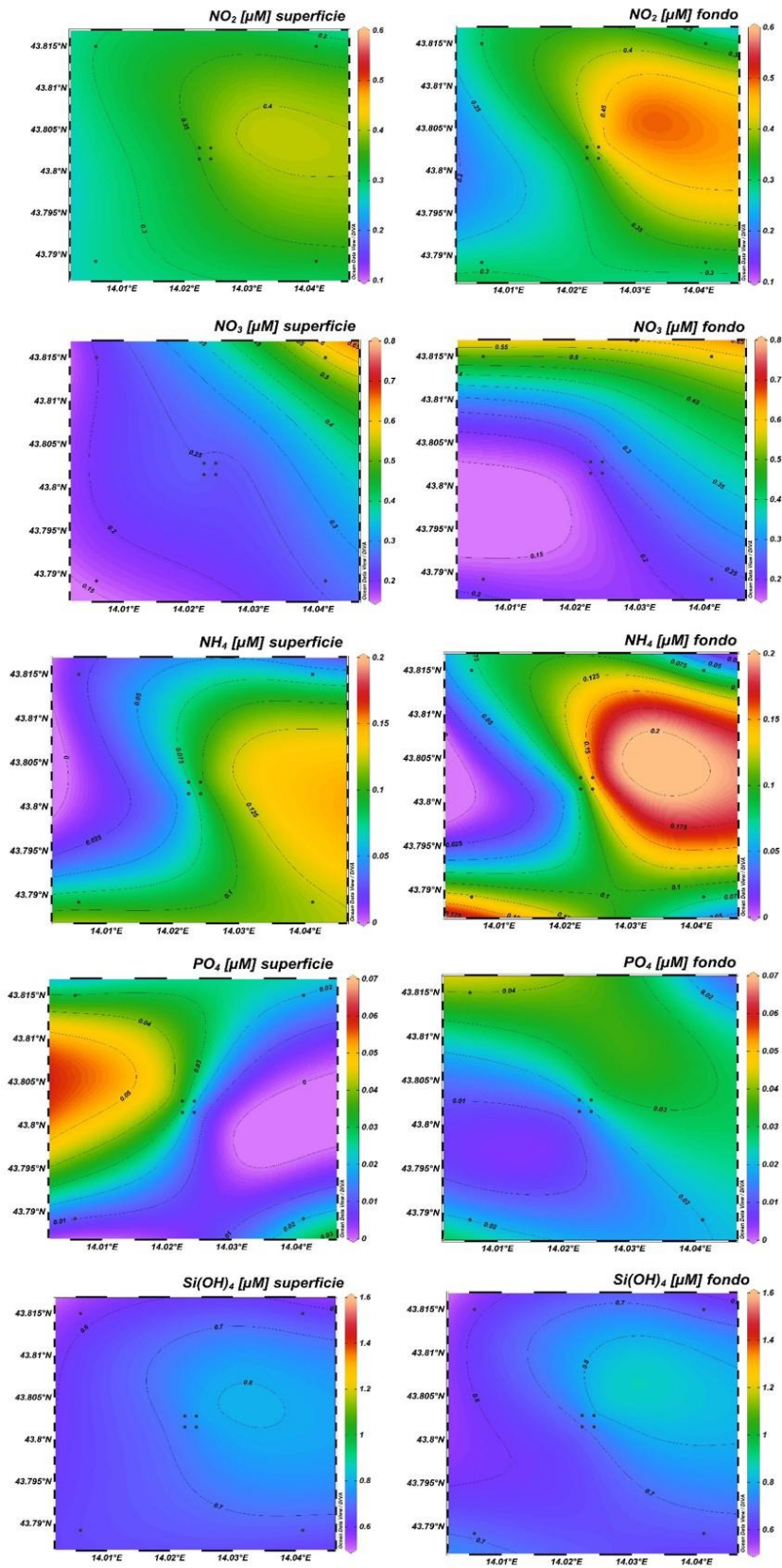


Fig. 3.5 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μM. **Febbraio 2020.**

3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

Nel **febbraio 2020** (figg. 3.6a, 3.6b, 3.7) la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a $246,8 \pm 39,2$ ng l⁻¹, con un massimo di 348,5 ng l⁻¹ misurato al fondo della stazione CL6 e un minimo di 174,3 ng l⁻¹ riscontrato a 40 m di profondità nella CL1. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato valori medi rispettivamente pari a $25,7 \pm 4,1$ ng l⁻¹ e $64,1 \pm 10,4$ ng l⁻¹. Le concentrazioni massima (394 ng l⁻¹) e minima (18,8 ng l⁻¹) di Chl *b* sono state misurate, nell'ordine, a 40 m nella stazione CL5 e al fondo della CL1. Il massimo di Chl *c* (94,3 ng l⁻¹) è stato invece registrato al fondo della stazione CL6, come osservato per la Chl *a*, il minimo (45,3 ng l⁻¹) a 20 m nella CL5.

Il materiale particellato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a $0,9 \pm 0,2$ mg l⁻¹. Non è stato rilevato un andamento particolare. Il massimo (1,3 mg l⁻¹) è stato misurato al fondo della stazione CL2, mentre il valore minimo (0,4 mg l⁻¹) ha caratterizzato la quota di fondo della CL7.

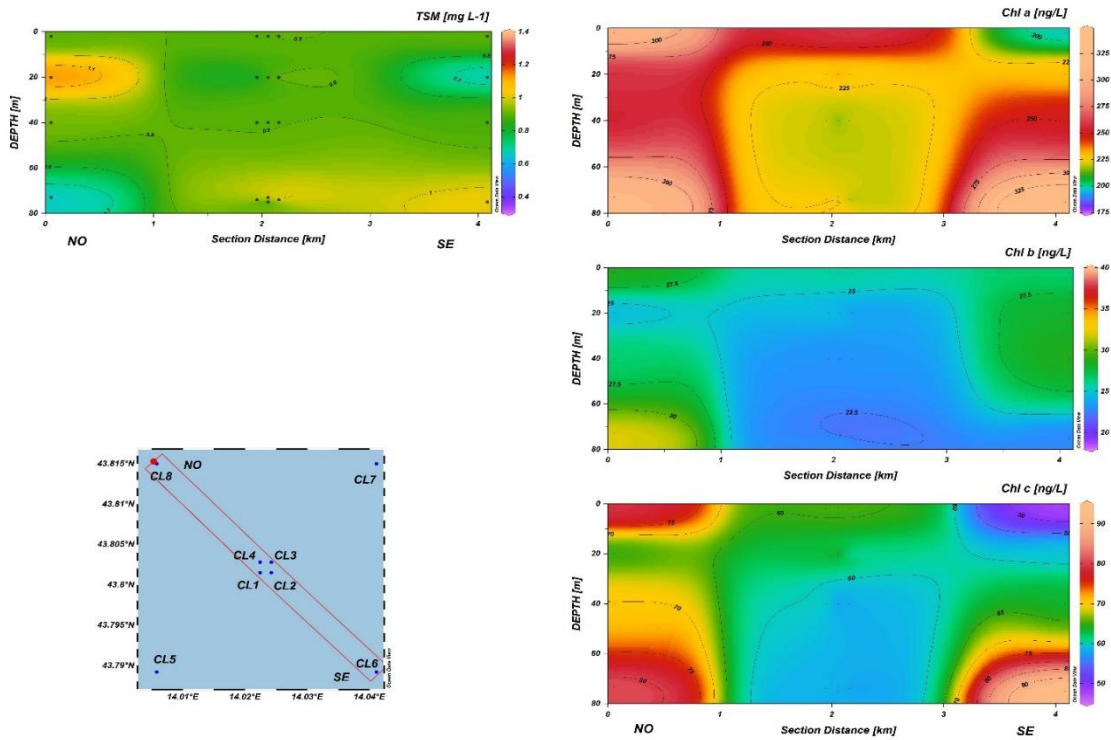


Fig. 3.6a – Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2, CL6, rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in mg l^{-1} , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*), clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in ng l^{-1} . **Febbraio 2020.**

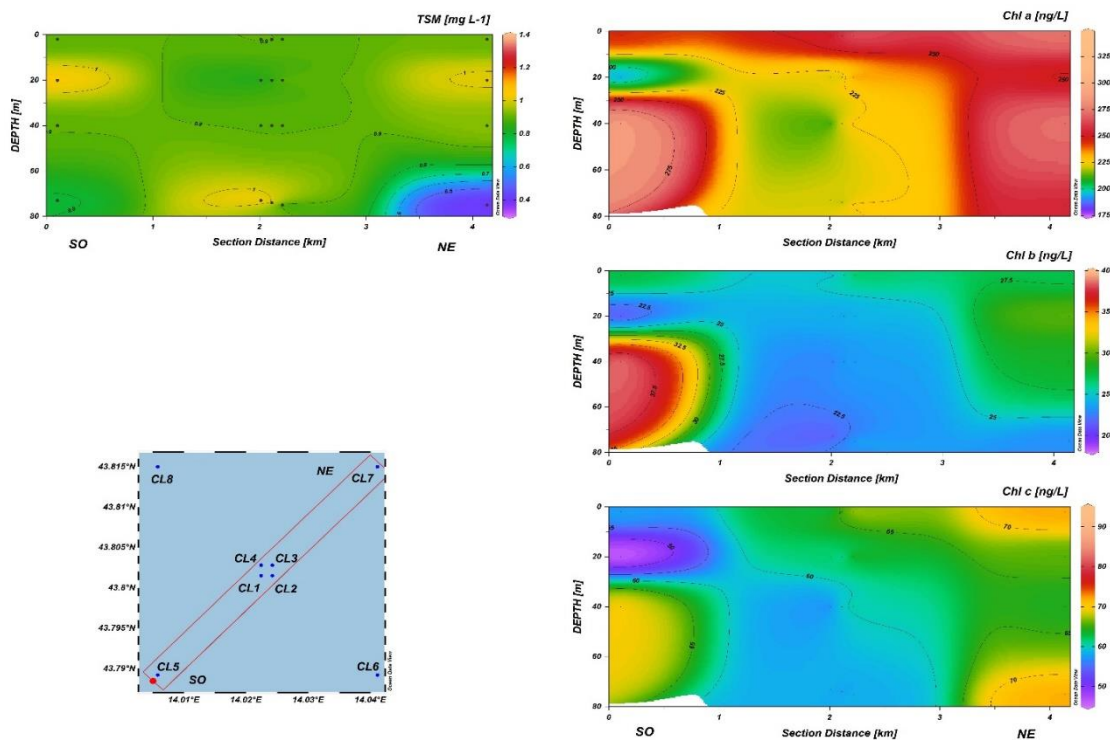


Fig. 3.6b – Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3, CL7, rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in mg l^{-1} , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*), clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in ng l^{-1} . **Febbraio 2020.**

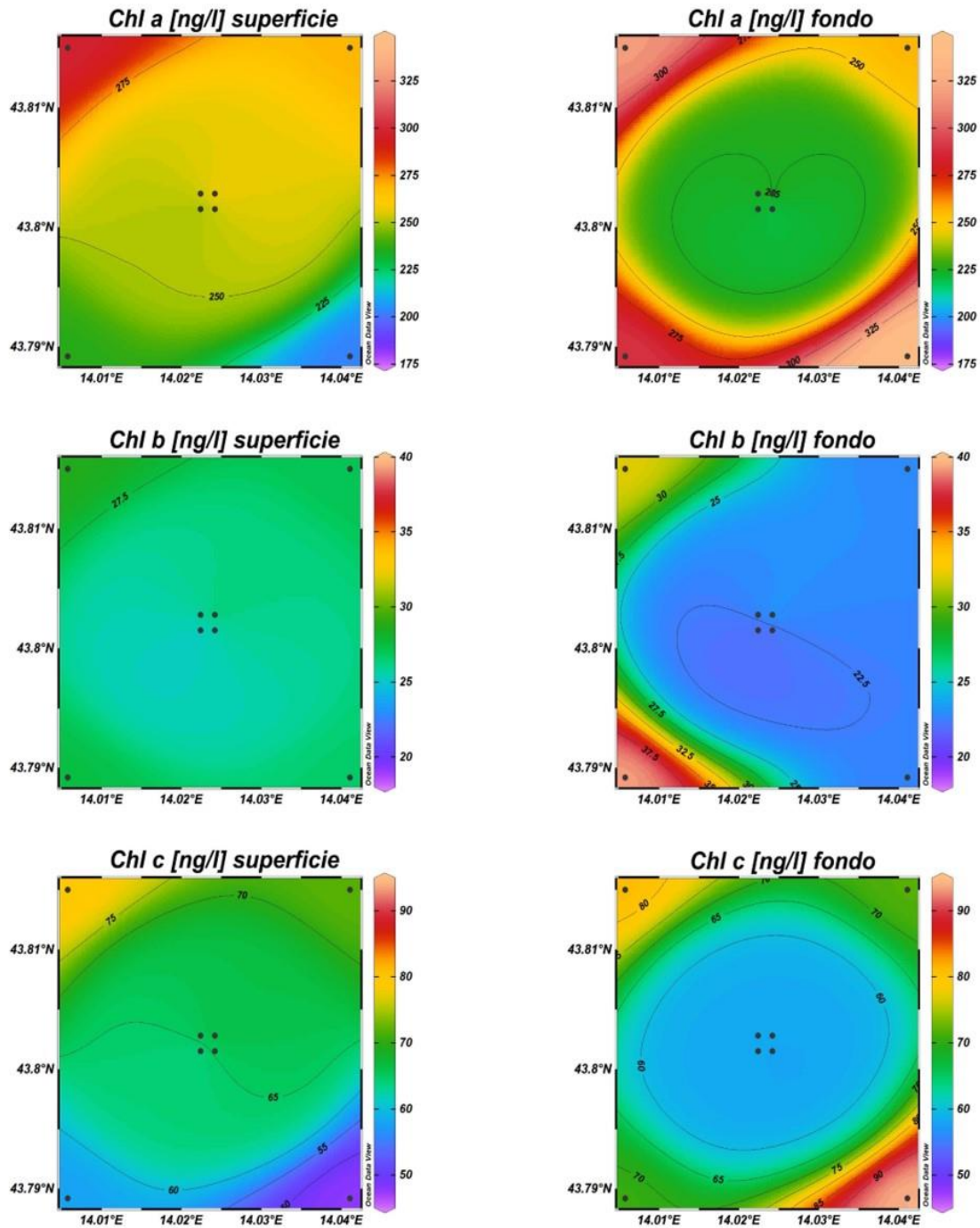


Fig. 3.7 – Distribuzione in superficie e al fondo delle concentrazioni della clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng l^{-1} . **Febbraio 2020.**

3.1.4. IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX
 Gli **Idrocarburi totali (IT)**, gli **Idrocarburi Alifatici (IA)** e gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**, registrati nel febbraio 2020 sono riportati nelle Tab. 3-I. In generale, pochi sono stati i valori maggiori del LR.

Per gli **IT**, solo cinque campioni su 32 totali (16%), e tutti nelle stazioni di controllo, sono risultati maggiori del LR. Il range è stato di 21,0-30,0 µg/L.

Risultati analoghi per gli **IA**, rilevati nei medesimi campioni degli IT, con range 4,9-7,0 µg/L.

Contrariamente ai composti sopra descritti, gli **IPA** sono risultati assenti nelle stazioni di controllo, mentre in quelle a 100 m dalla piattaforma sono stati rilevati in tutti i campioni oscillando tra 0,0014 µg/L (CL4, 40 m) e 0,0150 µg/L (CL4, 20 m), con media di 0,009±0,003 µg/L.

Tab. 3-I - Concentrazioni (µg/L) di Idrocarburi Totali (n-esano) misurate nel febbraio 2020.

| Stazione | Idrocarburi Totali (n-esano) | IA (C10-C32) | IPA (16 IPA) | Stazione | Idrocarburi Totali (n-esano) | IA (C10-C32) | IPA (16 IPA) |
|-----------|------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------------------------|--------------|--------------|
| CL1 sup | < 28 | < 1 | 0,0110 | CL5 sup | 23 | 5,7 | < 0,0028 |
| CL1 20 m | < 28 | < 1 | 0,0076 | CL5 20 m | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL1 40 m | < 28 | < 1 | 0,0090 | CL5 40 m | 22 | 6 | < 0,0028 |
| CL1 fondo | < 28 | < 1 | 0,0086 | CL5 fondo | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL2 sup | < 28 | < 1 | 0,0093 | CL6 sup | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL2 20 m | < 28 | < 1 | 0,0120 | CL6 20 m | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL2 40 m | < 28 | < 1 | 0,0048 | CL6 40 m | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL2 fondo | < 28 | < 1 | 0,0080 | CL6 fondo | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL3 sup | < 28 | < 1 | 0,0073 | CL7 sup | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL3 20 m | < 28 | < 1 | 0,0130 | CL7 20 m | 26 | 7 | < 0,0028 |
| CL3 40 m | < 28 | < 1 | 0,0091 | CL7 40 m | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL3 fondo | < 28 | < 1 | 0,0080 | CL7 fondo | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL4 sup | < 28 | < 1 | 0,0074 | CL8 sup | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL4 20 m | < 28 | < 1 | 0,0150 | CL8 20 m | 30 | 4,9 | < 0,0028 |
| CL4 40 m | < 28 | < 1 | 0,0014 | CL8 40 m | < 28 | < 1 | < 0,0028 |
| CL4 fondo | < 28 | < 1 | 0,0099 | CL8 fondo | 21 | 5,5 | < 0,0028 |

Le concentrazioni dei **Solventi Organici Aromatici (BTEX)** sono riportate in Tab. 3-II.

In generale i valori riscontrati sono risultati bassi anche per questi composti, piuttosto omogenei e praticamente indifferenziati dal punto di vista geografico.

Il **benzene** è stato quantificato ovunque e ha presentato una media complessiva di 0,016±0,001 µg/L, con un range di 0,014-0,019 µg/L. L'**etilbenzene** è risultato rilevabile solo in sette campioni (3 provenienti da stazioni a 100 m da Clara NW e 4 da stazioni a

2000 m) ed è variato tra 0,010 e 0,015 µg/L.

Anche per lo **stirene**, presente ovunque, vi è stata una distribuzione geograficamente omogenea, con un range di 0,032-0,054 µg/L e media complessiva di 0,039±0,005 µg/L.

Le concentrazioni del **toluene** sono risultate tutte inferiori al LR così come 29 relative allo **xilene**. Quest'ultimo composto è stato infatti quantificato esclusivamente in tre campioni prelevati dal controllo CL8 (superficie, 20 m e 40 m) dove è oscillato tra 0,021 e 0,044 µg/L.

Tab. 3-II - Microinquinanti organici (BTEX; µg/L) determinati nel febbraio 2020.

| Stazione | Benzene | Etilbenzene | Stirene | Toluene | Xilene (orto + meta + para) |
|-----------|---------|-------------|---------|---------|-----------------------------|
| CL1 sup | 0,016 | 0,010 | 0,042 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL1 20 m | 0,016 | < 0,01 | 0,038 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL1 40 m | 0,016 | < 0,01 | 0,036 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL1 fondo | 0,014 | 0,010 | 0,045 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL2 sup | 0,016 | < 0,01 | 0,032 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL2 20 m | 0,016 | 0,010 | 0,037 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL2 40 m | 0,016 | < 0,01 | 0,032 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL2 fondo | 0,016 | < 0,01 | 0,035 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL3 sup | 0,016 | < 0,01 | 0,035 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL3 20 m | 0,016 | < 0,01 | 0,038 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL3 40 m | 0,016 | < 0,01 | 0,034 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL3 fondo | 0,016 | < 0,01 | 0,037 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL4 sup | 0,016 | < 0,01 | 0,047 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL4 20 m | 0,016 | < 0,01 | 0,043 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL4 40 m | 0,016 | < 0,01 | 0,041 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL4 fondo | 0,015 | < 0,01 | 0,036 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL5 sup | 0,018 | < 0,01 | 0,042 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL5 20 m | 0,017 | 0,010 | 0,049 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL5 40 m | 0,017 | < 0,01 | 0,039 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL5 fondo | 0,019 | < 0,01 | 0,041 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL6 sup | 0,017 | < 0,01 | 0,037 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL6 20 m | 0,017 | < 0,01 | 0,032 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL6 40 m | 0,018 | < 0,01 | 0,033 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL6 fondo | 0,017 | < 0,01 | 0,033 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL7 sup | 0,015 | < 0,01 | 0,042 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL7 20 m | 0,016 | < 0,01 | 0,041 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL7 40 m | 0,016 | < 0,01 | 0,041 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL7 fondo | 0,016 | < 0,01 | 0,033 | < 0,05 | < 0,02 |
| CL8 sup | 0,016 | 0,015 | 0,054 | < 0,05 | 0,044 |
| CL8 20 m | 0,015 | 0,011 | 0,042 | < 0,05 | 0,032 |
| CL8 40 m | 0,015 | 0,011 | 0,045 | < 0,05 | 0,021 |
| CL8 fondo | 0,015 | < 0,01 | 0,037 | < 0,05 | < 0,02 |

3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il **Glicole Etilenico** è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale ovunque tranne in superficie nella stazione CL4, dove è probabilmente da considerarsi come spike (Tab. 3-III).

Tab. 3-III - Concentrazioni (mg/L) di Glicole etilenico registrate nel febbraio 2020.

| Stazione | Glicole etilenico | Stazione | Glicole etilenico |
|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| CL1 sup | < 2,2 | CL5 sup | < 2,2 |
| CL1 20 m | < 2,2 | CL5 20 m | < 2,2 |
| CL1 40 m | < 2,2 | CL5 40 m | < 2,2 |
| CL1 fondo | < 2,2 | CL5 fondo | < 2,2 |
| CL2 sup | < 2,2 | CL6 sup | < 2,2 |
| CL2 20 m | < 2,2 | CL6 20 m | < 2,2 |
| CL2 40 m | < 2,2 | CL6 40 m | < 2,2 |
| CL2 fondo | < 2,2 | CL6 fondo | < 2,2 |
| CL3 sup | < 2,2 | CL7 sup | < 2,2 |
| CL3 20 m | < 2,2 | CL7 20 m | < 2,2 |
| CL3 40 m | < 2,2 | CL7 40 m | < 2,2 |
| CL3 fondo | < 2,2 | CL7 fondo | < 2,2 |
| CL4 sup | 3,5 | CL8 sup | < 2,2 |
| CL4 20 m | < 2,2 | CL8 20 m | < 2,2 |
| CL4 40 m | < 2,2 | CL8 40 m | < 2,2 |
| CL4 fondo | < 2,2 | CL8 fondo | < 2,2 |

3.1.6. METALLI PESANTI

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nel febbraio 2020 sono riportate in Tab. 3-IV.

Tra gli elementi presi in considerazione, il **cadmio** e il **romo** sono risultati non rilevabili. L'**alluminio** è risultato presente solo sul 53% dei campioni (17 su 32). Il range delle concentrazioni è stato di 0,11-18,00 µg/L, con il massimo registrato in CL7 a 20 m di profondità.

L'**arsenico** ha mostrato valori omogeneamente distribuiti, con range di 0,21-0,31 µg/L e media complessiva di 0,25±0,03 µg/L.

Analoga distribuzione per il **bario**, le cui concentrazioni sono oscillate tra 0,57 (CL4, fondo) e 1,30 µg/L (CL4, 20 m; media complessiva pari a 0,73±0,14 µg/L).

Il range del **ferro** è stato 0,37-9,00 µg/L con media complessiva di 2,16±1,50 µg/L. E' stata riscontrata una maggiore variabilità di valori nei campioni provenienti dalle stazioni di controllo dove è stato registrato il massimo in corrispondenza di CL5 alla quota di fondo, mentre nei siti CL1-CL4 la distribuzione è risultata più omogenea.

Un'elevata dispersione delle concentrazioni ha caratterizzato anche il **mercurio**. Rilevato in soli 13 campioni (7 relativi ai siti CL1-CL4 e 6 ai siti CL5-CL8), corrispondenti al 41% del totale, ha presentato un range pari a 0,002-0,023 µg/L (media complessiva 0,008±0,007 µg/L), con il massimo sul fondo della stazione CL3.

Tab. 3-IV - Concentrazioni ($\mu\text{g/L}$; Si in mg/L) di metalli pesanti registrate nel febbraio 2020.

| Stazione | Al | As | Ba | Cd | Cr | Fe | Hg | Ni | Pb | Cu | V | Zn | In | Si |
|-----------|---------|------|------|---------|--------|------|----------|---------|---------|---------|------|---------|--------|--------|
| CL1 sup | 0,43 | 0,27 | 0,75 | < 0,010 | < 0,10 | 1,60 | 0,0024 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL1 20 m | 0,58 | 0,31 | 0,82 | < 0,010 | < 0,10 | 2,40 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,21 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL1 40 m | 0,11 | 0,25 | 0,85 | < 0,010 | < 0,10 | 2,70 | < 0,0020 | < 0,040 | 0,022 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL1 fondo | < 0,081 | 0,25 | 0,74 | < 0,010 | < 0,10 | 1,60 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL2 sup | < 0,081 | 0,21 | 0,74 | < 0,010 | < 0,10 | 1,70 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,18 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL2 20 m | < 0,081 | 0,21 | 0,68 | < 0,010 | < 0,10 | 1,80 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,18 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL2 40 m | < 0,081 | 0,22 | 0,67 | < 0,010 | < 0,10 | 1,20 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL2 fondo | 2,70 | 0,26 | 0,72 | < 0,010 | < 0,10 | 1,20 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL3 sup | 1,80 | 0,22 | 0,63 | < 0,010 | < 0,10 | 2,00 | < 0,0020 | 0,130 | < 0,020 | < 0,039 | 0,15 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL3 20 m | < 0,081 | 0,25 | 0,62 | < 0,010 | < 0,10 | 1,20 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,16 | < 0,090 | < 0,10 | 0,15 |
| CL3 40 m | 0,77 | 0,23 | 0,68 | < 0,010 | < 0,10 | 1,70 | 0,0100 | 0,120 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL3 fondo | 0,89 | 0,23 | 0,76 | < 0,010 | < 0,10 | 1,30 | 0,0230 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,20 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL4 sup | 0,24 | 0,24 | 0,99 | < 0,010 | < 0,10 | 1,30 | 0,0035 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,18 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL4 20 m | 2,20 | 0,22 | 1,30 | < 0,010 | < 0,10 | 3,70 | 0,0042 | 0,770 | < 0,020 | < 0,039 | 0,20 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL4 40 m | 0,26 | 0,24 | 0,65 | < 0,010 | < 0,10 | 1,00 | 0,0024 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,16 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL4 fondo | < 0,081 | 0,24 | 0,57 | < 0,010 | < 0,10 | 1,20 | 0,0029 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,15 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL5 sup | 1,10 | 0,24 | 0,81 | < 0,010 | < 0,10 | 3,00 | < 0,0020 | < 0,040 | 0,061 | < 0,039 | 0,18 | < 0,090 | 0,29 | 0,14 |
| CL5 20 m | < 0,081 | 0,23 | 0,64 | < 0,010 | < 0,10 | 0,67 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL5 40 m | < 0,081 | 0,30 | 0,68 | < 0,010 | < 0,10 | 3,10 | 0,0076 | 0,064 | < 0,020 | < 0,039 | 0,15 | < 0,090 | 0,16 | < 0,14 |
| CL5 fondo | < 0,081 | 0,24 | 0,59 | < 0,010 | < 0,10 | 9,00 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL6 sup | < 0,081 | 0,28 | 0,68 | < 0,010 | < 0,10 | 1,00 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | < 0,10 | 0,14 |
| CL6 20 m | < 0,081 | 0,27 | 0,62 | < 0,010 | < 0,10 | 0,86 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,16 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL6 40 m | 2,00 | 0,25 | 0,64 | < 0,010 | < 0,10 | 1,80 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,20 | < 0,090 | < 0,10 | < 0,14 |
| CL6 fondo | < 0,081 | 0,21 | 0,69 | < 0,010 | < 0,10 | 3,40 | < 0,0020 | 0,044 | < 0,020 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | < 0,10 | 0,099 |
| CL7 sup | < 0,081 | 0,21 | 0,80 | < 0,010 | < 0,10 | 1,90 | 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | 0,15 | < 0,14 |
| CL7 20 m | 18,00 | 0,24 | 0,71 | < 0,010 | < 0,10 | 1,40 | < 0,0020 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,19 | < 0,090 | 0,20 | < 0,14 |
| CL7 40 m | < 0,081 | 0,22 | 0,63 | < 0,010 | < 0,10 | 2,10 | < 0,0020 | < 0,040 | 0,026 | < 0,039 | 0,16 | < 0,090 | 0,14 | < 0,14 |
| CL7 fondo | 0,68 | 0,24 | 0,68 | < 0,010 | < 0,10 | 3,00 | < 0,0020 | < 0,040 | 0,022 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | 0,13 | < 0,14 |
| CL8 sup | 2,00 | 0,26 | 0,77 | < 0,010 | < 0,10 | 2,40 | 0,0170 | < 0,040 | < 0,020 | 1,8 | 0,20 | < 0,090 | 0,18 | < 0,14 |
| CL8 20 m | < 0,081 | 0,27 | 0,65 | < 0,010 | < 0,10 | 1,40 | 0,0048 | < 0,040 | < 0,020 | < 0,039 | 0,17 | < 0,090 | 0,16 | < 0,14 |
| CL8 40 m | 4,90 | 0,3 | 0,73 | < 0,010 | < 0,10 | 3,20 | 0,0054 | < 0,040 | 0,049 | < 0,039 | 0,18 | < 0,090 | 0,30 | < 0,14 |
| CL8 fondo | 1,70 | 0,25 | 0,78 | < 0,010 | < 0,10 | 3,20 | 0,0160 | 0,440 | 0,065 | 1,3 | 0,18 | 0,28 | 0,40 | < 0,14 |

Per quanto concerne il **nicel**, solo 6 valori equamente distribuiti tra stazioni a 100 m e quelle a 2000 m dalla piattaforma, corrispondenti al 19% del totale, sono risultati maggiori del LR, presentando un range di 0,04-0,77 $\mu\text{g/L}$ con massimo in CL4 a 20 m di profondità. Anche per il **piombo** si sono rilevati solo 6 valori utili, quasi tutti nelle stazioni di controllo. Il range è stato di 0,022-0,065 $\mu\text{g/L}$.

Il **rame** è stato quantificato solo in due campioni della stazione CL8 (superficie e fondo), con 1,8 $\mu\text{g/L}$ e 1,3 $\mu\text{g/L}$.

Una distribuzione molto omogenea ha caratterizzato il **vanadio**, presente ovunque in un range di 0,15-0,21 $\mu\text{g/L}$, con media complessiva di 0,18 \pm 0,02 $\mu\text{g/L}$.

Lo **zinco** è risultato praticamente assente (solo un valore maggiore del LR sul fondo della CL8).



L'**indio** è stato quantificato solo nelle stazioni di controllo (10 valori su 16), in un range di 0,13-0,40 µg/L e con media di $0,21 \pm 0,09$ µg/L.

Infine, il **silicio** è risultato rilevabile solo in quattro campioni (12%), di cui uno nel set di stazioni CL1-CL4 e tre nel set di controllo. Il range è stato pari a 0,10-0,15 mg/L.

3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Il grafico della pressione (fig. 3.8) denota il buon equilibrio dell'ormeggio durante l'intero semestre di osservazione; infatti, non sono avvenuti abbattimenti significativi del correntometro tali da poter creare problemi alle misure.

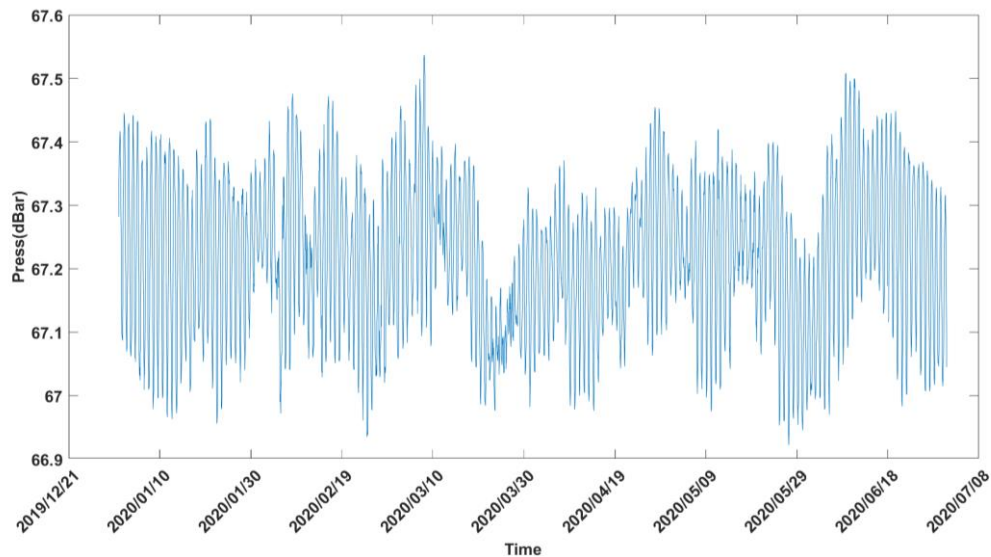


Fig. 3.8 - Pressione misurata nel periodo gennaio - giugno 2020 dal correntometro posizionato presso Clara NW.

Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.9 - 3.11), nel 1° semestre 2020 la corrente ha avuto un andamento variabile caratterizzato da oscillazioni tra le direzioni settentrionali e meridionali. In particolare, a gennaio la direzione è stata verso Sud-Est con sporadiche rotazioni verso Nord-Ovest e velocità massime fino a 0,2 m/s. Durante febbraio la direzione prevalente è rimasta Sud-Est ma con rotazioni verso Nord-Est; le velocità massime sono state le stesse di gennaio (0,2 m/s). Nei mesi di marzo e aprile la corrente ha avuto una direzione essenzialmente settentrionale, con rotazioni tra Nord-Est e Nord-Ovest e picchi fino a 0,5 m/s. Invece, a maggio e giugno la direzione è stata prevalentemente verso Sud-Est con sporadiche rotazioni verso Nord-Est. Le velocità sono state inferiori a 0,1 m/s.

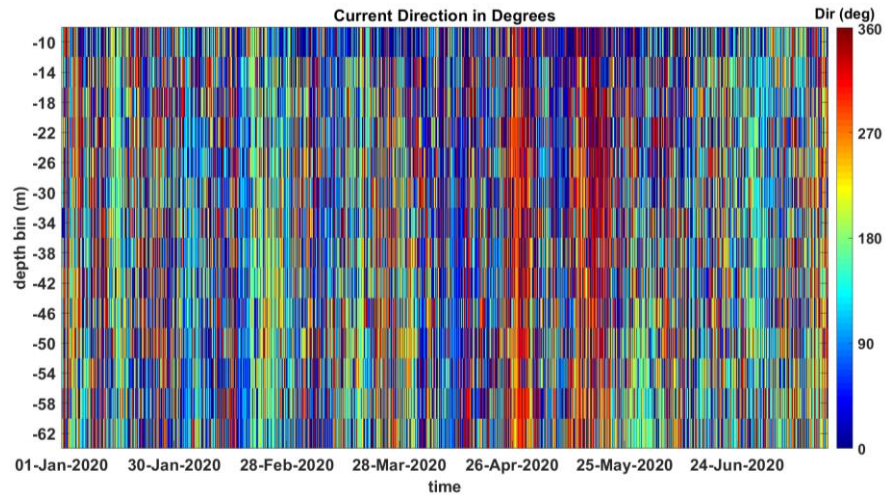


Fig. 3.9 - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - giugno 2020.

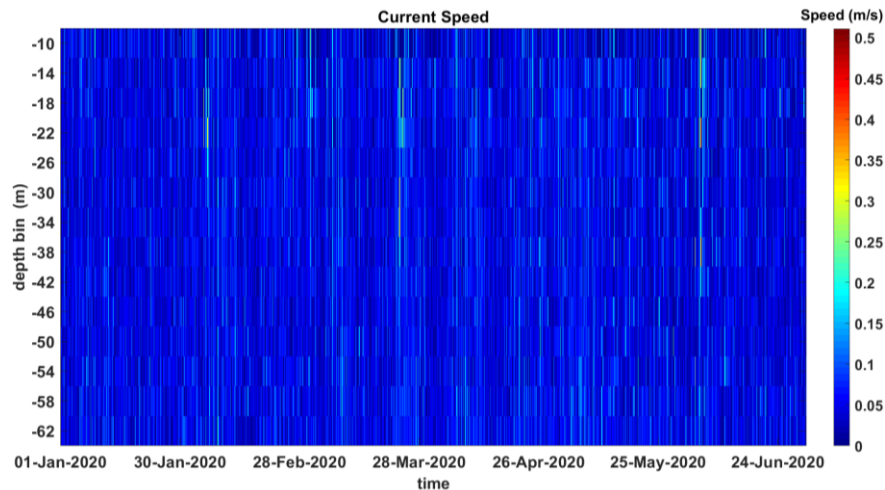


Fig. 3.10 - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - giugno 2020.

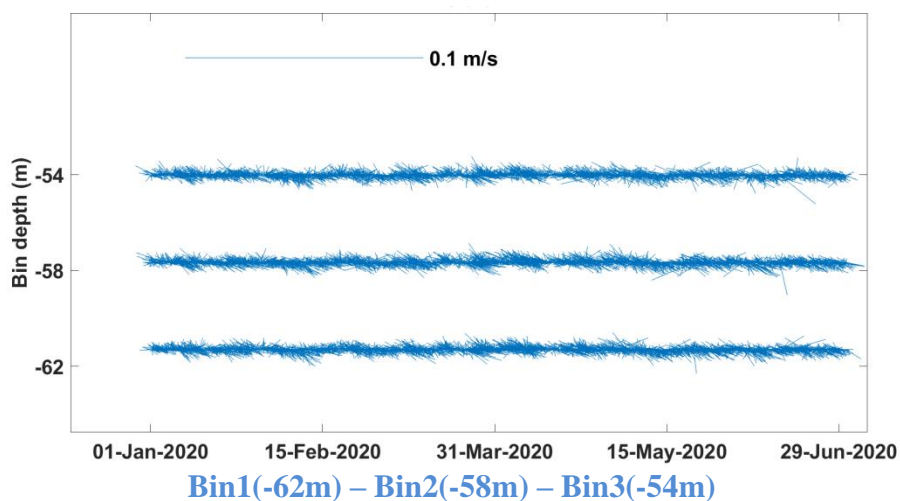


Fig. 3.11 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - giugno 2020.

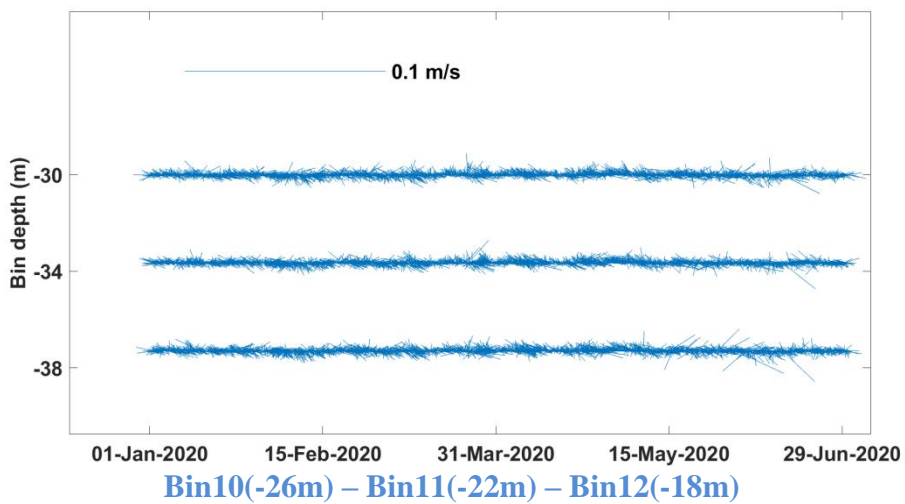
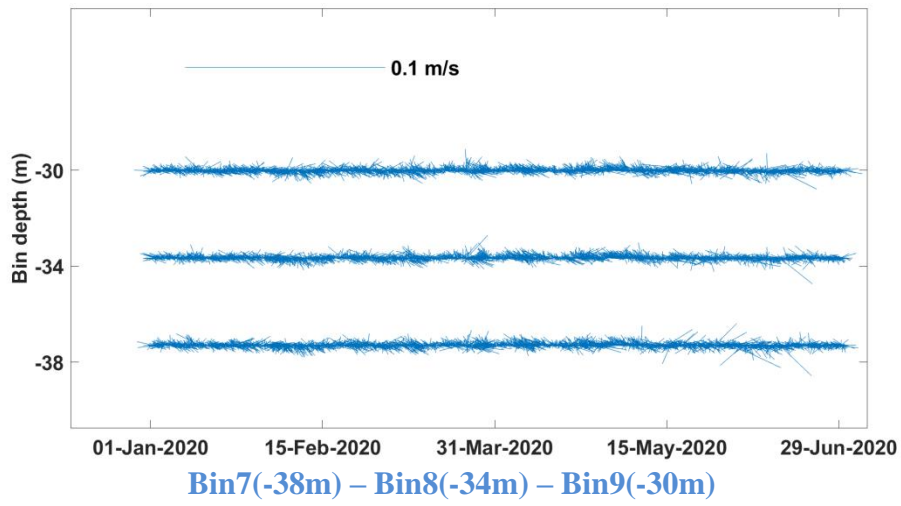
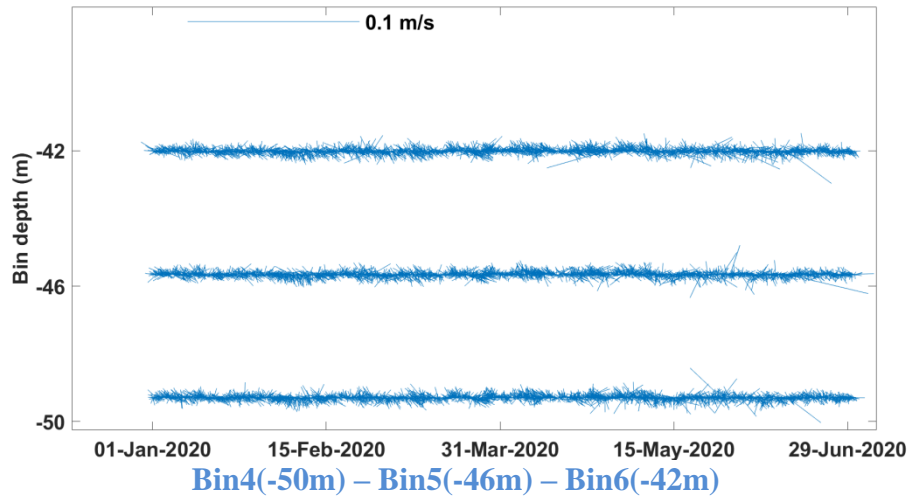


Fig. 3.11 – Continuo.

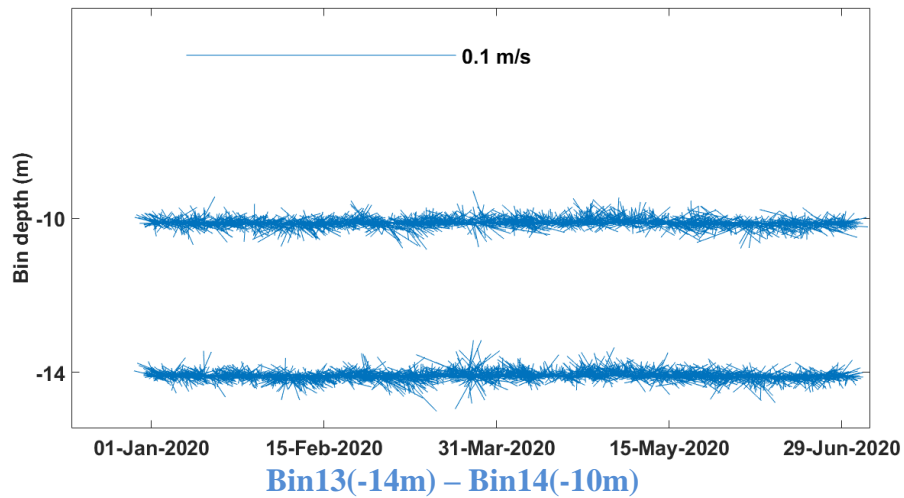


Fig. 3.11 – Continuo.

L'andamento della temperatura rilevata sul fondo durante il periodo in esame ha subito un decremento tra i mesi di gennaio e aprile, da circa 16°C a circa 13°C (fig. 3.12). Nei mesi successivi i valori sono rimasti pressoché costanti intorno ai 13°C, con un picco di 14°C a metà giugno.

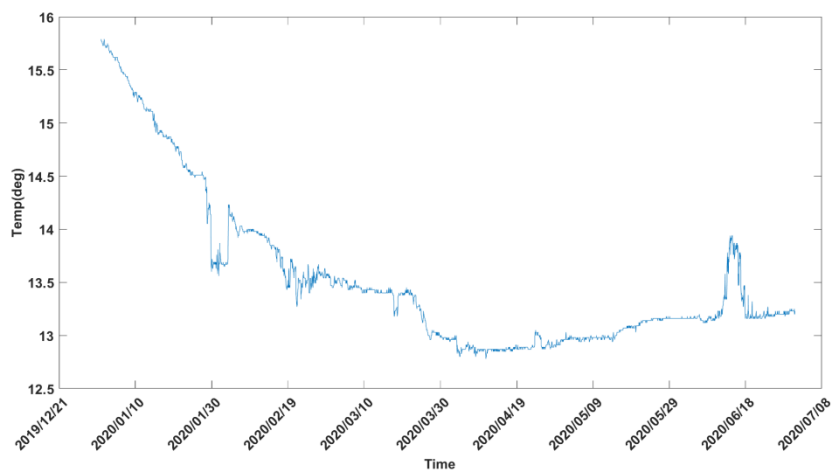


Fig. 3.12 - Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - giugno 2020.

3.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

3.3.1. DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P)

Nell'inverno 2020 gli andamenti della densità lungo i transetti indicano un chiaro incremento nei siti posizionati a 30 m dalla piattaforma (fig. 3.13) suggerendo un forte arricchimento delle comunità in corrispondenza della struttura come già rilevato in precedenza (Spagnolo *et al.*, 2021c).

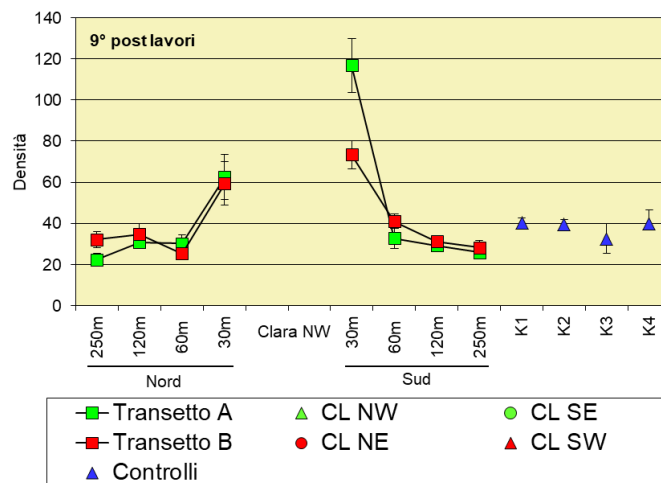


Fig. 3.13 – Densità (\pm e.s.) registrate presso i siti monitorati nell'inverno 2020. In questo survey non è stato possibile campionare i siti CL a causa del lockdown per COVID-19.

Il massimo assoluto è stato registrato in A5 ($116,83 \pm 13,04$ ind/ $0,095$ m²), valore molto simile a quello rilevato nell'estate 2019 nella medesima stazione. A 60 m di distanza dalla struttura è avvenuto un drastico decremento della densità che ha portato lungo entrambi i transetti a valori tutti comparabili con quelli dei controlli, questi ultimi oscillati tra $32,67 \pm 7,14$ (K3) e $40,17 \pm 2,32$ ind/ $0,095$ m² (K1).

Come riscontrato in tutti i campionamenti condotti dopo l'installazione, anche nel 9° survey post lavori i policheti Paraonidae hanno rappresentato il taxon più abbondante ovunque, seguiti dal mollusco gasteropode *Hyala vitrea*, dai policheti *Aphelochaeta filiformis* e *Paradiopatra calliopae* e dal crostaceo decapode *Callinassa subterranea* (Tab. 3-V). Nei siti a 30 m dalla piattaforma è stata rinvenuta una piccola componente di taxa tipici di substrati rocciosi, come ad esempio il mollusco bivalve *Anomia ephippium*, comunemente presenti sui sedimenti a ridosso della struttura.

Tab. 3-V – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell’inverno 2020. In questo campionamento non è stato possibile campionare i siti CL a causa del lockdown per COVID-19. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. AP = Biocenosi delle Alghe Fotofile; C = Bioc. del Coralligeno; DC = Bioc. del Detritico Costiero; DL= Bioc. del Detritico del Largo; HP = Bioc. delle praterie di Posidonia; Lim = limicolo; Lre = Larga Ripartizione Ecologica; MI = Bioc. dei Fondi Mobili Instabili; Minut = minuticolo; Mixt = misticolo; MO = indicatore della presenza di materia organica; Sab = Sabulicolo; Sd = substrato duro; SFBC = Bioc. delle Sabbie Fini Ben Calibrate; SVMC = Bioc. delle Sabbie Infangate di Moda Calma; VB = Bioc. dei Fanghi Batiali; VTC = Bioc. dei Fanghi Terrigeni Costieri.

| Stazione | Biocenosi | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | |
|--|-----------|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|
| | | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Distanza dalla piattaforma (m) | | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Briozoi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cellaria salicornioides</i> | Mixt | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | |
| <i>Schizoporella errata</i> | Lre | | 0,17 | | 0,33 | | | 0,33 | 0,17 | | | | | | | | | 0,33 | | | | | | | 0,17 |
| <i>Triticella flava</i> | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tubulipora sp</i> | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cnidari | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actiniaria nd | | | | | 0,17 | | | 0,17 | | | | | | 0,17 | 0,67 | | | 0,17 | | 0,17 | | | | | |
| Anthozoa nd | | | | | | | | 0,17 | | | | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | | | 1,00 | 0,17 | 0,17 | | | | | 0,17 |
| <i>Edwardsia claparedii</i> | SFBC | 0,33 | 0,67 | 0,33 | 0,33 | | | | 0,17 | | | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | | | 0,33 | | 0,83 | 0,33 | | | | 0,33 |
| <i>Epizoanthus sp</i> | | | | | 0,83 | | | 0,33 | | | | | | | 4,00 | | | | | | | | | | |
| Idrozoi | | | | | | | | 0,33 | | 0,33 | | | 0,17 | | 0,17 | | | 0,50 | 0,33 | | 0,17 | | | | 0,17 |
| Hydroidea nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Crostacei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anfipodi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acidostoma nodiferum</i> | Lre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | 0,17 |
| <i>Ampelisca brevicornis</i> | SFBC | | | | | | | | 0,17 | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | |
| <i>Eriopisa elongata</i> | VB | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | |
| <i>Harpinia dellavallei</i> | VTC | | | | 0,33 | | | 0,17 | | | | | | | | | | 0,33 | | | | | | 0,17 | 0,50 |
| <i>Leucothoe incisa</i> | SFBC | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | 0,33 | | | | | | 0,17 |
| <i>Leucothoe obova</i> | Lim | | | | | | | 0,17 | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | 0,17 | | |
| <i>Maera grossimana</i> | Sd | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Othomaera schmidtii</i> | VB | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | 0,17 | | | | | |
| <i>Paraphoxus oculus</i> | Mixt | | | | 0,17 | | | 0,17 | | | | | 0,17 | | | | | 0,33 | | | | | 0,50 | 0,50 | |
| <i>Tryphosella longidactyla</i> | VTC | | | | | | | 1,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Copepodi | | | | | | | | | | 0,33 | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | |
| Copepoda nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cumacei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eudorella truncatula</i> | Mixt | | | | 0,17 | | | | 0,17 | | 0,17 | | | | | | | | 0,17 | | | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,33 |
| <i>Alpheus glaber</i> | VTC | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | |
| Decapodi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Callinassa subterranea</i> | Lim | 2,00 | 1,50 | 1,83 | 1,83 | | | 1,67 | 1,33 | 2,17 | 2,00 | 1,50 | 1,67 | 1,33 | 1,67 | | | 1,17 | 1,83 | 2,17 | 2,00 | 3,00 | 2,33 | 1,67 | 1,67 |
| <i>Galathea dispersa</i> | DL | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | |
| <i>Goneplax rhomboides</i> | VTC | | 0,17 | | 0,33 | | | 0,50 | | | | 0,17 | 0,17 | | | | | | | | | | | | 0,33 |
| <i>Processa sp</i> | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | |
| Isopodi | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | |
| <i>Gnathia sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Isopoda nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | |
| <i>Sphaeroma serratum</i> | DC | | | | | | | | | | | | | 0,17 | 0,17 | | | | | | | | 0,33 | | |
| Ostracodi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanaidacei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Apseudes latreillii</i> | Minut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | 0,17 |
| <i>Leptognathia sp</i> | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | 0,17 | | 0,17 |
| Echinodermi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Echinoidei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brissopsis atlantica mediterranea</i> | VB | 0,17 | 0,17 | 0,33 | | | | | | | | 0,17 | | | 0,17 | | | 0,17 | | 0,33 | 0,17 | 0,17 | | | 0,17 |
| Oloturoidei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Labidoplax digitata</i> | VTC | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | 0,33 | |
| Molluschi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anomia ephippium</i> | Lre | | | | | | | | | | | | | | 1,50 | | | | | | | | | | |
| <i>Azarinus chamasolen</i> | Mixt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | |
| <i>Corbula gibba</i> | MI | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 3-V – Continuo.

| Stazione | Biocenosi | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | | | |
|------------------|------------------------------------|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-----------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 | | |
| | | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | | |
| Molluschi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvi | <i>Hemilepton nitidum</i> | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Kurtiella bidentata</i> | VTC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Modiolarca subpicta</i> | AP | 0,17 | | | | 0,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | 0,17 | |
| | <i>Nucula nitidosa</i> | Lim | | | | | | | | 0,17 | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | |
| | <i>Nucula sulcata</i> | Lim | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | |
| | <i>Thyasira biplicata</i> | Lim | | | 0,33 | 0,17 | | | 0,17 | | | | | | | | 0,33 | | 0,17 | | | | | | | | 0,17 |
| | <i>Timoclea ovata</i> | Lre | | 0,33 | 0,17 | 0,17 | | 0,83 | 0,50 | | | | | | | | 0,67 | | | | | | | | | 0,17 | |
| Caudofoveati | <i>Falcidens guttuosus</i> | Lim | | | | 0,83 | | 1,00 | | | | | | | | | 0,50 | 0,17 | | | | | | | | | |
| Gasteropodi | <i>Bela brachystoma</i> | Lre | | 0,17 | | | | | | 0,17 | | | | 0,17 | 0,17 | | 0,67 | 0,33 | 0,17 | | | | | 0,17 | | | |
| | <i>Hyala vitrea</i> | VTC | 4,17 | 6,83 | 6,83 | 8,83 | | 8,33 | 6,33 | 5,17 | 6,17 | 6,83 | 2,83 | 6,00 | 4,67 | | 10,00 | 4,83 | 5,17 | 6,17 | 8,33 | 11,17 | 9,00 | 9,17 | | | |
| | <i>Odostomia sp</i> | | | | | | | | | | 0,17 | 0,33 | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Turritella communis</i> | VTC | | 0,50 | 0,17 | | | | 0,17 | 0,17 | 0,33 | 0,17 | | | | | 0,50 | 0,33 | 0,67 | | | | | | 0,17 | 0,17 | |
| Nemertini | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nemertea nd | | 0,33 | 0,17 | | 0,67 | | 1,33 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,33 | 0,50 | | 0,83 | 0,83 | 1,00 | 0,17 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | | | | |
| Policheti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Ampharete acutifrons</i> | VTC | 0,17 | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | 0,17 | 0,17 | | | | | | |
| | Ampharetidae nd | | | | | 0,50 | | 0,67 | 0,33 | | | | | | | | 0,33 | 0,33 | | | | | | | | 0,33 | |
| | <i>Ancistargis hamata</i> | Lim | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | 0,33 | 0,33 | | | | | | | | | |
| | <i>Ancistrosyllis groenlandica</i> | VB | 0,17 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | | 0,83 | 0,33 | | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | | 0,83 | 0,50 | 0,17 | 0,67 | 0,33 | 0,67 | 0,17 | 0,50 | | | |
| | <i>Aphelochaeta filliformis</i> | MO | 1,33 | 2,17 | 2,17 | 5,00 | | 5,67 | 1,17 | 2,33 | 1,67 | 2,17 | 3,33 | 2,50 | 4,67 | | 3,67 | 4,00 | 2,00 | 3,00 | 4,17 | 1,83 | 1,00 | 4,00 | | | |
| | <i>Aphelochaeta marioni</i> | MO | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,83 | | 0,50 | | | | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 1,00 | | 1,00 | | | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,67 | | |
| | <i>Aphrodita aculeata</i> | VTC | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | |
| | Chaetopteridae nd | | 0,17 | | | 0,17 | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Chaetozone caputesocis</i> | Lim | | 0,33 | | 0,33 | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | | | | 0,33 | 0,17 | | 0,33 | 0,33 | | 0,17 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,33 | | |
| | Cirratulidae nd | | | | | | | 0,17 | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cossura soyeri</i> | Lim | | | | 0,17 | | 0,33 | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Ditrupa arietina</i> | MI | | 0,33 | 2,00 | 0,33 | | 2,17 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | | | 1,17 | | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,17 | 0,17 | | | | |
| | <i>Dorvillea rudolphii</i> | HP | | | | | | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Dilonereis filum</i> | Lim | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Filograna sp</i> | | | | | | | | | | | | 0,33 | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Glycera alba</i> | Lim | | | | | | | | 0,17 | | | 0,17 | | | | | | 0,17 | | | | | | | | |
| | <i>Glycera rouxii</i> | MO | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | |
| | <i>Glycera sp</i> | | | 0,17 | 0,33 | 0,17 | | 0,83 | 0,17 | 0,33 | | | | 0,17 | 0,33 | 0,50 | | 0,17 | 0,50 | 0,17 | | | | 0,33 | 0,33 | 0,17 | |
| | <i>Glycera tessellata</i> | Sd | | | 0,17 | 0,33 | | 0,83 | 0,17 | | | | | 0,17 | 0,17 | 0,50 | | 0,33 | | | 0,17 | | | | | | |
| | <i>Glycera tridactyla</i> | SFBC | | | | | | | | | | | | 0,17 | | 0,17 | | | | | 0,17 | | | | | | |
| | <i>Goniada maculata</i> | VTC | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | |
| | <i>Harmothoe sp</i> | | | 0,17 | 0,50 | 0,67 | | 1,00 | | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,17 | | 0,33 | | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | | | | 0,33 | |
| | <i>Hydroides norvegicus</i> | Sd | | | | | | 1,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Labioleanira yhlani</i> | VTC | 0,17 | | | | | 0,33 | | 0,50 | | | | | | | 0,17 | 0,17 | | | | | | | | | |
| | <i>Lumbrineris gracilis</i> | Sab | | | | | | | | | | | | | 0,17 | 0,17 | | | | | | | | | | | |
| | <i>Magelona allenii</i> | VTC | | | | | | 0,33 | | | | | | | | | 0,33 | | | | | | | | | | |
| | Maldanidae nd | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 3-V – Continuo.

| Stazione | Biocenosi | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | |
|--------------------------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Distanza dalla piattaforma (m) | | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Poriferi | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | | | | | | | |
| Porifera nd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sipunculidi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aspidosiphon muelleri</i> | MO | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Onchesoma steenstrupi</i> | VB | 0,17 | 0,17 | | 0,50 | | | 0,67 | | 0,33 | | | | 0,33 | 0,17 | 0,17 | | 1,67 | | 0,33 | | 0,83 | 0,83 | 0,67 | 0,67 |
| <i>Phascolion strombus</i> | Lre | | | | | | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sipuncula nd | | 0,67 | 0,50 | 0,50 | 1,67 | | | 1,50 | 1,00 | 1,67 | 1,83 | 0,67 | 2,17 | 1,00 | 2,83 | | | 4,00 | 1,67 | 1,33 | 1,67 | 2,00 | 1,17 | 1,33 | 2,17 |
| Densità totale | | 22,50 | 30,83 | 30,17 | 62,50 | | | 116,83 | 32,83 | 29,33 | 26,00 | 32,17 | 34,67 | 25,33 | 59,33 | | | 73,33 | 41,00 | 31,17 | 28,33 | 40,17 | 39,50 | 32,67 | 40,00 |
| Ricchezza specifica totale | | 27 | 35 | 28 | 48 | | | 63 | 34 | 31 | 29 | 40 | 38 | 34 | 56 | | | 47 | 40 | 38 | 31 | 38 | 38 | 34 | 39 |

Per quanto riguarda la Biomassa (fig. 3.14; Tab. 3-VI), in generale anche nell'ultimo monitoraggio sono stati registrati valori molto bassi ma, come precedentemente (Spagnolo *et al.*, 2021c), anche nell'inverno 2020 sono stati rilevati dei picchi, precisamente in A2, A3, B4 e B8, determinati ovunque da esemplari dell'echinoideo di grandi dimensioni *Brissopsis atlantica mediterranea*. Tali picchi erano caratterizzati da elevati errori standard risultando pertanto confrontabili tra loro e con le altre stazioni di campionamento.

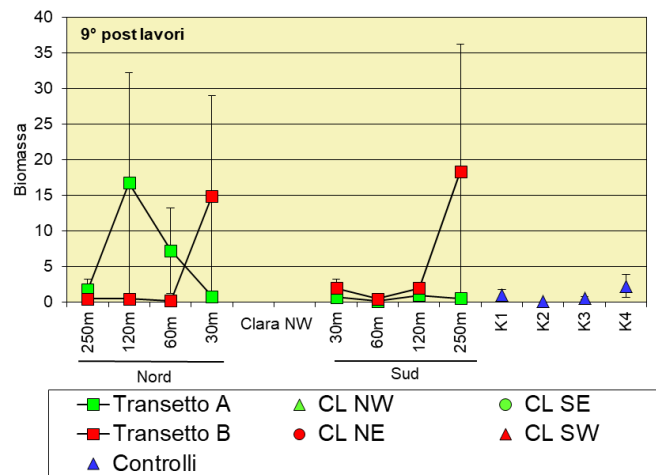


Fig. 3.14 – Biomassa (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2020 (9° survey post lavori di installazione). In questo survey non è stato possibile campionare i siti CL a causa del lockdown per COVID-19.

Tab. 3-VI – Lista e biomassa (gr. 0,095/m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 9° survey post lavori. In questo monitoraggio non è stato possibile campionare i siti CL a causa del lockdown per COVID-19.* = <0,001 gr/0,095 m².

| Stazione | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | |
|--|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Distanza dalla piattaforma (m) | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Briozoi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cellaria salicornioides</i> | | | | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | |
| <i>Schizoporella errata</i> | | 0,001 | | 0,032 | | | 0,055 | 0,011 | | | | | | | | | 0,067 | | | | | | | |
| <i>Triticella flava</i> | | * | | * | | | * | | | | | | | | | | | | | | | * | | |
| <i>Tubulipora</i> sp | | | | * | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cnidari | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antozoi | | | | | | | * | | | | | | 0,001 | 0,016 | | | 0,001 | | 0,001 | | | | | |
| <i>Actinaria</i> nd | | | | * | | | * | | | | | | 0,001 | * | | | 0,001 | | * | | | | | * |
| <i>Anthozoa</i> nd | | | | | | | * | | | | | * | 0,001 | * | | | 0,064 | * | * | | | | | * |
| <i>Edwardsia clapedii</i> | 0,057 | 0,288 | 0,244 | 0,257 | | | | | 0,028 | | | 0,092 | | | | 0,035 | * | | 0,188 | 0,073 | | | | 0,351 |
| <i>Epizoanthus</i> sp | | | | 0,005 | | | 0,001 | | | | | | | 0,124 | | | | | | | | | | |
| <i>Hydroidea</i> nd | | | | | | | * | | * | | | * | * | 0,026 | | | 0,004 | * | * | * | | | | * |
| Crosteacei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anfipodi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acidostoma nodiferum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | * | | | | * |
| <i>Ampelisca brevicornis</i> | | | | | | | * | | * | | | | * | | | | | * | * | * | | | | * |
| <i>Eriopisa elongata</i> | | | | | | | * | | * | | | | * | | | | | * | * | * | | | | * |
| <i>Harpinia dellavallei</i> | | | | * | | | * | | * | | | | * | | | | * | * | * | * | | | * | * |
| <i>Leucothoe incisa</i> | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | * | * | * | * | | | * | * |
| <i>Leucothoe oboa</i> | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | * | * | * | * | | | * | * |
| <i>Maera grossimana</i> | | | | | | | 0,001 | | * | | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| <i>Othomaera schmidtii</i> | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| <i>Paraphoxus oculatus</i> | | | | * | | | * | | * | | | * | * | | | | * | * | * | * | | | * | * |
| <i>Tryphosella longidactyla</i> | | | | | | | 0,001 | | * | | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| Copepodi | | | | | | | | | | * | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| <i>Copepoda</i> nd | | | | | | | | | | * | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| Cumacei | | | | * | | | * | | * | | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| <i>Eudorella truncatula</i> | | | | * | | | * | | * | | | * | * | | | | | * | * | * | | | * | * |
| Decapodi | | | | 0,016 | | | * | | * | | | * | * | | | | 0,033 | * | * | * | | | * | * |
| <i>Alpheus glaber</i> | | | | 0,019 | | | * | | * | | | * | * | | | | 0,012 | 0,018 | 0,030 | 0,018 | 0,039 | 0,020 | 0,015 | 0,013 |
| <i>Callinassa subterranea</i> | 0,021 | 0,028 | 0,020 | 0,019 | | | 0,014 | 0,011 | 0,019 | 0,016 | 0,020 | 0,019 | 0,011 | 0,018 | 0,097 | | 0,012 | 0,018 | 0,030 | 0,018 | 0,039 | 0,020 | 0,015 | 0,013 |
| <i>Galathea dispersa</i> | | | | | | | 0,127 | | * | | 0,006 | 0,090 | | | | | | | | | | | | 0,076 |
| <i>Goneplax rhomboides</i> | | 0,100 | | 0,097 | | | * | | * | | | | | | | | | | | | | | | 0,076 |
| <i>Processa</i> sp | | | | | | | * | | * | | | | | | | | 0,001 | * | * | * | | | | 0,076 |
| Isopodi | | | | | | | * | | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gnathia</i> sp | | | | | | | * | | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Isopoda</i> nd | | | | | | | * | | * | | | | | | | | * | * | * | * | | | | |
| <i>Sphaeroma serratum</i> | | | | | | | * | | * | | | | | | | | * | * | * | * | | | | |
| Ostracodi | | | | | | | * | | * | | | | * | * | | | | | | | 0,003 | | | |
| <i>Ostracoda</i> nd | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | | | | | 0,003 | | | |
| Tanaidacei | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | | | | | | * | * | * |
| <i>Apseudes latreillii</i> | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | | | | | | * | * | * |
| <i>Leptognathia</i> sp | | | | | | | * | | * | | | * | * | | | | | | | | | * | * | * |
| Echinodermi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Echinoidei | | | | | | | | | | | 0,138 | | | 14,107 | | | 1,344 | | 1,076 | 17,679 | 0,791 | | | 1,721 |
| <i>Brissopsis atlantica mediterranea</i> | 1,476 | 15,571 | 6,726 | | | | | | | | 0,138 | | | 14,107 | | | 1,344 | | 1,076 | 17,679 | 0,791 | | | 1,721 |
| Oloturoidei | | | | | | | | | | | 0,178 | | | | | | | | | | | | 0,123 | |
| <i>Labidoplax digitata</i> | | | | | | | | | | | 0,178 | | | | | | | | | | | | 0,123 | |
| Molluschi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvi | | | | | | | * | | * | | | | | 0,121 | | | | | | | | | | |
| <i>Anomia ephippium</i> | | | | | | | * | | * | | | | | 0,121 | | | | | | | | | | |
| <i>Azorinus chamasolen</i> | | | | | | | * | | * | | | | | 0,121 | | | | | | | | | | |
| <i>Corbula gibba</i> | | | | | | | * | | * | | | | | 0,121 | | | | | | 0,238 | | | | |

Tab. 3-VI – Continuo.

| Stazione | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Distanza dalla piattaforma (m) | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Molluschi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bivalvi | | | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | * | * | | |
| <i>Hemilepton nitidum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Kurtiella bidentata</i> | | | | | | | | | | | | | | * | | | | | | | * | * | | |
| <i>Modiolarca subpicta</i> | * | | | * | | | | | | | | | | | 0,001 | | | | | | | | | |
| <i>Nucula nitidosa</i> | | | | | | | | 0,001 | * | | | | | | | | | | | | * | | | |
| <i>Nucula sulcata</i> | | 0,218 | | | | | | | | 0,131 | | | | | | | | 0,196 | | 0,207 | | | 0,142 | |
| <i>Thyasira biplicata</i> | | | 0,008 | 0,001 | | | 0,001 | | | | | | | | | | 0,002 | | | | | | | |
| <i>Timoclea ovata</i> | | * | * | 0,001 | | | 0,011 | 0,001 | | | | | * | * | | | 0,006 | | | | | * | | |
| Caudofoveati <i>Falcidens guttuosus</i> | | | | 0,001 | | | 0,001 | | | | | | * | * | | | * | | | | | | | |
| Gasteropodi <i>Bela brachystoma</i> | | 0,001 | | | | | | * | | * | 0,001 | | | * | | | 0,001 | 0,001 | 0,001 | | 0,001 | | | |
| <i>Hyala vitrea</i> | 0,004 | 0,006 | 0,006 | 0,011 | | | 0,007 | 0,008 | 0,004 | 0,006 | 0,008 | 0,003 | 0,006 | 0,004 | | | 0,010 | 0,005 | 0,005 | 0,007 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| <i>Odostomia</i> sp | | | | | | | | | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Turritella communis</i> | | 0,306 | 0,025 | | | | 0,016 | 0,027 | 0,361 | 0,191 | | 0,164 | | 0,070 | | | 0,192 | 0,082 | 0,325 | | | | 0,109 | 0,027 |
| Nemertini | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemertea nd | * | 0,001 | | 0,071 | | | 0,123 | * | * | 0,006 | * | * | * | * | | | * | * | 0,104 | * | 0,037 | 0,001 | * | |
| Policheti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ampharete acutifrons</i> | * | | | | | | | | | | * | | | | | | * | * | | * | * | | | |
| Ampharetidae nd | | | | * | | | 0,001 | * | | | | | * | * | | | * | * | | * | * | | | * |
| <i>Ancistargis hamata</i> | | | * | | | | | | | | | | | | | | * | * | | * | * | * | * | * |
| <i>Ancistrosyllis groenlandica</i> | * | * | * | * | | | * | * | | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Aphelochaeta filiformis</i> | * | 0,001 | * | 0,001 | | | 0,001 | * | * | * | * | 0,001 | * | 0,001 | | | * | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | * | * | 0,001 |
| <i>Aphelochaeta marioni</i> | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Aphrodita aculeata</i> | | | | | | | | | | 0,105 | | 0,015 | | | | | | | 0,035 | | | | | |
| Chaetopteridae nd | * | | | * | | | | | | | 0,001 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chaetozone caputesocis</i> | | 0,001 | | * | | | * | * | 0,001 | * | | | * | 0,003 | | | * | 0,001 | | * | 0,004 | 0,001 | * | 0,001 |
| Cirratulidae nd | | | | * | | | * | * | * | * | | | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Cossura soyeri</i> | | | | * | | | * | * | * | * | | | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Ditrupe arietina</i> | | * | * | * | | | * | * | * | * | * | | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Dorvillea rudolphii</i> | | | | * | | | * | * | * | * | * | | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Drilonereis filum</i> | | | * | | | | * | * | * | * | * | | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Filograna</i> sp | | | | | | | * | * | * | * | * | | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Glycera alba</i> | | | | | | | | | 0,001 | | | | 0,001 | | | | | | 0,001 | | | | | |
| <i>Glycera rouxii</i> | | | | | | | 0,164 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Glycera</i> sp | | * | * | * | | | 0,001 | 0,002 | * | | | * | * | * | | | * | * | 0,001 | | | * | * | * |
| <i>Glycera tessellata</i> | | | 0,057 | 0,003 | | | 0,004 | 0,001 | | | 0,001 | 0,001 | | 0,002 | | | 0,002 | | 0,002 | | * | | | |
| <i>Glycera tridactyla</i> | | | | | | | | | | | 0,002 | | 0,004 | | | | | | 0,001 | | | | | |
| <i>Goniada maculata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | | | | | | |
| <i>Harmothoe</i> sp | | * | 0,001 | 0,001 | | | 0,001 | * | * | * | 0,001 | * | | 0,001 | | | * | * | * | * | * | | | 0,001 |
| <i>Hydroides norvegicus</i> | | | | | | | 0,001 | | | | | | | 0,001 | | | | | 0,001 | | | | | |
| <i>Labioleanira yhleni</i> | 0,080 | | | | | | 0,067 | | 0,411 | | | | 0,064 | 0,119 | | | 0,017 | 0,081 | | | | | | |
| <i>Lumbrineris gracilis</i> | | | | | | | | | | | * | * | | | | | * | | * | | | | | |
| <i>Magelona alleni</i> | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maldanidae nd | | 0,002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 3-VI – Continuo.

| Stazione | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Distanza dalla piattaforma (m) | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Poicheti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Marphysa bellii</i> | 0,080 | 0,185 | 0,136 | 0,193 | | | 0,015 | 0,058 | 0,084 | 0,040 | 0,052 | 0,046 | 0,067 | 0,142 | | | 0,116 | 0,017 | 0,164 | 0,108 | 0,047 | 0,022 | 0,026 | 0,096 |
| <i>Melinna palmata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,002 | | |
| <i>Micronephthys sphaerocirrata</i> | | | | | | | * | | | | * | | | | | | | | | | | * | | |
| <i>Minuspia cirrifera</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nephtys hombergi</i> | | | | | | | | 0,004 | | | | | | | | | | | | | | | * | 0,001 |
| <i>Nephtys hystricis</i> | | | | | | | | | | | 0,005 | 0,015 | | 0,018 | | | | 0,021 | 0,013 | | | | | |
| Nereididae nd | | | | * | | | 0,002 | * | * | | | | * | * | | | 0,001 | * | | | | | | |
| <i>Ninoe armoricana</i> | * | 0,010 | 0,001 | 0,022 | | | 0,009 | 0,001 | | 0,003 | 0,008 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | | | 0,004 | 0,001 | | | 0,007 | * | 0,003 | 0,002 |
| <i>Notomastus aberans</i> | 0,001 | 0,005 | | | | | | | 0,007 | 0,001 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | * | | | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,006 | 0,003 | 0,006 | 0,003 |
| <i>Ophelina cylindricaudata</i> | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Ophiodromus flexuosus</i> | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Paradiopatra calliopae</i> | 0,001 | * | 0,001 | 0,001 | | | 0,009 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | * | | | 0,004 | 0,001 | * | * | * | * | * | * |
| <i>Paralacydonia paradoxa</i> | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Paraonidae nd | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | | | 0,006 | 0,001 | * | 0,001 | 0,001 | 0,001 | * | 0,002 | | | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,001 |
| <i>Paraprionospio pinnata</i> | | | 0,001 | | | | | 0,001 | | | | * | | | | | | | | | | | 0,001 | * |
| <i>Pectinaria koreni</i> | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phylodoce</i> sp | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phylo foetida</i> | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,006 | | 0,006 |
| Pilargidae nd | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Pilargis verrucosa</i> | * | | | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Poecilochetus serpens</i> | | | | | | | | 0,001 | | | | | | | | | | * | | | * | * | | |
| <i>Pomatoceros triqueter</i> | | | | | | | | | | | | | | 0,002 | | | | | | | | | | |
| <i>Praxillella gracilis</i> | | | | 0,009 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Prionospio</i> sp | | | | * | | | 0,001 | | * | | | | | | | | * | | * | | * | * | * | 0,001 |
| Sabellidae nd | | | | | | | | | | | | 0,007 | | 0,010 | | | | | * | | | | | |
| <i>Scalibregma inflatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,001 | | 0,001 | | | * |
| <i>Scolaricia capensis</i> | | | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scoletoma impatiens</i> | | | | | | | * | | * | * | * | * | * | * | | | | | | | * | * | * | * |
| <i>Scoletoma</i> sp | | * | * | * | | | 0,001 | * | * | * | * | * | * | * | | | 0,001 | * | 0,003 | * | * | 0,001 | 0,004 | 0,001 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | * | * | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Serpula concharum</i> | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Serpulidae nd | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Sigambra tentaculata</i> | | | | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Sphaerodoridae nd | | * | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Spionidae nd | * | * | * | 0,001 | | | * | * | * | 0,001 | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Spiophanes bombyx</i> | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Sternaspis scutata</i> | | | | 0,009 | | | | | | | | | * | 0,005 | | | | | | | | | 0,012 | 0,005 |
| <i>Syllis parapari</i> | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Syllis</i> sp | * | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Terebellidae nd | | | | | | | | | | | | 0,001 | | | | | | | * | | | | | |
| <i>Terebellides stroemi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,002 | | | | | |
| <i>Thelepus cincinnatus</i> | | | | | | | 0,008 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 3-VI – Continuo.

| Stazione | Transetto A | | | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | |
|--------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Distanza dalla piattaforma (m) | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 250 | 120 | 60 | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 250 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Poriferi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porifera nd | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,001 | | | | | | | |
| Sipunculidi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aspidosiphon muelleri</i> | | | | | | | * | | | | | | | | 0,001 | | | | | | | | | |
| <i>Onchnesoma steenstrupi</i> | * | 0,001 | | 0,001 | | | * | | * | | | 0,001 | * | * | | | 0,001 | | 0,001 | | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| <i>Phascolion strombus</i> | | | | | | | * | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sipuncula nd | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | | | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,003 | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,010 | | | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,011 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 |
| Biomassa totale | 1,724 | 16,725 | 7,228 | 0,758 | | | 0,656 | 0,133 | 0,925 | 0,507 | 0,428 | 0,473 | 0,163 | 14,913 | | | 1,928 | 0,431 | 1,962 | 18,371 | 0,953 | 0,072 | 0,533 | 2,244 |

3.3.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

Analogamente a quanto osservato sin dall'inizio del monitoraggio della piattaforma Clara NW (Spagnolo *et al.*, 2021c), i popolamenti bentonici rinvenuti nell'inverno 2020 sono risultati prevalentemente composti da taxa tipici di fondo mobile e, in particolare, da organismi limicoli (Lim), seguiti dagli indicatori di materia organica nel sedimento (MO) e/o sabulicoli (Sab) e/o misticoli (Mixt; Tab. 3-VIIa). Presso A5 e B4 hanno raggiunto un discreto numero anche le specie tipiche di substrato duro (Sd).

Anche in termini di numero di individui i Lim sono apparsi i meglio rappresentati ovunque seguiti dagli organismi MO.

Tab. 3-VII – Numero di taxa (a) e di individui (b) rinvenuti nell'inverno 2020 determinati a livello di specie suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-V. Si ricorda che a causa dell'emergenza COVID-19 non è stato possibile campionare le stazioni CL.

| A | Transetto A | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|----|----|----|-------|-------|----|----|-------------|----|----|----|----|----|-------|-------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Limicoli (Lim, VTC, VB, DL) | 11 | 13 | 12 | 17 | | | 19 | 12 | 11 | 11 | 12 | 14 | 13 | 18 | | | 17 | 18 | 11 | 12 | 16 | 12 | 17 | 15 |
| Sabulicoli (Sab, SFBC) | 3 | 2 | 2 | 3 | | | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | | | 4 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| Misticoli (Mixt, DC, DL, SVMC) | | | 1 | 3 | | | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 4 | 4 | 1 | 3 |
| Indicatori di Materia Organica (MO) | 4 | 4 | 3 | 4 | | | 6 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | | | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Minuticoli (Minut) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Fondi mobili instabili (MI) | | 1 | 1 | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Substrato duro (Sd, HP, C, AP) | 1 | | | 2 | | | 5 | 1 | | | 3 | 1 | | 4 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | |
| Larga ripartizione ecologica (Lre) | 1 | 4 | 1 | 2 | | | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | | | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |

| B | Transetto A | | | | | | | | Transetto B | | | | | | | | Controlli | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | CL NW | CL SE | A5 | A6 | A7 | A8 | B1 | B2 | B3 | B4 | CL NE | CL SW | B5 | B6 | B7 | B8 | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Limicoli (Lim, VTC, VB, DL) | 9,50 | 13,00 | 13,17 | 19,50 | | | 26,00 | 12,50 | 11,50 | 10,83 | 12,67 | 10,33 | 10,50 | 12,17 | | | 22,83 | 12,00 | 10,67 | 11,33 | 17,00 | 17,50 | 14,33 | 16,00 |
| Sabulicoli (Sab, SFBC) | 0,83 | 1,17 | 0,67 | 0,67 | | | 1,67 | 0,83 | 0,50 | 0,17 | 0,83 | 0,67 | 0,50 | 0,83 | | | 1,00 | 0,33 | 2,00 | 0,50 | 0,17 | 0,50 | 0,00 | 0,67 |
| Misticoli (Mixt, DC, DL, SVMC) | | | 0,17 | 0,50 | | | 0,67 | 0,17 | | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,17 | 0,17 | | | 0,33 | 0,17 | | 0,17 | 1,50 | 1,33 | 0,17 | 0,67 |
| Indicatori di Materia Organica (MO) | 2,17 | 3,33 | 3,00 | 6,67 | | | 8,50 | 2,17 | 3,50 | 2,50 | 3,83 | 5,17 | 3,33 | 6,83 | | | 5,50 | 4,50 | 3,00 | 3,67 | 5,67 | 3,67 | 2,00 | 6,17 |
| Minuticoli (Minut) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,33 |
| Fondi mobili instabili (MI) | | 0,33 | 2,00 | 0,33 | | | 2,33 | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | | | 1,17 | | | 0,50 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,50 | 0,17 | 0,17 | |
| Substrato duro (Sd, HP, C, AP) | 0,17 | | 0,17 | 0,67 | | | 3,17 | 0,17 | | | 0,50 | 0,17 | | 1,33 | | | 0,33 | | 0,17 | | | 0,17 | | |
| Larga ripartizione ecologica (Lre) | 0,33 | 1,00 | 0,17 | 0,50 | | | 1,50 | 0,67 | 0,50 | 0,33 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 2,33 | | | 1,67 | 1,00 | 0,67 | 0,33 | 1,17 | 2,17 | 0,33 | 0,67 |

3.3.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica della dominanza della dominanza sono stati considerati i 18 taxa che nell'inverno 2020 hanno complessivamente costituito l'83% delle comunità bentoniche, includendo i rimanenti nella categoria "altro" (fig. 3.15).

Analogamente a tutti i survey condotti sinora (Spagnolo *et al.*, 2021c), i policheti della famiglia Paraonidae hanno costituito il taxon più importante ovunque, rappresentando tra il 24% (A2) e il 50% (A5) dei popolamenti presenti entro 250 m da Clara NW e tra il 23% (K1 e K4) e il 32% (K3) ai controlli.

Al 2° e/o 3° posto si sono collocati *H. vitrea*, *A. filiformis* e/o *C. subterranea*.

La categoria "altro" ha costituito dal 10% (A1) al 29% (B4) dei popolamenti rinvenuti lungo i transetti e nei siti CL e dal 14% (K2) al 17% (K1 e K4) ai controlli.

Le curve di dominanza cumulativa (fig. 3.16) hanno separato le stazioni A5 e B4 da tutte le altre in generale a causa del maggior numero di specie rilevato in questi siti.

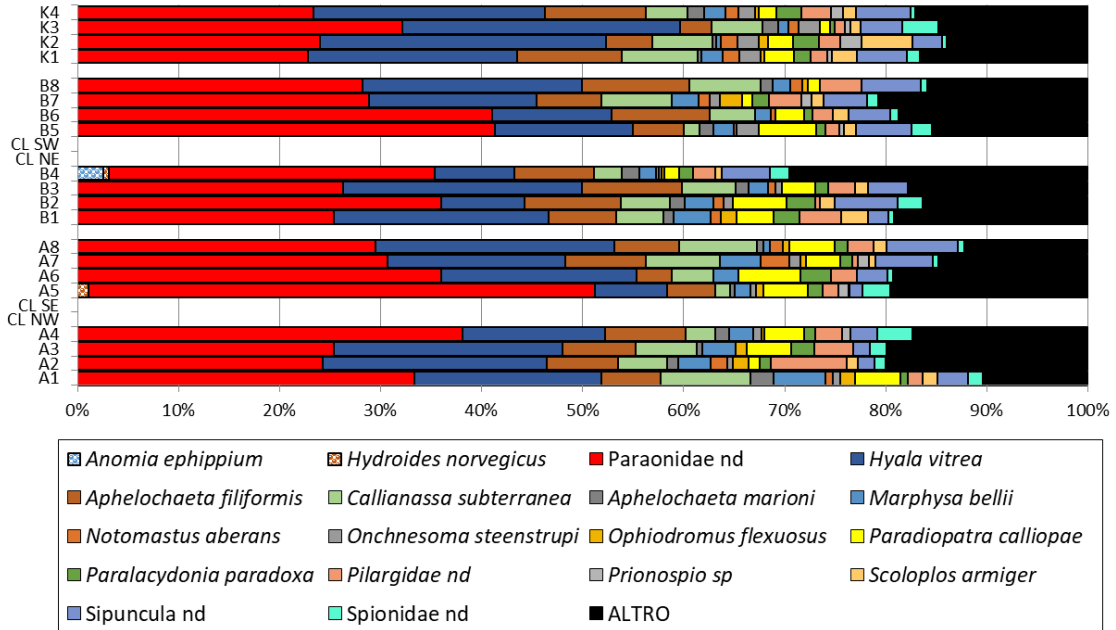


Fig. 3.15 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nel 9° survey post lavori di installazione (inverno 2020). A causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare le stazioni CL.

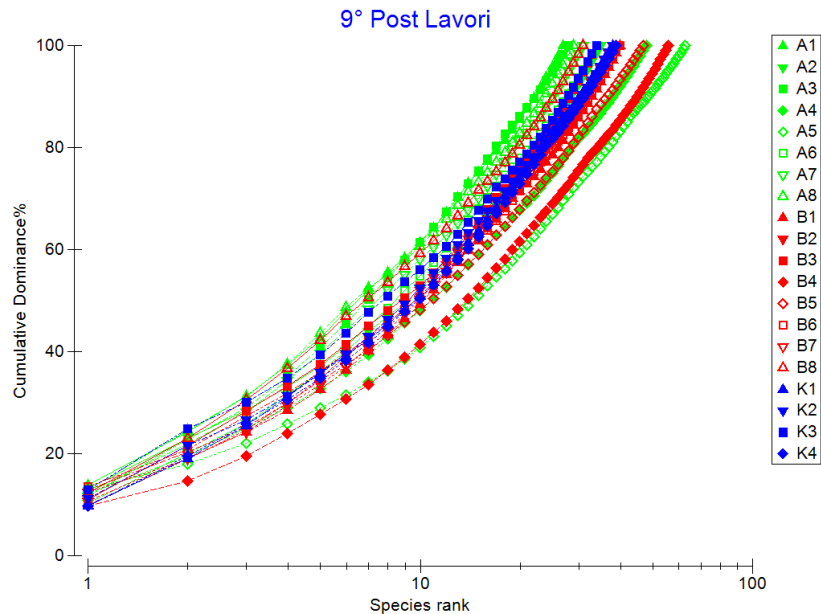


Fig. 3.16 - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'inverno 2020.

3.3.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nell'inverno 2020 in tutta l'area monitorata sono stati rinvenuti 124 taxa appartenenti prevalentemente ai policheti (69), ai crostacei e ai molluschi (23 e 15 rispettivamente). E' stata registrata anche la presenza di 5 cnidari, 4 briozoi, 4 sipunculidi, 2 echinodermi, oltre a 1 emertino e a 1 porifero (Tab. 3-V). Il quantitativo di taxa raggiunto in quest'ultimo monitoraggio è inferiore rispetto a quelli registrati dal 3° anno dall'entrata in produzione di Clara NW (Spagnolo *et al.*, 2021c), ma occorre precisare a tale proposito che i dati mancanti relativi alle stazioni CL hanno senza alcun dubbio influito su tale risultato essendo di norma caratterizzati da un numero elevato di taxa esclusivamente rinvenuti presso di essi.

A conferma del maggiore arricchimento nei dintorni della struttura sono i valori registrati nei 4 siti a 30 m (fig. 3.17), tutti superiori sia a quelli delle altre stazioni A e B poste a maggiori distanze, sia ai controlli, con il massimo assoluto stagionale raggiunto in A5 (63). Da 60 m a 250 m dalla piattaforma S è risultata simile o inferiore a quella dei riferimenti. I policheti sono risultati il gruppo sistematico più numeroso anche analizzando le singole stazioni, seguiti da crostacei e/o dai molluschi. Gli echinodermi, rappresentati al massimo da due taxa (B1), sono stati rinvenuti in metà delle stazioni campionate.

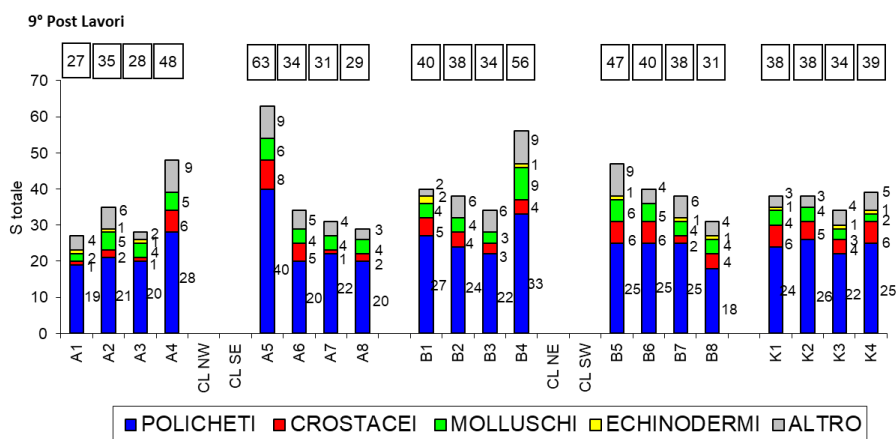


Fig. 3.17 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'inverno 2020. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri). A causa del COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

3.3.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S_m)

Analogamente ai survey precedenti (Spagnolo *et al.*, 2021c), anche nel 9° post lavori S_m ha presentato lo stesso trend osservato per la Ricchezza specifica totale (fig. 3.18). Tutti i siti

dei transetti eccetto quelli a 30 m dalla piattaforma sono risultati molto simili tra loro e con i controlli dove S_m è variata tra $11,33 \pm 7,14$ (K3) e $15,67 \pm 2,14$ (K4).

A 30 m è evidente anche per questo indice un notevole incremento che ha portato al massimo stagionale ($26,67 \pm 3,07$) in A5, suggerendo un forte arricchimento delle comunità in prossimità di Clara NW già osservato sin dal 2° anno post installazione.

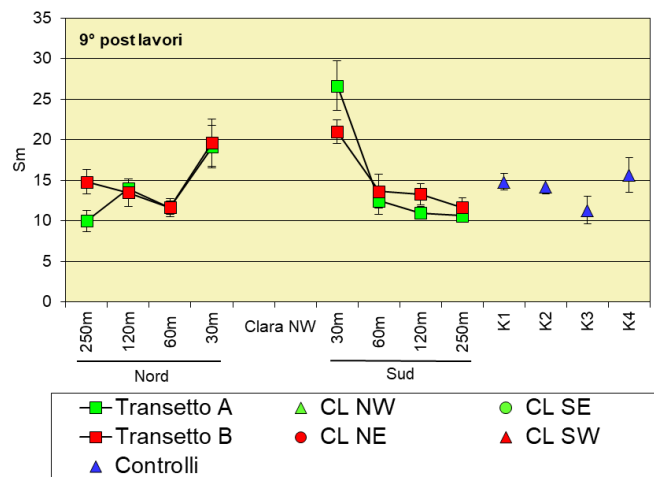


Fig. 3.18 - Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2020. A causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

3.3.6. DIVERSITÀ SPECIFICA (H')

Diversamente dagli altri indici precedentemente descritti, per la Diversità specifica non è avvenuto un incremento a 30 m di distanza dalla piattaforma a causa dell'elevato contributo dei policheti paraonidi anche in questi siti (fig. 3.19; cfr. Cap. 3.3.3.).

Pertanto, in questo caso, tutte le stazioni dei transetti sono apparse comparabili con i controlli.

I valori più bassi sono stati rilevati in A1 e K3 ($1,90 \pm 0,11$ e $1,91 \pm 0,13$ rispettivamente) sia per la forte dominanza dei due taxa principali (paraonidi e *H. vitrea*) che, da soli, hanno rappresentato il 52% e il 60% in queste due stazioni, sia per la bassa Ricchezza specifica. Il massimo assoluto è stato raggiunto in A2 ($2,28 \pm 0,09$; praticamente identico a B1: $2,27 \pm 0,10$), comunque anch'esso nel range dei riferimenti.

Ad ogni modo, non si riscontrano particolari variazioni rispetto a quanto osservato nel survey precedente se non un decremento in A5 e A7 essenzialmente determinato da un popolamento meno ricco in specie (Spagnolo *et al.*, 2021c).

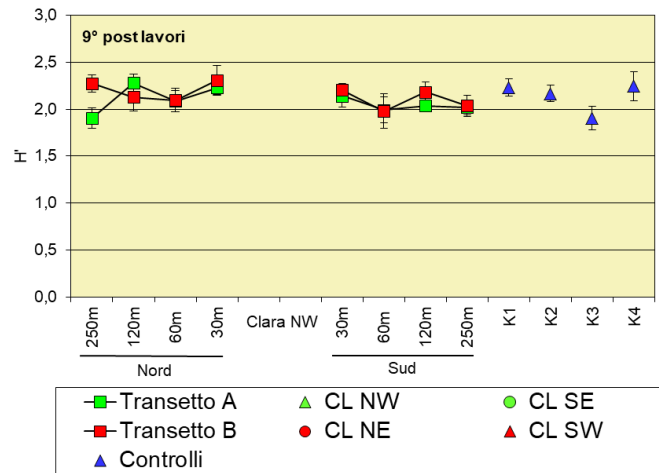


Fig. 3.19 - Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2020. A causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

3.3.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

L'MDS applicato ai dati di densità delle singole specie monitorate nell'inverno 2020 ha evidenziato 2 cluster (similarità del 60%), il primo rappresentato da tutte le stazioni escluse quelle poste a 30 m dalla piattaforma e il secondo comprendente questi 4 siti (fig. 3.20a), caratterizzati dalla presenza esclusiva di taxa tipici di substrati rocciosi quali quelli riportati a titolo di esempio nelle figg. 3.20b – 3.20d, oltre che da maggiori quantitativi di alcuni taxa principali e rinvenuti ovunque (figg. 3.20e – 3.20f). Le altre stazioni dei transetti hanno in comune con i controlli una notevole omogeneità sia in termini di presenza/assenza di taxa che di quantità di individui.

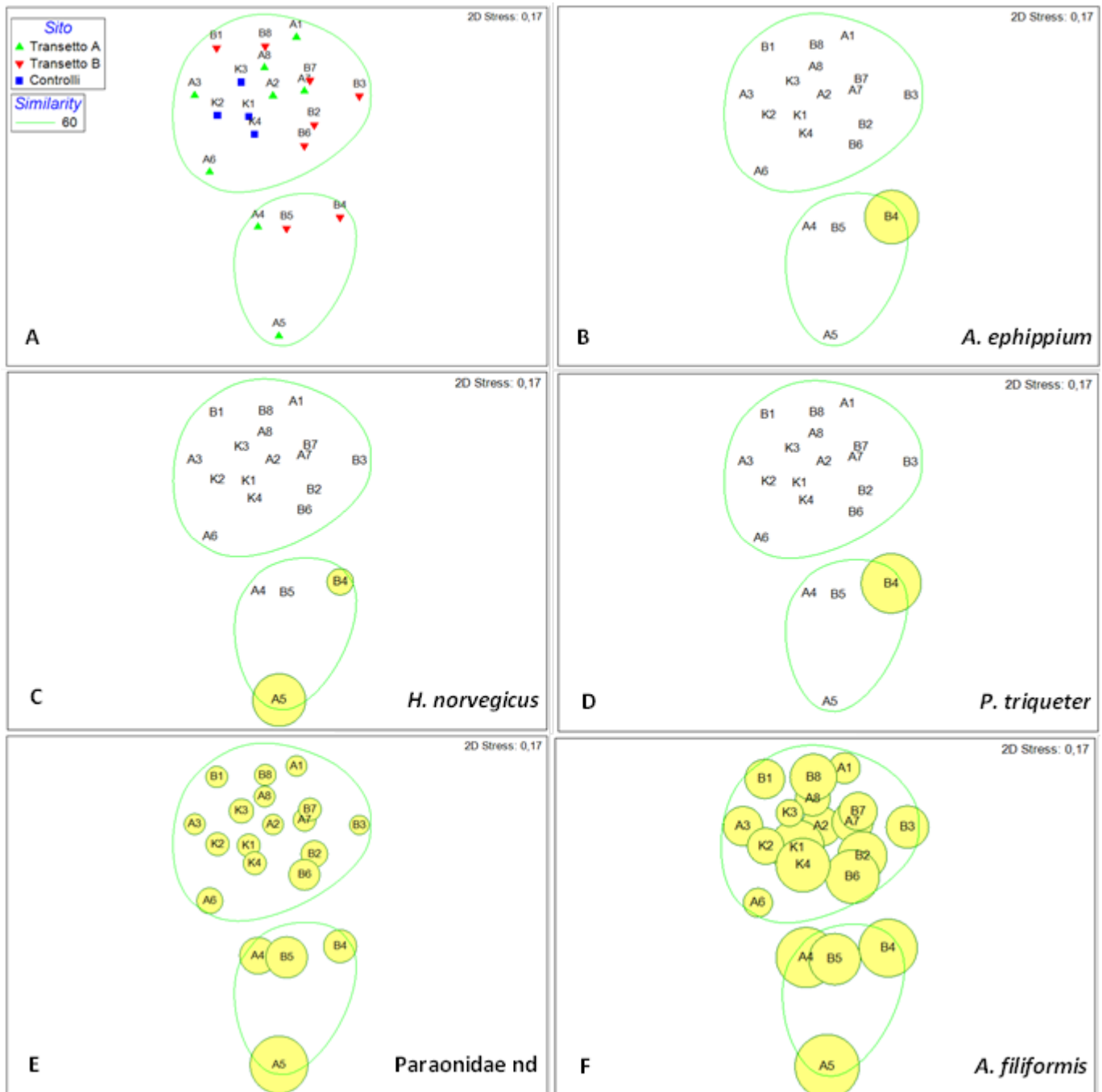


Fig. 3.20 – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nel 9° survey post lavori di installazione (inverno 2020) tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi gialli indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie. Si ricorda che a causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

3.3.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

3.3.8.1 Indice W di Clarke

Nell'inverno 2020 l'indice W di Clarke ha classificato la maggior parte delle stazioni campionate lungo i transetti e 3 controlli come leggermente disturbate (Tab. 3-VIII). Sono

invece risultati moderatamente disturbati i siti A5, A6 e K2, confermando pienamente i risultati relativi all'estate 2018 (Spagnolo *et al.*, 2021c).

Tab. 3-VIII – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nell'inverno 2020. Si ricorda che a causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

| | Stazione | W | Classificazione ambientale |
|----------------|----------|--------------------------|----------------------------|
| 9° Post lavori | A1 | 0,479 | Leggermente disturbato |
| | A2 | 0,549 | Leggermente disturbato |
| | A3 | 0,503 | Leggermente disturbato |
| | A4 | 0,320 | Leggermente disturbato |
| | CL NW | | |
| | CL SE | | |
| | A5 | 0,280 | Moderatamente disturbato |
| | A6 | 0,256 | Moderatamente disturbato |
| | A7 | 0,430 | Leggermente disturbato |
| | A8 | 0,373 | Leggermente disturbato |
| | B1 | 0,388 | Leggermente disturbato |
| | B2 | 0,333 | Leggermente disturbato |
| | B3 | 0,323 | Leggermente disturbato |
| | B4 | 0,481 | Leggermente disturbato |
| | CL NE | | |
| | CL SW | | |
| | B5 | 0,339 | Leggermente disturbato |
| | B6 | 0,360 | Leggermente disturbato |
| | B7 | 0,431 | Leggermente disturbato |
| | B8 | 0,533 | Leggermente disturbato |
| K1 | 0,402 | Leggermente disturbato | |
| K2 | 0,217 | Moderatamente disturbato | |
| K3 | 0,351 | Leggermente disturbato | |
| K4 | 0,453 | Leggermente disturbato | |

3.3.8.2 Indice AMBI

Secondo l'indice AMBI, nell'inverno 2020 l'ambiente circostante la piattaforma Clara NW così come le aree di controllo erano non disturbate o solo leggermente disturbate (Tab. 3-IX). I taxa molto sensibili o indifferenti all'arricchimento organico (rispettivamente appartenenti al I e al II gruppo ecologico) sono risultati quelli più importanti percentualmente, seguiti dai tolleranti (III gruppo ecologico). In tutti i survey precedenti (Spagnolo *et al.*, 2021c) vi era stata una predominanza di questi ultimi con rare eccezioni. Poco rilevanti gli opportunisti di II ordine (IV gruppo ecologico) e completamente assenti quelli di I ordine (V gruppo ecologico).

Tab. 3-IX – Suddivisione percentuale nei 5 gruppi ecologici (I = specie molto sensibili; II = specie indifferenti all’arricchimento organico; III = specie tolleranti; IV = specie opportuniste di II ordine; V = specie opportuniste di I ordine) dei taxa rinvenuti nell’inverno 2020 e classificazione del disturbo ambientale secondo l’indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione. Si ricorda che a causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

| | Stazione | I(%) | II(%) | III(%) | IV(%) | V(%) | Mean AMBI | Classificazione ambientale |
|----------------|----------|------|-------|--------|-------|-------|------------------------|----------------------------|
| 9° Post lavori | A1 | 32,6 | 43,0 | 22,2 | 2,2 | 0 | 1,411 | Leggermente disturbato |
| | A2 | 42,4 | 35,9 | 19,6 | 2,2 | 0 | 1,223 | Leggermente disturbato |
| | A3 | 41,7 | 38,9 | 18,3 | 1,1 | 0 | 1,183 | Non disturbato |
| | A4 | 32,5 | 47,4 | 17,3 | 2,7 | 0 | 1,354 | Leggermente disturbato |
| | CL NW | | | | | | | |
| | CL SE | | | | | | | |
| | A5 | 24,2 | 61,1 | 12,3 | 2,3 | 0 | 1,391 | Leggermente disturbato |
| | A6 | 41,8 | 47,4 | 9,7 | 1,0 | 0 | 1,048 | Non disturbato |
| | A7 | 35,5 | 41,9 | 21,5 | 1,2 | 0 | 1,326 | Leggermente disturbato |
| | A8 | 42,2 | 37,0 | 19,5 | 1,3 | 0 | 1,198 | Non disturbato |
| | B1 | 37,3 | 44,0 | 17,1 | 1,6 | 0 | 1,244 | Leggermente disturbato |
| | B2 | 26,9 | 49,0 | 22,1 | 1,9 | 0 | 1,486 | Leggermente disturbato |
| | B3 | 39,9 | 35,1 | 20,9 | 4,1 | 0 | 1,338 | Leggermente disturbato |
| | B4 | 37,3 | 44,1 | 16,4 | 2,3 | 0 | 1,254 | Leggermente disturbato |
| | B5 | 35,6 | 50,6 | 12,0 | 1,8 | 0 | 1,200 | Non disturbato |
| | B6 | 28,7 | 50,0 | 20,1 | 1,2 | 0 | 1,408 | Leggermente disturbato |
| | B7 | 31,4 | 44,9 | 23,8 | 0,0 | 0 | 1,386 | Leggermente disturbato |
| | B8 | 38,5 | 33,7 | 26,0 | 1,8 | 0 | 1,367 | Leggermente disturbato |
| | K1 | 37,5 | 33,8 | 27,5 | 1,3 | 0 | 1,388 | Leggermente disturbato |
| | K2 | 43,1 | 33,6 | 22,0 | 1,3 | 0 | 1,222 | Leggermente disturbato |
| K3 | 40,7 | 41,2 | 15,5 | 2,6 | 0 | 1,198 | Non disturbato | |
| K4 | 40,5 | 35,9 | 20,7 | 3,0 | 0 | 1,291 | Leggermente disturbato | |

3.3.8.3 Indice BENTIX

Il BENTIX ha fornito risultati più pessimistici rispetto agli altri due indici come in tutti i monitoraggi precedenti (Spagnolo *et al.*, 2021c), classificando tutte le stazioni come moderatamente disturbate eccetto B4 caratterizzato da un disturbo lieve (Tab. 3-X).

3.3.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XI è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni campionate nell’inverno 2020 e derivato dalla combinazione dei tre indici. In quest’ultimo survey lo stato è risultato compreso tra buono e moderato con una prevalenza di buono/moderato sia lungo i transetti, sia ai controlli, suggerendo uniformità tra l’area circostante la piattaforma e le aree non influenzate dalla struttura. Rispetto al monitoraggio precedente (Spagnolo *et al.*, 2021c) la situazione è rimasta stabile in oltre la metà delle stazioni campionate, è migliorata in 6 (5 lungo i transetti e 1 controllo) ed è leggermente peggiorata in A7 e K2.

Tab. 3-X – Valori dell'indice BENTIX ottenuti per i siti monitorati nell'inverno 2020. Si ricorda che a causa del lockdown per COVID-19 non è stato possibile campionare i siti CL.

| | Stazione | BENTIX | Classificazione ambientale |
|----------------|----------|--------------------------|----------------------------|
| 9° Post lavori | A1 | 3,21 | Moderatamente disturbato |
| | A2 | 3,24 | Moderatamente disturbato |
| | A3 | 3,19 | Moderatamente disturbato |
| | A4 | 3,07 | Moderatamente disturbato |
| | CL NW | | |
| | CL SE | | |
| | A5 | 2,93 | Moderatamente disturbato |
| | A6 | 3,20 | Moderatamente disturbato |
| | A7 | 3,23 | Moderatamente disturbato |
| | A8 | 3,15 | Moderatamente disturbato |
| | B1 | 3,33 | Moderatamente disturbato |
| | B2 | 3,33 | Moderatamente disturbato |
| | B3 | 3,07 | Moderatamente disturbato |
| | B4 | 3,56 | Leggermente disturbato |
| | CL NE | | |
| | CL SW | | |
| | B5 | 3,20 | Moderatamente disturbato |
| | B6 | 3,14 | Moderatamente disturbato |
| | B7 | 3,24 | Moderatamente disturbato |
| | B8 | 3,14 | Moderatamente disturbato |
| K1 | 3,24 | Moderatamente disturbato | |
| K2 | 2,92 | Moderatamente disturbato | |
| K3 | 2,96 | Moderatamente disturbato | |
| K4 | 3,21 | Moderatamente disturbato | |

Tab. 3-XI - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici. Si ricorda che a causa del lockdown per COVID-19 nell'inverno 2020 non è stato possibile campionare i siti CL.

| | Stazione | W | AMBI | BENTIX | Stato ecologico |
|----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
| | | Classificazione ambientale | Classificazione ambientale | Classificazione ambientale | |
| 9° Post lavori | A1 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | A2 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | A3 | Leggermente disturbato | Non disturbato | Moderatamente disturbato | Buono |
| | A4 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | CL NW | | | | |
| | CL SE | | | | |
| | A5 | Moderatamente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Moderato |
| | A6 | Moderatamente disturbato | Non disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | A7 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | A8 | Leggermente disturbato | Non disturbato | Moderatamente disturbato | Buono |
| | B1 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | B2 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | B3 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | B4 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Buono |
| | CL NE | | | | |
| | CL SW | | | | |
| | B5 | Leggermente disturbato | Non disturbato | Moderatamente disturbato | Buono |
| | B6 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | B7 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| | B8 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato |
| K1 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato | |
| K2 | Moderatamente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Moderato | |
| K3 | Leggermente disturbato | Non disturbato | Moderatamente disturbato | Buono | |
| K4 | Leggermente disturbato | Leggermente disturbato | Moderatamente disturbato | Buono/moderato | |

3.4. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

Si ricorda che questa tipologia di indagini nel 1° semestre 2020 è stata effettuata nei mesi di febbraio, maggio e giugno per le motivazioni riportate nel Cap. 2.1.7.

3.4.1. CAMPIONAMENTI DI PESCA

3.4.1.1 Ricchezza specifica (S) e Diversità specifica (H')

Complessivamente sono state censite 31 specie (27 pesci, 2 molluschi e 2 crostacei), di cui 17 catturate attorno a Clara NW (16 pesci e 1 mollusco; Tab. 3-XII). Presso il controllo C1 sono state censite 12 specie (9 pesci, 1 mollusco e 2 crostacei; Tab. 3-XIII) mentre in C2 ne sono state catturate 10 (8 pesci, 1 mollusco e 1 crostaceo; Tab. 3-XIV).

Tab. 3-XII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso la **piattaforma Clara NW** condotti nel 1° semestre 2020.

| | | | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) |
|--------------------------------------|----|----|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|--------------|
| Molluschi | | | | | | | | | | |
| <i>Sepia officinalis</i> | B | NA | 3,34 | 0,89 | | | | | 3,34 | 0,89 |
| Molluschi Totale | | | 3,34 | 0,89 | | | | | 3,34 | 0,89 |
| Pesci | | | | | | | | | | |
| <i>Scorpaena notata</i> | B | AT | | | | | 1,67 | 0,06 | 1,67 | 0,06 |
| <i>Scorpaena porcus</i> | B | AT | | | 3,34 | 0,49 | | | 3,34 | 0,49 |
| <i>Scorpaena scrofa</i> | B | AT | | | 3,34 | 0,61 | 1,67 | 0,14 | 5,01 | 0,75 |
| <i>Lophius budegassa</i> | B | NA | 1,67 | 0,22 | | | | | 1,67 | 0,22 |
| <i>Phycis blennoides</i> | B | NA | | | | | 1,67 | 0,49 | 1,67 | 0,49 |
| <i>Psetta maxima</i> | B | NA | 1,67 | 3,38 | | | | | 1,67 | 3,38 |
| <i>Pagrus pagrus</i> | NB | AT | | | | | 1,67 | 0,12 | 1,67 | 0,12 |
| <i>Merluccius merluccius</i> | NB | NA | 1,67 | 0,56 | 3,34 | 1,21 | | | 5,01 | 1,76 |
| <i>Pagellus acarne</i> | NB | NA | | | | | 1,67 | 0,13 | 1,67 | 0,13 |
| <i>Pagellus bogaraveo</i> | NB | PA | 13,37 | 0,51 | 1,67 | 0,06 | 3,34 | 0,14 | 18,38 | 0,72 |
| <i>Trisopterus minutus capelanus</i> | NB | PA | 6,69 | 0,21 | | | | | 6,69 | 0,21 |
| <i>Boops boops</i> | P | PA | 135,38 | 8,60 | 18,38 | 1,63 | 13,37 | 1,28 | 167,13 | 11,51 |
| <i>Scomber japonicus</i> | P | PA | 5,01 | 0,94 | | | | | 5,01 | 0,94 |
| <i>Spicara smaris</i> | P | PA | 1,67 | 0,07 | | | | | 1,67 | 0,07 |
| <i>Trachurus mediterraneus</i> | P | PA | 8,36 | 0,42 | 3,34 | 0,42 | 13,37 | 2,36 | 25,07 | 3,20 |
| <i>Trachurus trachurus</i> | P | PA | 8,36 | 0,51 | 3,34 | 0,21 | 1,67 | 0,15 | 13,37 | 0,87 |
| Pesci Totale | | | 183,84 | 15,43 | 36,77 | 4,62 | 40,11 | 4,87 | 260,72 | 24,91 |
| Totale complessivo | | | 187,19 | 16,31 | 36,77 | 4,62 | 40,11 | 4,87 | 264,07 | 25,80 |

La maggior parte delle specie rinvenute nei pressi della piattaforma (14 su 17) è risultata esclusiva di quest'area; si tratta di tutte specie ittiche, in particolare *Boops boops*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagrus pagrus*, *Phycis blennoides*, *Psetta maxima*, *Scomber japonicus*, *Scorpaena notata*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Spicara smaris*, *Trachurus mediterraneus*, *Trachurus trachurus* e *Trisopterus minutus capelanus*.

Il mollusco *Illex coindetii* e le specie ittiche *Raja clavata*, *Scyliorhinus canicula* e *Uranoscopus scaber* sono state catturate esclusivamente in C2, mentre il crostaceo

Parapenaeus longirostris e i pesci *Citharus linguatula*, *Microchirus variegatus*, *Raja miraletus*, *Solea solea*, e *Trigloporus lastoviza* sono stati censiti solo in C1.

La Ricchezza specifica totale media (S_m) è risultata maggiore presso il sito di estrazione rispetto ad entrambi i controlli, nonostante questa differenza non sia risultata statisticamente significativa a casua del basso numero di campioni (Tabb. 3-XV e 3-XVI).

Tab. 3-XIII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **controllo C1** condotti nel 1° semestre 2020.

| | Febbraio | | Maggio | | Giugno | | Totale complessivo | | | |
|---------------------------------|----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
| | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | | |
| Crostacei | | | | | | | | | | |
| <i>Nephrops norvegicus</i> | B | NA | 1,67 | 0,18 | | | 1,67 | 0,05 | 3,33 | 0,23 |
| <i>Parapenaeus longirostris</i> | B | NA | | | | | 1,67 | 0,01 | 1,67 | 0,01 |
| Crostacei Totale | | | 1,67 | 0,18 | | | 3,33 | 0,06 | 5,00 | 0,24 |
| Molluschi | | | | | | | | | | |
| <i>Sepia officinalis</i> | B | NA | 1,67 | 0,92 | | | | | 1,67 | 0,92 |
| Molluschi Totale | | | 1,67 | 0,92 | | | | | 1,67 | 0,92 |
| Pesci | | | | | | | | | | |
| <i>Chelidonichthys lucerna</i> | B | NA | 1,67 | 0,11 | | | | | 1,67 | 0,11 |
| <i>Citharus linguatula</i> | B | NA | | | 1,67 | 0,04 | | | 1,67 | 0,04 |
| <i>Microchirus variegatus</i> | B | NA | | | 1,67 | 0,04 | | | 1,67 | 0,04 |
| <i>Mullus barbatus</i> | B | NA | | | 1,67 | 0,04 | 3,33 | 0,10 | 5,00 | 0,14 |
| <i>Raja asterias</i> | B | NA | 1,67 | 2,00 | | | | | 1,67 | 2,00 |
| <i>Raja miraletus</i> | B | NA | | | 1,67 | 0,48 | | | 1,67 | 0,48 |
| <i>Solea solea</i> | B | NA | 1,67 | 0,58 | | | | | 1,67 | 0,58 |
| <i>Trigloporus lastoviza</i> | B | NA | | | | | 1,67 | 0,07 | 1,67 | 0,07 |
| <i>Merluccius merluccius</i> | NB | NA | | | 1,67 | 0,59 | 1,67 | 0,58 | 3,33 | 1,17 |
| Pesci Totale | | | 5,00 | 2,69 | 8,33 | 1,19 | 6,67 | 0,75 | 20,00 | 4,63 |
| Totale complessivo | | | 8,33 | 3,79 | 8,33 | 1,19 | 10,00 | 0,81 | 26,67 | 5,78 |

Tab. 3-XIV - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **controllo C2** condotti nel 1° semestre 2020.

| | Febbraio | | Maggio | | Giugno | | Totale complessivo | | | |
|--------------------------------|----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|
| | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | N. ind | P (Kg) | | |
| Crostacei | | | | | | | | | | |
| <i>Nephrops norvegicus</i> | B | NA | 1,66 | 0,18 | 1,66 | 0,33 | 3,32 | 0,39 | 6,64 | 0,90 |
| Crostacei Totale | | | 1,66 | 0,18 | 1,66 | 0,33 | 3,32 | 0,39 | 6,64 | 0,90 |
| Molluschi | | | | | | | | | | |
| <i>Illex coindetii</i> | P | NA | | | 3,32 | 0,28 | | | 3,32 | 0,28 |
| Molluschi Totale | | | | | 3,32 | 0,28 | | | 3,32 | 0,28 |
| Pesci | | | | | | | | | | |
| <i>Chelidonichthys lucerna</i> | B | NA | 1,66 | 0,17 | | | 1,66 | 0,43 | 3,32 | 0,60 |
| <i>Lophius budegassa</i> | B | NA | 1,66 | 0,30 | 1,66 | 0,47 | | | 3,32 | 0,77 |
| <i>Mullus barbatus</i> | B | NA | | | | | 1,66 | 0,06 | 1,66 | 0,06 |
| <i>Raja asterias</i> | B | NA | 1,66 | 1,93 | | | 1,66 | 1,52 | 3,32 | 3,45 |
| <i>Raja clavata</i> | B | NA | | | | | 1,66 | 1,20 | 1,66 | 1,20 |
| <i>Scyllorhinus canicula</i> | B | NA | | | | | 1,66 | 0,34 | 1,66 | 0,34 |
| <i>Uranoscopus scaber</i> | B | NA | | | | | 1,66 | 0,16 | 1,66 | 0,16 |
| <i>Merluccius merluccius</i> | NB | NA | | | 1,66 | 0,83 | | | 1,66 | 0,83 |
| Pesci Totale | | | 4,98 | 2,40 | 3,32 | 1,30 | 9,96 | 3,72 | 18,26 | 7,41 |
| Totale complessivo | | | 6,64 | 2,58 | 8,30 | 1,91 | 13,28 | 4,11 | 28,22 | 8,59 |

Tab. 3-XV Valori medi (\pm e.s.) ottenuti per i vari indici nel 1° semestre 2020 presso la piattaforma Clara NW e le due aree di controllo. N = n. ind/500m/12h; P = kg/500m/12h.

| | Clara NW | C1 | C2 |
|--------|-------------------|-----------------|-----------------|
| S_m | 9,0 \pm 1,15 | 5,0 \pm 0,0 | 5,0 \pm 0,0 |
| H'_m | 0,64 \pm 0,07 | 0,69 \pm 0,01 | 0,66 \pm 0,01 |
| N_m | 88,02 \pm 49,59 | 8,88 \pm 0,55 | 9,40 \pm 0,55 |
| P_m | 8,59 \pm 3,85 | 1,92 \pm 0,93 | 2,86 \pm 0,93 |

Tab. 3-XVI – Risultati del t-test applicato ai valori di Ricchezza specifica media (S_m), diversità specifica (H'), abbondanza (N) e biomassa (P).

| S_m | Clara NW | C2 |
|-------|----------|-------|
| C1 | 0,074 | 1,000 |
| C2 | 0,060 | |
| H' | Clara NW | C2 |
| C1 | 0,559 | 0,798 |
| C2 | 0,819 | |
| N | Clara NW | C2 |
| C1 | 0,066 | 0,822 |
| C2 | 0,055 | |
| P | Clara NW | C2 |
| C1 | 0,077 | 0,463 |
| C2 | 0,152 | |

Analizzando i dati mensili (fig. 3.21), la Ricchezza specifica (S) relativa al sito di estrazione ha presentato un decremento tra febbraio e maggio e una leggera ripresa a giugno. I valori relativi ai controlli sono sempre stati inferiori: C1 è stato caratterizzato da un'assoluta stabilità temporale ($S = 5$), mentre in C2 è avvenuta una ripresa a giugno.

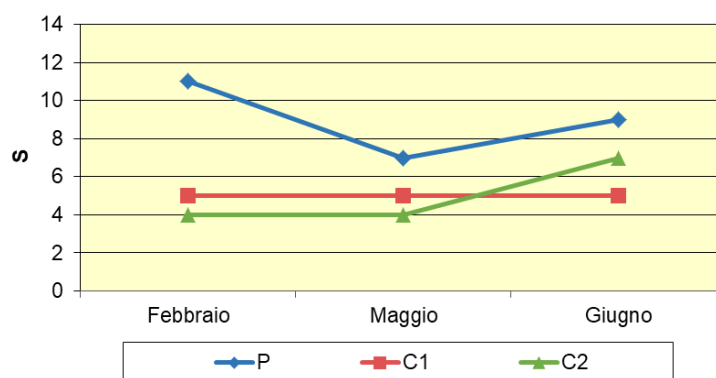


Fig. 3.21 - Ricchezza specifica (S_{tot}) ottenuta per la piattaforma Clara NW e per i due siti di controllo nel 1° semestre 2020.

La Diversità specifica è risultata mediamente omogenea tra i tre siti (Tabb. 3-XV e 3-XVI). L'andamento mensile relativo alla piattaforma è risultato crescente nel tempo, con un

valore dapprima inferiore a quello dei controlli a febbraio a causa di *B. boops* i cui individui hanno rappresentato il 74% della cattura totale, e poi confrontabile (fig. 3.22). I trend dei due controlli sono risultati identici a quelli di S.

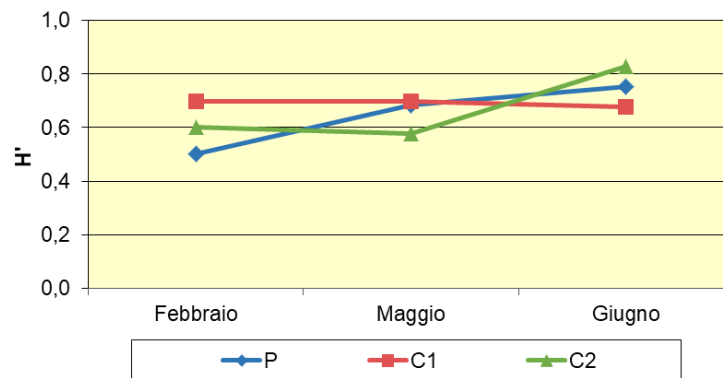


Fig. 3.22 - Diversità specifica ottenuta per la piattaforma Clara NW e per i due siti di controllo nel 1° semestre 2020.

3.4.1.2 Rendimenti di pesca e composizione delle catture

Anche i rendimenti di pesca medi, sia in termini numerici che ponderali, relativi ai tre siti sono risultati statisticamente confrontabili fra di loro a causa dell'elevata variabilità riscontrata in piattaforma (Tabb. Tabb. 3-XV e 3-XVI).

Presso la struttura i due trend sono apparsi identici con valori sempre maggiori rispetto ai controlli e massimi a febbraio (187,19 ind/500m/12h e 16,31 kg/500m/12h) e con una netta riduzione maggio (36,77 ind/500m/12h e 4,62 kg/500m/12h), rimanendo poi stabili a giugno (fig. 3.23).

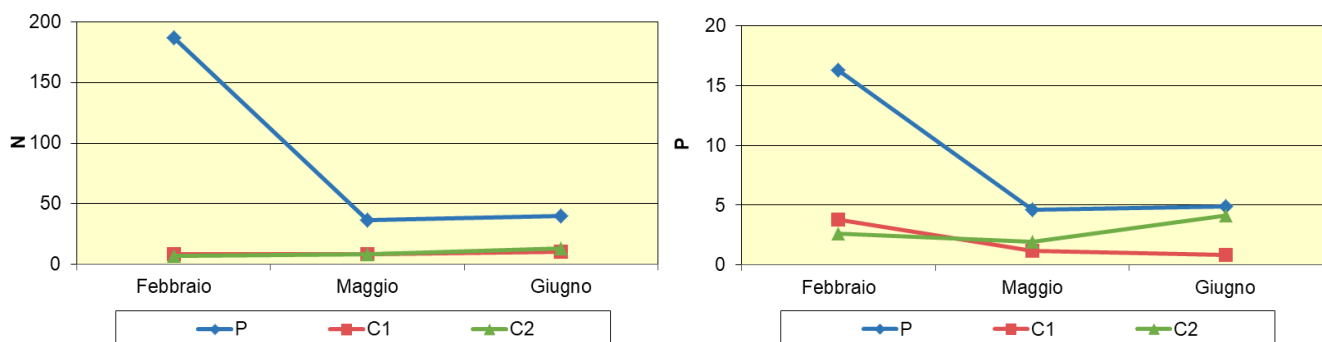


Fig. 3.23 - Rendimenti di pesca in termini numerici (N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso Clara NW e nelle zone di controllo nel 1° semestre 2020.

Gli andamenti in numero nei due controlli sono risultati praticamente identici tra loro e

caratterizzati da un incremento a giugno, passando da 8,33 ind/500m/12h (C1) e 6,64 ind/500m/12h (C2) di febbraio a 10,00 ind/500m/12h (C1) e 13,28 ind/500m/12h (C2) a fine periodo. I termini ponderali è avvenuto un costante decremento in C1, mentre C2 ha presentato una ripresa a giugno quando ha raggiunto un valore (4,11 kg/500m/12h) simile a quello di Clara NW.

I pesci hanno costituito la frazione dominante delle catture sia in termini numerici che ponderali (fig. 3.24).

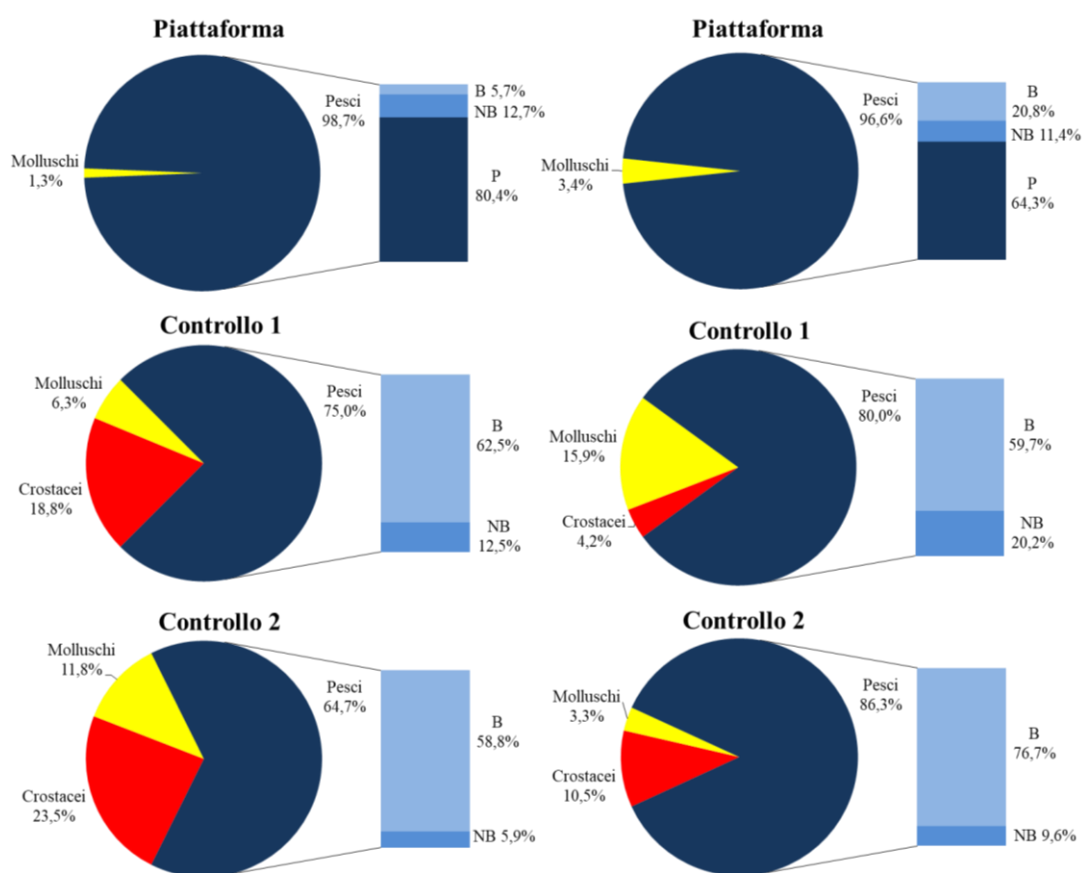


Fig. 3.24 - Composizione percentuale delle catture in numero (sinistra) e in peso (destra) effettuate nel 1° semestre 2020 presso Clara NW e nei due siti di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

Pesci bentonici – In totale sono state censite 17 specie ittiche appartenenti a questo gruppo, di cui 6 nel sito di estrazione, 8 in C1 e 7 in C2 (Tabb. 3-XII – 3-XIV). Presso Clara NW i pesci bentonici sono risultati, rispetto agli altri gruppi di pesci, i secondi in termini ponderali (20,8%) e i meno importanti in termini numerici (5,7%). In entrambi

controlli, invece, i bentonici hanno rappresentato il primo gruppo sia in numero (C1: 62,5%; C2: 58,8%) che in peso (C1: 59,7%; C2: 76,7%) grazie alle catture di diversi individui appartenenti a specie diverse e di esemplari di grossa taglia di *Raja asterias*.

Pesci necto- bentonici – Complessivamente sono state catturate 5 specie ittiche di cui tutte presso la piattaforma, e una (*Merluccius merluccius*) in entrambi i controlli (Tabb. 3-XII – 3-XIV). Questo gruppo è risultato presso Clara NW il meno importante dal punto di vista ponderale (11,4%) e il secondo in termini numerici (12,7%) grazie alla catture di *P. bogaraveo*. Ai controlli i necto-bentonici si sono piazzati al 2° posto sia in numero (C1: 12,5%; C2: 5,9%) che in peso (C1: 20,2%; C2: 9,6%).

Pesci pelagici – In totale sono state censite 5 specie ittiche pelagiche esclusivamente nei dintorni di Clara NW (Tabb. 3-XII – 3-XIV). La frazione dei pesci pelagici ha rappresentato il gruppo più importante in piattaforma sia in numero (80,4%) che in peso (64,3%), grazie alle costanti catture della specie *B. boops* risultate particolarmente abbondanti a febbraio.

Crostacei – Questo sub-phylum è stato rappresentato da 2 specie presenti unicamente nei controlli (entrambe in C1 e una in C2; Tabb. 3-XII – 3-XIV). Numericamente hanno costituito la frazione più importante dopo i pesci in entrambe le aree (C1: 18,8%; C2: 23,5%), grazie alle catture di *Nephrops norvegicus*; in peso sono risultati secondi in C2 con il 10,5% e terzi in C1 (4,2%).

Molluschi – Per questo Phylum sono state censite 2 specie, *Seppia officinalis* presso Clara NW e C1 e *Illex coindetii* in C2 (Tabb. 3-XII – 3-XIV), risultando il meno rappresentato in termini numerici in tutte le tre aree (P: 1,3%; C1: 6,3%; C2: 11,8%) e ponderali in piattaforma e in C2 (3,4% e 3,3% rispettivamente). In C1 hanno costituito il 15,9% della biomassa totale posizionandosi al 2° posto dopo i pesci.

3.4.1.3 Affinità delle specie catturate con i substrati duri

L'analisi della composizione delle catture effettuate presso Clara NW secondo il grado di affinità delle specie con i substrati duri (fig. 3.25) ha evidenziato un'elevata presenza di specie ittiche pelagiche PA, sia numericamente che dal punto di vista ponderale, principalmente per le catture di *B. boops* ma anche per quelle di *T. mediterraneus* e *T. trachurus*. Numericamente seguono le specie ittiche necto-bentoniche PA, confrontabili comunque con tutti gli altri gruppi ad eccezione dei molluschi bentonici NA, e i pesci

bentonici AT rappresentati da specie appartenenti alla famiglia degli scorpenidi.

In termini ponderali dopo i pelagici PA sono apparsi meglio rappresentati i pesci bentonici NA e AT, grazie alla presenza nelle catture di *P. maxima* e *S. scrofa*.

Nei due controlli è stato rilevato un andamento simile sia in numero che in peso per quanto concerne l'andamento delle categorie principali. In entrambe le aree, infatti, è risultato preponderante il gruppo dei pesci bentonici NA per le catture di *R. asterias* in C1 e di *R. asterias*, *R. Clavata* e *L. budegassa* in C2, seguito dai crostacei bentonici NA e dai pesci necto-bentonici NA. In entrambi i riferimenti non sono state rilevate specie PA o AT.

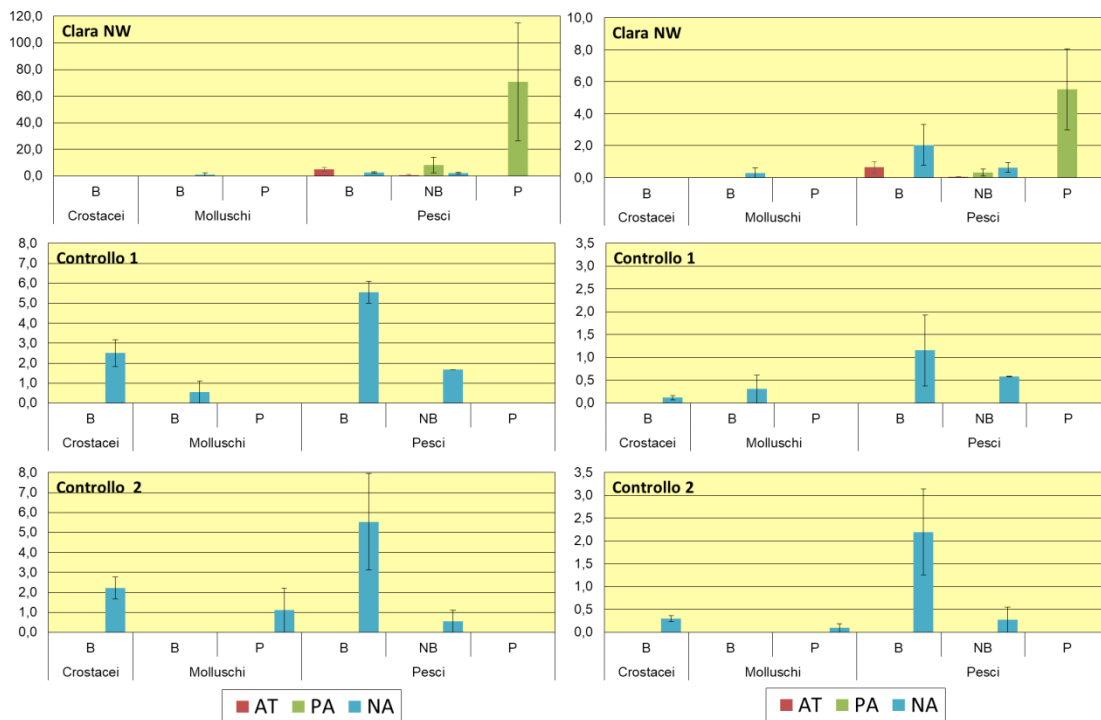


Fig. 3.25 - Numero (n. ind./500m/12h) e peso (kg/500m/12h) medi (\pm e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) relativi alle catture effettuate nel 1° semestre 2020 nei tre siti. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

3.4.2. INVESTIGAZIONI ACUSTICHE

Nel **febbraio** 2020 sono stati rilevati 44 banchi di pesce distribuiti principalmente nel settore Est dell'area indagata, di cui nessuno entro 300 m da Clara NW (fig. 3.26; Tab. 3-XVII). Il banco più distante, osservato a 1021,296 m, era il n. 40, mentre quello più vicino alla struttura era il n. 21 (326,344 m di distanza). L'aggregazione n. 7 ha presentato le caratteristiche metriche maggiori in termini di superficie (24173,347 m²), volume (15520,515 m³) e lunghezza in direzione NS (74,039 m; Tab. 3-XVIII). Questo banco è

anche risultato anche quello più disaggregato essendo stati osservati 300 vacuoli corrispondenti a un volume dei vuoti pari a 187,564 m³, ovvero l'1,2% del totale. La maggiore lunghezza lungo la direttrice EW (64,397 m) ha caratterizzato invece il banco n. 43. Le aggregazioni sono state sondate tra 42,302 m (n. 16) e 74,396 m di profondità (n. 14).

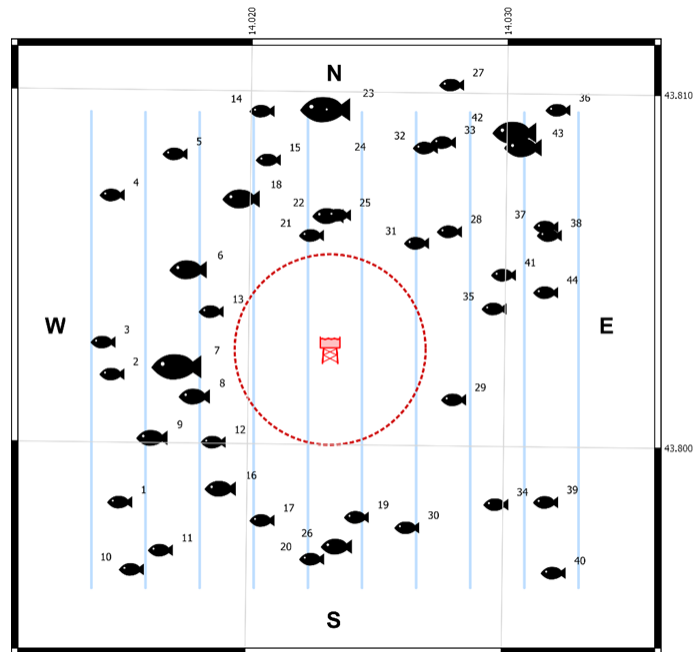


Fig. 3.26 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel **febbraio** 2020. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XVII - Distanza (m) da Clara NW dei banchi di pesce individuati nel **febbraio** 2020.

| Banco | Distanza da Clara NW (m) | Banco | Distanza da Clara NW (m) | Banco | Distanza da Clara NW (m) |
|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|
| 1 | 838,396 | 16 | 594,228 | 31 | 403,403 |
| 2 | 693,033 | 17 | 613,636 | 32 | 668,236 |
| 3 | 711,528 | 18 | 500,663 | 33 | 710,248 |
| 4 | 817,230 | 19 | 572,104 | 34 | 741,226 |
| 5 | 754,619 | 20 | 699,883 | 35 | 524,775 |
| 6 | 483,865 | 21 | 326,344 | 36 | 1013,504 |
| 7 | 496,164 | 22 | 372,986 | 37 | 763,422 |
| 8 | 467,012 | 24 | 713,661 | 38 | 761,552 |
| 9 | 645,408 | 25 | 386,212 | 39 | 854,171 |
| 10 | 959,159 | 26 | 667,924 | 40 | 1021,296 |
| 11 | 854,520 | 27 | 882,490 | 41 | 580,813 |
| 12 | 491,736 | 27 | 882,490 | 42 | 847,812 |
| 13 | 380,394 | 28 | 502,651 | 43 | 839,870 |
| 14 | 743,592 | 29 | 436,225 | 44 | 693,561 |
| 15 | 591,186 | 30 | 646,145 | | |

Tab. 3-XVIII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **febbraio 2020**. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

| Banco | S (m ²) | L NS (m) | L EW (m) | P minima (m) | P massima (m) | H (m) | V (m ³) | Centro geometrico (LAT) | Centro geometrico (LONG) | Centro geometrico profondità (m) | Ruvidità (m ⁻¹) | n. vacuoli | Volume totale vacuoli (m ³) |
|-------|---------------------|----------|----------|--------------|---------------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| 1 | 62,578 | 3,017 | 5,250 | 64,301 | 67,955 | 3,654 | 21,492 | 43,797960 | 14,015070 | 65,881 | 2,912 | 0 | 0,000 |
| 2 | 3352,019 | 17,233 | 31,731 | 62,085 | 74,432 | 12,347 | 1244,836 | 43,801580 | 14,014710 | 68,565 | 2,357 | 2 | 0,973 |
| 3 | 1166,586 | 16,375 | 16,884 | 51,352 | 60,164 | 8,812 | 544,553 | 43,802490 | 14,014350 | 55,656 | 2,142 | 1 | 0,426 |
| 4 | 89,937 | 4,956 | 6,977 | 64,968 | 68,577 | 3,609 | 30,033 | 43,806660 | 14,014630 | 66,812 | 2,995 | 0 | 0,000 |
| 5 | 2746,032 | 20,742 | 18,922 | 55,619 | 70,382 | 14,763 | 1305,516 | 43,807840 | 14,017070 | 62,872 | 2,103 | 3 | 1,190 |
| 6 | 13918,884 | 42,270 | 35,852 | 44,769 | 70,829 | 26,060 | 7813,993 | 43,804400 | 14,017650 | 58,705 | 1,781 | 67 | 60,884 |
| 7 | 24173,347 | 74,039 | 41,777 | 42,611 | 63,938 | 21,327 | 15520,515 | 43,801470 | 14,017260 | 52,624 | 1,556 | 300 | 187,564 |
| 8 | 7901,032 | 24,768 | 43,955 | 46,388 | 71,361 | 24,973 | 3963,464 | 43,800890 | 14,017940 | 59,760 | 1,993 | 26 | 18,224 |
| 9 | 8296,601 | 27,610 | 25,671 | 33,495 | 53,763 | 20,268 | 4175,511 | 43,799700 | 14,016310 | 43,452 | 1,955 | 24 | 14,491 |
| 10 | 1187,315 | 11,660 | 15,061 | 52,864 | 74,792 | 21,928 | 617,048 | 43,796060 | 14,015560 | 62,568 | 1,924 | 0 | 0,000 |
| 11 | 117,602 | 5,886 | 5,457 | 69,439 | 74,027 | 4,588 | 41,037 | 43,796610 | 14,016680 | 71,761 | 2,866 | 0 | 0,000 |
| 12 | 100,375 | 5,081 | 5,528 | 69,378 | 73,360 | 3,982 | 30,314 | 43,799690 | 14,018700 | 71,307 | 3,311 | 0 | 0,000 |
| 13 | 237,183 | 7,644 | 12,017 | 70,189 | 74,647 | 4,458 | 78,564 | 43,803390 | 14,018560 | 72,953 | 3,019 | 0 | 0,000 |
| 14 | 76,074 | 2,986 | 9,028 | 72,962 | 75,291 | 2,329 | 21,565 | 43,809090 | 14,020450 | 74,396 | 3,528 | 0 | 0,000 |
| 15 | 1045,600 | 22,750 | 15,957 | 62,831 | 73,547 | 10,716 | 350,734 | 43,807700 | 14,020720 | 68,148 | 2,967 | 0 | 0,000 |
| 16 | 4034,679 | 6,041 | 21,670 | 32,618 | 51,814 | 19,196 | 4514,919 | 43,798290 | 14,019000 | 42,302 | 0,770 | 0 | 0,000 |
| 17 | 744,441 | 5,077 | 11,178 | 71,285 | 75,278 | 3,993 | 337,650 | 43,797490 | 14,020630 | 73,943 | 2,104 | 0 | 0,000 |
| 18 | 10609,896 | 34,435 | 37,185 | 43,354 | 68,692 | 25,338 | 8207,527 | 43,806420 | 14,019690 | 55,304 | 1,293 | 81 | 55,718 |
| 19 | 2628,854 | 24,819 | 24,126 | 63,012 | 71,787 | 8,775 | 1087,557 | 43,797610 | 14,024320 | 67,521 | 2,411 | 3 | 1,071 |
| 20 | 401,057 | 9,076 | 8,936 | 66,638 | 74,992 | 8,354 | 167,826 | 43,796410 | 14,022590 | 71,119 | 2,390 | 0 | 0,000 |
| 21 | 2030,852 | 17,885 | 27,919 | 65,051 | 75,291 | 10,240 | 744,438 | 43,805580 | 14,022440 | 70,419 | 2,701 | 3 | 1,049 |
| 22 | 5527,063 | 32,712 | 27,249 | 56,564 | 72,885 | 16,321 | 3548,079 | 43,806050 | 14,023080 | 66,066 | 1,558 | 3 | 8,410 |
| 23 | 19549,956 | 70,146 | 44,238 | 38,401 | 73,590 | 35,189 | 13526,710 | 43,808810 | 14,022940 | 59,094 | 1,445 | 156 | 151,937 |
| 24 | 3876,677 | 23,980 | 28,792 | 43,759 | 73,805 | 30,046 | 2308,479 | 43,809120 | 14,023240 | 63,659 | 1,679 | 19 | 10,675 |
| 25 | 1336,112 | 11,311 | 15,154 | 58,093 | 73,531 | 15,438 | 665,287 | 43,806160 | 14,023480 | 66,338 | 2,008 | 4 | 1,868 |
| 26 | 8909,266 | 42,037 | 32,281 | 53,728 | 74,130 | 20,402 | 6167,659 | 43,796680 | 14,023560 | 65,502 | 1,445 | 66 | 63,449 |
| 27 | 2292,172 | 16,573 | 36,031 | 54,523 | 70,447 | 15,924 | 1291,461 | 43,809890 | 14,027840 | 62,770 | 1,775 | 1 | 0,682 |
| 28 | 327,409 | 7,661 | 7,721 | 68,279 | 74,568 | 6,289 | 115,067 | 43,805730 | 14,027820 | 71,309 | 2,750 | 0 | 0,000 |
| 29 | 102,484 | 4,819 | 6,939 | 69,859 | 73,195 | 3,336 | 22,453 | 43,800970 | 14,028060 | 70,938 | 4,178 | 0 | 0,000 |
| 30 | 781,399 | 10,485 | 15,215 | 57,037 | 63,700 | 6,663 | 306,993 | 43,797330 | 14,026300 | 60,269 | 2,545 | 0 | 0,000 |
| 31 | 2661,783 | 34,334 | 19,495 | 45,162 | 62,024 | 16,862 | 874,951 | 43,805390 | 14,026540 | 56,839 | 2,804 | 0 | 0,000 |
| 32 | 1995,522 | 24,578 | 36,884 | 48,881 | 69,421 | 20,540 | 1012,651 | 43,808090 | 14,026840 | 57,168 | 1,971 | 0 | 0,000 |
| 33 | 2655,920 | 13,175 | 17,079 | 51,457 | 72,102 | 20,645 | 1662,138 | 43,808260 | 14,027540 | 60,706 | 1,594 | 15 | 11,175 |
| 34 | 320,730 | 13,305 | 11,195 | 70,759 | 74,842 | 4,083 | 110,382 | 43,798010 | 14,029760 | 72,904 | 2,906 | 0 | 0,000 |
| 35 | 1076,298 | 21,859 | 12,088 | 53,554 | 61,137 | 7,583 | 681,835 | 43,803560 | 14,029600 | 57,088 | 1,480 | 0 | 0,000 |
| 36 | 1478,391 | 11,182 | 31,530 | 60,527 | 74,510 | 13,983 | 606,848 | 43,809210 | 14,032010 | 70,778 | 2,436 | 0 | 0,000 |
| 37 | 222,570 | 6,821 | 12,230 | 71,122 | 75,291 | 4,169 | 78,416 | 43,805900 | 14,031590 | 73,785 | 2,838 | 0 | 0,000 |
| 38 | 714,799 | 6,604 | 12,012 | 54,709 | 65,936 | 11,227 | 253,416 | 43,805660 | 14,031730 | 59,510 | 2,821 | 0 | 0,000 |
| 39 | 180,689 | 7,685 | 15,714 | 71,657 | 75,291 | 3,634 | 48,373 | 43,798090 | 14,031700 | 73,635 | 3,735 | 0 | 0,000 |
| 40 | 995,801 | 14,318 | 13,103 | 65,089 | 74,447 | 9,358 | 532,075 | 43,796090 | 14,032030 | 70,000 | 1,849 | 6 | 2,630 |
| 41 | 86,725 | 5,134 | 5,514 | 66,686 | 70,614 | 3,928 | 30,224 | 43,804520 | 14,029950 | 68,659 | 2,869 | 0 | 0,000 |
| 42 | 14349,890 | 49,763 | 43,251 | 33,019 | 60,954 | 27,935 | 10337,879 | 43,808300 | 14,030340 | 47,449 | 1,388 | 111 | 70,678 |
| 43 | 17256,006 | 37,872 | 64,397 | 28,539 | 67,269 | 38,730 | 8648,518 | 43,807970 | 14,030670 | 46,147 | 1,995 | 51 | 27,120 |
| 44 | 2893,814 | 26,428 | 20,821 | 49,206 | 59,843 | 10,637 | 2024,851 | 43,804040 | 14,031610 | 54,896 | 1,426 | 51 | 26,545 |

A **maggio 2020** sono stati individuati 57 banchi di pesce, di cui 8 (banchi nn. 15, 21, 22, 24, 25, 30, 31, 32 e 33) posti entro 300 m da Clara NW (fig. 3.27). Il più vicino è stato il n. 22 (111,218 m) quello più lontano il n. 52 (939,332 m; Tab. 3-XIX).

Quest'ultima aggregazione ha presentato maggiore estensione areale e volumetrica, rispettivamente 15519,741 m² e 10150,067 m³, con un volume dei vuoti che ammonta a 65,613 m³, rendendola quindi piuttosto disaggregata (Tab. 3-XX). Le estensioni più grandi

in termini di lunghezza NS ed EW sono state osservate rispettivamente per i banchi n. 46 e 50. Anche in questo monitoraggio il range delle profondità entro cui sono state sondate le aggregazioni è stato abbastanza ampio, variando 45,079 m (banco n. 48) e 73,543 m (n. 5). Al netto di alcuni outliers, non si registrano sostanziali differenze tra le caratteristiche metriche dei banchi sondati entro e oltre 300 m dalla piattaforma (fig. 3.28).

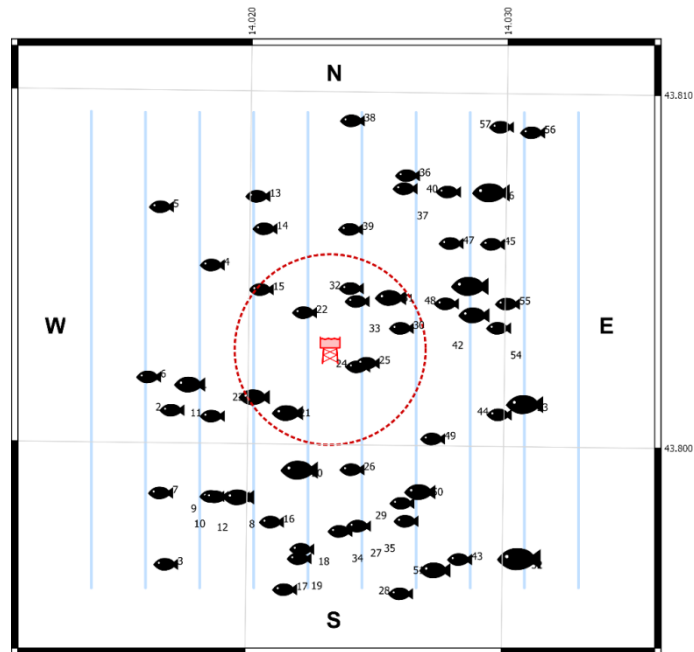


Fig. 3.27 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate nel **maggio** 2020. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XIX - Distanza (m) da Clara NW dei banchi di pesce individuati nel **maggio** 2020. In evidenza i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

| Banco | Distanza da Clara NW (m) | Banco | Distanza da Clara NW (m) | Banco | Distanza da Clara NW (m) |
|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|
| 1 | 466,139 | 20 | 446,257 | 39 | 346,848 |
| 2 | 545,157 | 21 | 279,963 | 40 | 591,275 |
| 3 | 879,763 | 22 | 111,218 | 41 | 464,004 |
| 4 | 433,476 | 23 | 307,594 | 42 | 458,112 |
| 5 | 669,708 | 24 | 128,144 | 43 | 809,371 |
| 6 | 581,530 | 25 | 143,527 | 44 | 585,883 |
| 7 | 721,678 | 26 | 421,745 | 45 | 589,857 |
| 8 | 579,574 | 27 | 600,448 | 46 | 669,820 |
| 9 | 621,668 | 28 | 836,878 | 47 | 483,264 |
| 10 | 614,980 | 29 | 569,188 | 48 | 382,344 |
| 11 | 443,543 | 30 | 227,566 | 49 | 454,830 |
| 12 | 586,280 | 31 | 223,908 | 50 | 571,452 |
| 13 | 498,501 | 32 | 168,666 | 51 | 812,776 |
| 14 | 397,959 | 33 | 143,128 | 52 | 939,332 |
| 15 | 262,475 | 34 | 611,058 | 53 | 655,511 |
| 16 | 608,811 | 35 | 626,190 | 54 | 531,668 |
| 17 | 805,860 | 36 | 565,567 | 55 | 568,885 |
| 18 | 672,112 | 37 | 525,156 | 56 | 906,686 |
| 19 | 702,568 | 38 | 686,050 | 57 | 854,482 |

Tab. 3-XX - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **maggio 2020**. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

| Banco | S (m ²) | L NS (m) | L EW (m) | P minima (m) | P massima (m) | H (m) | V (m ³) | Centro geometrico (LAT) | Centro geometrico (LONG) | Centro geometrico profondità (m) | Ruvidità (m ⁻¹) | n. vacuoli | Volume totale vacuoli (m ³) |
|-------|---------------------|----------|----------|--------------|---------------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| 1 | 6014,980 | 37,652 | 20,468 | 49,059 | 68,170 | 19,111 | 4072,669 | 43,801230 | 14,017760 | 58,737 | 1,477 | 56 | 47,378 |
| 2 | 361,348 | 10,396 | 9,712 | 43,603 | 50,817 | 7,214 | 191,943 | 43,800580 | 14,017070 | 47,222 | 1,883 | 5 | 1,823 |
| 3 | 57,605 | 3,806 | 4,925 | 71,304 | 73,981 | 2,677 | 18,098 | 43,796210 | 14,016900 | 72,968 | 3,183 | 0 | 0,000 |
| 4 | 172,701 | 6,380 | 9,946 | 71,388 | 74,647 | 3,259 | 63,304 | 43,804710 | 14,018580 | 73,342 | 2,728 | 0 | 0,000 |
| 5 | 125,791 | 7,860 | 7,853 | 72,153 | 74,813 | 2,660 | 34,172 | 43,806340 | 14,016560 | 73,543 | 3,681 | 0 | 0,000 |
| 6 | 1697,287 | 19,233 | 22,661 | 40,778 | 57,073 | 16,295 | 922,795 | 43,801520 | 14,016140 | 49,566 | 1,839 | 1 | 0,443 |
| 7 | 153,209 | 5,376 | 8,967 | 69,207 | 73,595 | 4,388 | 54,856 | 43,798230 | 14,016660 | 71,692 | 2,793 | 0 | 0,000 |
| 8 | 739,994 | 4,925 | 22,015 | 57,166 | 70,454 | 13,288 | 195,630 | 43,798140 | 14,019660 | 64,387 | 3,783 | 0 | 0,000 |
| 9 | 93,168 | 4,173 | 6,304 | 68,120 | 72,068 | 3,948 | 31,467 | 43,798150 | 14,018670 | 70,049 | 2,961 | 0 | 0,000 |
| 10 | 178,135 | 6,144 | 6,908 | 67,583 | 73,288 | 5,705 | 46,947 | 43,798140 | 14,018830 | 69,555 | 3,397 | 0 | 0,000 |
| 11 | 2635,714 | 17,309 | 21,659 | 49,978 | 63,752 | 13,774 | 1740,757 | 43,800430 | 14,018650 | 56,658 | 1,514 | 29 | 22,806 |
| 12 | 12518,937 | 23,679 | 46,293 | 34,806 | 73,503 | 38,697 | 5318,395 | 43,798050 | 14,019720 | 58,800 | 2,354 | 18 | 15,864 |
| 13 | 39,574 | 2,184 | 3,780 | 70,557 | 73,533 | 2,976 | 14,912 | 43,806670 | 14,020330 | 72,171 | 2,654 | 0 | 0,000 |
| 14 | 59,261 | 4,949 | 4,154 | 60,086 | 62,254 | 2,168 | 12,767 | 43,805750 | 14,020620 | 61,216 | 4,513 | 0 | 0,000 |
| 15 | 281,112 | 7,066 | 15,321 | 71,952 | 75,291 | 3,339 | 76,336 | 43,804030 | 14,020500 | 73,381 | 3,555 | 0 | 0,000 |
| 16 | 2577,289 | 22,666 | 24,566 | 63,251 | 74,864 | 11,613 | 1247,261 | 43,797440 | 14,021000 | 68,835 | 2,066 | 1 | 0,260 |
| 17 | 2436,141 | 19,165 | 20,117 | 43,585 | 63,502 | 19,917 | 1099,948 | 43,795530 | 14,021550 | 54,977 | 2,215 | 5 | 3,351 |
| 18 | 99,021 | 5,126 | 5,740 | 68,326 | 72,700 | 4,374 | 37,198 | 43,796680 | 14,022200 | 70,781 | 2,662 | 0 | 0,000 |
| 19 | 2570,315 | 31,245 | 26,348 | 63,426 | 73,092 | 9,666 | 1047,491 | 43,796420 | 14,022110 | 69,568 | 2,454 | 3 | 2,372 |
| 20 | 7872,320 | 35,249 | 54,570 | 52,030 | 68,590 | 16,560 | 7309,597 | 43,798760 | 14,022080 | 59,833 | 1,072 | 90 | 44,255 |
| 21 | 6939,061 | 38,389 | 33,709 | 46,505 | 68,573 | 22,068 | 4278,986 | 43,800450 | 14,021590 | 54,474 | 1,622 | 10 | 6,215 |
| 22 | 115,243 | 7,294 | 8,742 | 60,046 | 63,006 | 2,960 | 32,164 | 43,803390 | 14,022200 | 61,497 | 3,583 | 0 | 0,000 |
| 23 | 8803,792 | 37,835 | 28,854 | 52,104 | 70,346 | 18,242 | 4036,763 | 43,800890 | 14,020280 | 60,628 | 2,160 | 22 | 15,124 |
| 24 | 331,662 | 7,001 | 9,833 | 70,455 | 75,291 | 4,836 | 104,653 | 43,801870 | 14,024310 | 72,403 | 2,684 | 0 | 0,000 |
| 25 | 6300,004 | 30,396 | 30,954 | 53,510 | 70,092 | 16,582 | 2002,819 | 43,801980 | 14,024670 | 61,923 | 3,088 | 3 | 0,834 |
| 26 | 5774,422 | 21,702 | 49,205 | 46,254 | 59,236 | 12,982 | 2909,495 | 43,798960 | 14,024130 | 53,458 | 1,969 | 45 | 20,949 |
| 27 | 134,099 | 3,034 | 13,698 | 67,604 | 72,353 | 4,749 | 33,238 | 43,797360 | 14,024410 | 70,059 | 3,947 | 0 | 0,000 |
| 28 | 763,232 | 5,180 | 5,778 | 71,440 | 75,289 | 3,849 | 348,580 | 43,795450 | 14,026080 | 73,393 | 1,660 | 0 | 0,000 |
| 29 | 917,846 | 11,511 | 15,313 | 49,695 | 60,359 | 10,664 | 640,510 | 43,798020 | 14,026090 | 54,348 | 1,339 | 8 | 2,007 |
| 30 | 321,481 | 10,374 | 14,825 | 70,120 | 73,775 | 3,655 | 110,920 | 43,802980 | 14,025990 | 71,920 | 2,796 | 0 | 0,000 |
| 31 | 4709,190 | 29,816 | 28,395 | 39,722 | 59,791 | 20,069 | 3970,283 | 43,803750 | 14,025560 | 50,247 | 1,163 | 90 | 39,756 |
| 32 | 105,516 | 8,453 | 7,361 | 70,528 | 74,064 | 3,536 | 26,799 | 43,804090 | 14,024010 | 72,316 | 3,937 | 0 | 0,000 |
| 33 | 301,032 | 10,245 | 16,427 | 70,836 | 75,291 | 4,455 | 89,489 | 43,803730 | 14,024250 | 73,499 | 3,364 | 0 | 0,000 |
| 34 | 3230,088 | 18,725 | 44,612 | 47,504 | 66,319 | 18,815 | 1241,616 | 43,797200 | 14,023690 | 56,280 | 2,596 | 0 | 0,000 |
| 35 | 1285,543 | 19,176 | 21,379 | 65,417 | 73,983 | 8,566 | 937,807 | 43,797510 | 14,026260 | 69,480 | 1,340 | 6 | 2,478 |
| 36 | 115,664 | 5,492 | 5,740 | 68,853 | 74,157 | 5,304 | 35,540 | 43,807310 | 14,026160 | 72,248 | 3,254 | 0 | 0,000 |
| 37 | 240,694 | 10,249 | 6,760 | 70,106 | 74,004 | 3,898 | 91,756 | 43,806930 | 14,026070 | 72,225 | 2,415 | 0 | 0,000 |
| 38 | 49,676 | 2,975 | 4,301 | 69,648 | 72,713 | 3,065 | 15,332 | 43,808840 | 14,023980 | 71,464 | 3,240 | 0 | 0,000 |
| 39 | 85,767 | 4,657 | 5,006 | 69,085 | 73,024 | 3,939 | 31,912 | 43,805760 | 14,023960 | 70,953 | 2,688 | 0 | 0,000 |
| 40 | 227,280 | 9,714 | 7,102 | 69,798 | 74,379 | 4,581 | 85,149 | 43,806860 | 14,027770 | 72,471 | 2,591 | 0 | 0,000 |
| 41 | 8701,633 | 24,628 | 40,703 | 35,620 | 63,512 | 27,892 | 7151,071 | 43,804020 | 14,028660 | 47,038 | 1,217 | 122 | 88,390 |
| 42 | 6707,217 | 26,879 | 39,926 | 44,253 | 60,827 | 16,574 | 3644,849 | 43,803280 | 14,028820 | 53,016 | 1,840 | 14 | 6,968 |
| 43 | 265,383 | 8,377 | 7,759 | 65,337 | 70,975 | 5,638 | 88,214 | 43,796450 | 14,028370 | 68,058 | 3,008 | 0 | 0,000 |
| 44 | 2737,816 | 20,266 | 23,540 | 43,550 | 56,579 | 13,029 | 1737,649 | 43,800560 | 14,029850 | 50,609 | 1,572 | 46 | 20,432 |
| 45 | 4610,724 | 31,883 | 47,116 | 66,421 | 75,291 | 8,870 | 2819,660 | 43,805390 | 14,029510 | 71,364 | 1,626 | 37 | 18,383 |
| 46 | 13157,733 | 65,532 | 67,019 | 46,422 | 64,088 | 17,666 | 7758,707 | 43,806680 | 14,029440 | 54,434 | 1,692 | 85 | 44,088 |
| 47 | 209,755 | 7,588 | 11,733 | 71,276 | 74,647 | 3,371 | 85,279 | 43,805400 | 14,027890 | 73,368 | 2,364 | 0 | 0,000 |
| 48 | 5466,698 | 15,825 | 23,109 | 35,751 | 54,327 | 18,576 | 2212,570 | 43,803690 | 14,027740 | 45,079 | 2,469 | 0 | 0,000 |
| 49 | 3615,086 | 22,072 | 28,861 | 36,492 | 62,104 | 25,612 | 2579,821 | 43,799850 | 14,027260 | 48,670 | 1,401 | 33 | 17,968 |
| 50 | 7664,522 | 37,357 | 72,656 | 42,366 | 59,606 | 17,240 | 4309,983 | 43,798260 | 14,026790 | 51,589 | 1,778 | 0 | 0,000 |
| 51 | 4987,031 | 31,654 | 27,229 | 58,272 | 74,824 | 16,552 | 3311,985 | 43,796050 | 14,027420 | 67,472 | 1,506 | 9 | 6,974 |
| 52 | 15519,741 | 40,714 | 59,586 | 48,003 | 70,007 | 22,004 | 10150,067 | 43,796220 | 14,030710 | 57,484 | 1,529 | 81 | 65,613 |
| 53 | 9266,731 | 34,674 | 45,683 | 37,313 | 58,097 | 20,784 | 6294,001 | 43,800690 | 14,030850 | 48,274 | 1,472 | 14 | 25,302 |
| 54 | 441,374 | 10,361 | 16,553 | 68,370 | 75,291 | 6,921 | 211,569 | 43,803010 | 14,029780 | 72,951 | 2,086 | 0 | 0,000 |
| 55 | 3592,579 | 16,985 | 51,120 | 47,383 | 65,904 | 18,521 | 1462,459 | 43,803700 | 14,030120 | 54,973 | 2,421 | 7 | 3,548 |
| 56 | 976,560 | 8,055 | 18,263 | 49,237 | 71,388 | 22,151 | 332,941 | 43,808560 | 14,031020 | 59,968 | 2,933 | 0 | 0,000 |
| 57 | 124,255 | 7,084 | 5,210 | 69,142 | 74,963 | 5,821 | 39,026 | 43,808710 | 14,029810 | 72,200 | 3,184 | 0 | 0,000 |

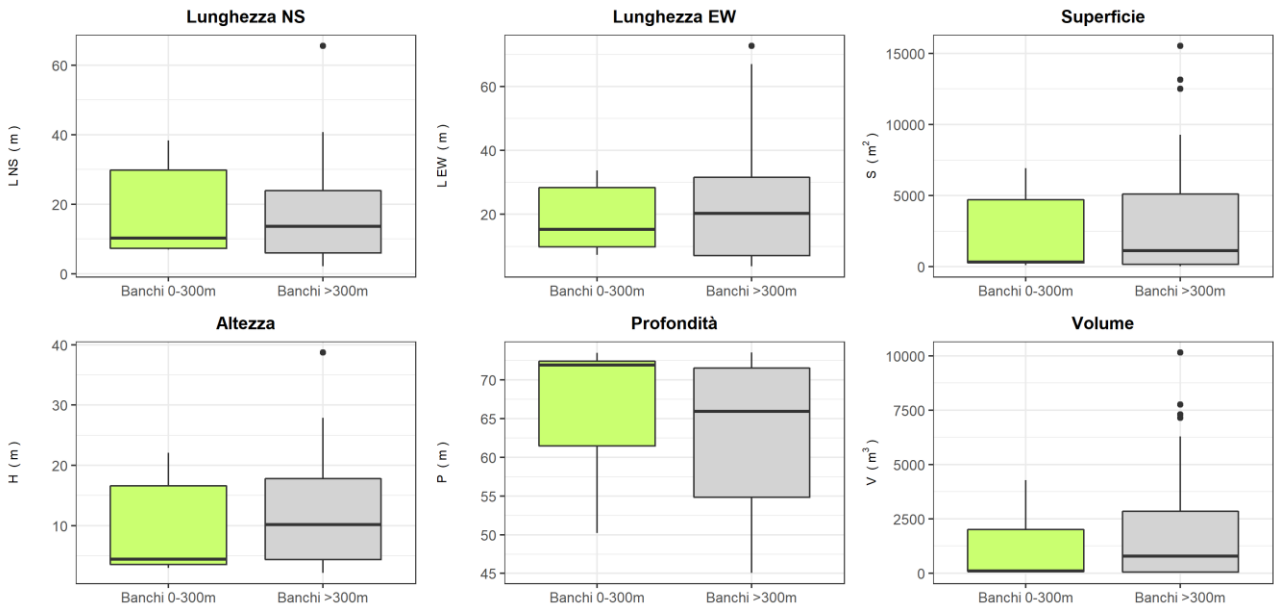


Fig. 3.28 – Box plot di alcune caratteristiche metriche delle aggregazioni rilevate in **maggio** 2020. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali valori anomali (*outliers*).

Al **giugno** sono stati individuati 67 banchi di pesce di cui solo tre (nn. 27, 28 e 38) entro un raggio di 300 m da Clara NW (fig. 3.29). Il n. 27 è stato quello più vicino alla struttura, essendo stato rilevato a 218,279 m, mentre il n. 11 è stato il più lontano (1016,265 m; Tab. 3-XXI).

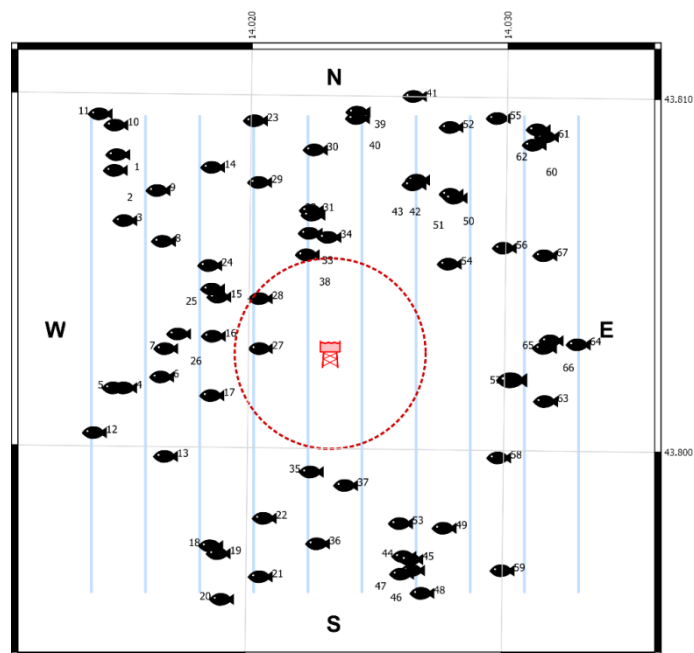


Fig. 3.29 - Schema planare della posizione delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto a **giugno** 2020. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XXI - Distanza (m) da Clara NW dei banchi di pesce individuati nel **giugno** 2020. In evidenza i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

| Banco | Distanza da Clara NW (m) | Banco | Distanza da Clara NW (m) | Banco | Distanza da Clara NW (m) |
|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|
| 1 | 888,135 | 24 | 446,291 | 47 | 766,175 |
| 2 | 862,075 | 25 | 403,202 | 48 | 844,010 |
| 3 | 747,375 | 26 | 474,738 | 49 | 688,877 |
| 4 | 660,170 | 27 | 218,279 | 50 | 600,657 |
| 5 | 692,194 | 28 | 256,251 | 51 | 599,389 |
| 6 | 539,217 | 29 | 547,047 | 52 | 774,561 |
| 7 | 514,951 | 30 | 605,013 | 53 | 614,581 |
| 8 | 610,087 | 31 | 416,557 | 54 | 447,958 |
| 9 | 718,627 | 32 | 401,454 | 55 | 879,569 |
| 10 | 956,491 | 33 | 346,169 | 56 | 622,685 |
| 11 | 1016,265 | 34 | 328,134 | 57 | 587,249 |
| 12 | 792,412 | 35 | 414,502 | 58 | 645,382 |
| 13 | 629,572 | 36 | 637,666 | 59 | 902,028 |
| 14 | 659,937 | 37 | 455,725 | 60 | 891,804 |
| 15 | 374,889 | 38 | 281,879 | 61 | 937,217 |
| 16 | 365,452 | 39 | 727,858 | 62 | 934,756 |
| 17 | 407,239 | 40 | 707,538 | 63 | 703,935 |
| 18 | 743,397 | 41 | 816,390 | 64 | 780,829 |
| 19 | 753,593 | 42 | 578,147 | 65 | 675,568 |
| 20 | 879,368 | 43 | 560,252 | 66 | 695,652 |
| 21 | 771,738 | 44 | 716,001 | 67 | 727,990 |
| 22 | 593,057 | 45 | 731,699 | | |
| 23 | 733,249 | 46 | 766,193 | | |

L'aggregazione n. 57 è risultata metricamente la più rilevante: area di 11852,557 m², volume di 4057,619 m³ e lunghezza EW di 39,177 m (Tab. 3-XXII). Il banco n. 10 ha invece misurato la maggior lunghezza NS (63,931 m). I banchi sono stati individuati tra 36,194 m (n. 23) e 73,829 m (n. 50) di profondità. Le caratteristiche metriche delle aggregazioni entro e oltre i 300 m di distanza sono risultate comparabili (fig. 3.30).

Tab. 3-XXII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **giugno** 2020. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

| Banco | S (m ²) | L NS (m) | L EW (m) | P minima (m) | P massima (m) | H (m) | V (m ³) | Centro geometrico (LAT) | Centro geometrico (LONG) | Centro geometrico profondità (m) | Ruvidità (m ⁻¹) | n. vacuoli | Volume totale vacuoli (m ³) |
|-------|---------------------|----------|----------|--------------|---------------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| 1 | 299,587 | 8,288 | 9,735 | 68,590 | 73,832 | 5,242 | 91,050 | 43,807920 | 14,014830 | 71,207 | 3,290 | 0 | 0,000 |
| 2 | 149,008 | 8,109 | 7,859 | 70,866 | 74,125 | 3,259 | 54,282 | 43,807470 | 14,014750 | 72,643 | 2,745 | 0 | 0,000 |
| 3 | 370,427 | 13,939 | 13,284 | 69,228 | 74,363 | 5,135 | 134,229 | 43,806050 | 14,015140 | 71,551 | 2,661 | 0 | 0,000 |
| 4 | 83,454 | 6,268 | 6,226 | 69,612 | 72,535 | 2,923 | 30,121 | 43,801310 | 14,015210 | 71,072 | 2,771 | 0 | 0,000 |
| 5 | 37,208 | 2,129 | 5,118 | 71,065 | 73,397 | 2,332 | 11,075 | 43,801310 | 14,014800 | 72,336 | 3,360 | 0 | 0,000 |
| 6 | 194,667 | 9,479 | 7,687 | 67,083 | 70,072 | 2,989 | 58,471 | 43,801630 | 14,016650 | 68,553 | 3,154 | 0 | 0,000 |
| 7 | 257,128 | 9,935 | 11,279 | 69,642 | 73,129 | 3,487 | 112,601 | 43,802440 | 14,016800 | 71,616 | 2,232 | 0 | 0,000 |
| 8 | 66,634 | 4,230 | 5,832 | 70,481 | 72,897 | 2,416 | 25,881 | 43,805480 | 14,016650 | 71,605 | 2,575 | 0 | 0,000 |
| 9 | 452,229 | 13,962 | 12,615 | 66,361 | 71,640 | 5,279 | 192,390 | 43,806920 | 14,016420 | 69,065 | 2,351 | 0 | 0,000 |
| 10 | 1857,313 | 63,931 | 32,268 | 68,379 | 73,218 | 4,839 | 738,113 | 43,808760 | 14,014750 | 71,393 | 2,516 | 0 | 0,000 |
| 11 | 688,798 | 13,024 | 17,279 | 64,099 | 72,745 | 8,646 | 334,560 | 43,809070 | 14,014130 | 69,134 | 2,059 | 2 | 0,923 |
| 12 | 424,658 | 8,419 | 17,904 | 61,032 | 73,793 | 12,761 | 149,131 | 43,800030 | 14,014050 | 70,455 | 2,848 | 0 | 0,000 |

Tab. 3-XXII - Continuo.

| Banco | S (m ²) | L NS (m) | L EW (m) | P minima (m) | P massima (m) | H (m) | V (m ³) | Centro geometrico (LAT) | Centro geometrico (LONG) | Centro geometrico profondità (m) | Ruvidità (m ⁻¹) | n. vacuoli | Volume totale vacuoli (m ³) |
|-------|---------------------|----------|----------|--------------|---------------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| 13 | 95,456 | 7,397 | 4,790 | 71,222 | 73,832 | 2,610 | 27,687 | 43,799380 | 14,016830 | 72,468 | 3,448 | 0 | 0,000 |
| 14 | 120,889 | 5,309 | 15,050 | 72,288 | 75,127 | 2,839 | 37,963 | 43,807590 | 14,018550 | 73,755 | 3,184 | 0 | 0,000 |
| 15 | 91,511 | 4,864 | 8,014 | 69,966 | 73,248 | 3,282 | 31,283 | 43,803920 | 14,018850 | 71,689 | 2,925 | 0 | 0,000 |
| 16 | 113,151 | 5,218 | 6,687 | 70,397 | 73,172 | 2,775 | 36,771 | 43,802810 | 14,018650 | 71,795 | 2,727 | 0 | 0,000 |
| 17 | 241,179 | 7,608 | 21,234 | 68,840 | 72,481 | 3,641 | 102,724 | 43,801120 | 14,018610 | 70,537 | 2,348 | 0 | 0,000 |
| 18 | 336,450 | 11,221 | 12,208 | 69,533 | 73,401 | 3,868 | 145,986 | 43,796860 | 14,018640 | 71,286 | 2,305 | 1 | 0,702 |
| 19 | 183,681 | 7,229 | 9,623 | 69,912 | 73,964 | 4,052 | 71,539 | 43,796650 | 14,018940 | 71,938 | 2,568 | 0 | 0,000 |
| 20 | 753,365 | 11,451 | 16,353 | 49,370 | 57,020 | 7,650 | 230,813 | 43,795350 | 14,019090 | 53,178 | 3,248 | 0 | 0,000 |
| 21 | 442,392 | 8,958 | 22,376 | 71,134 | 75,775 | 4,641 | 151,861 | 43,796000 | 14,020590 | 73,552 | 2,913 | 0 | 0,000 |
| 22 | 89,773 | 4,494 | 7,215 | 72,223 | 74,937 | 2,714 | 41,705 | 43,797660 | 14,020720 | 73,603 | 2,153 | 0 | 0,000 |
| 23 | 535,702 | 8,256 | 9,128 | 28,717 | 41,509 | 12,792 | 198,876 | 43,808930 | 14,020190 | 36,194 | 2,694 | 1 | 0,250 |
| 24 | 104,833 | 6,273 | 8,725 | 69,539 | 72,341 | 2,802 | 38,763 | 43,804810 | 14,018470 | 71,089 | 2,704 | 0 | 0,000 |
| 25 | 446,211 | 11,747 | 21,309 | 71,066 | 75,127 | 4,061 | 191,615 | 43,804140 | 14,018590 | 72,620 | 2,329 | 0 | 0,000 |
| 26 | 1249,690 | 20,359 | 12,453 | 53,711 | 72,013 | 18,302 | 878,649 | 43,802860 | 14,017290 | 64,097 | 1,422 | 2 | 2,036 |
| 27 | 228,684 | 8,152 | 13,229 | 69,265 | 73,182 | 3,917 | 105,337 | 43,802470 | 14,020490 | 71,150 | 2,171 | 0 | 0,000 |
| 28 | 142,426 | 5,576 | 8,841 | 67,565 | 71,735 | 4,170 | 58,180 | 43,803890 | 14,020460 | 69,378 | 2,448 | 0 | 0,000 |
| 29 | 151,173 | 5,804 | 7,664 | 68,449 | 71,242 | 2,793 | 52,203 | 43,807180 | 14,020380 | 70,130 | 2,697 | 0 | 0,000 |
| 30 | 179,419 | 8,653 | 8,651 | 69,258 | 72,906 | 3,648 | 62,226 | 43,808120 | 14,022540 | 70,949 | 2,883 | 0 | 0,000 |
| 31 | 91,747 | 5,943 | 6,718 | 65,628 | 68,258 | 2,630 | 32,388 | 43,806400 | 14,022410 | 67,066 | 2,833 | 0 | 0,000 |
| 32 | 58,043 | 4,420 | 5,569 | 62,935 | 65,272 | 2,337 | 18,339 | 43,806270 | 14,022480 | 64,136 | 3,165 | 0 | 0,000 |
| 33 | 114,426 | 3,396 | 5,710 | 71,215 | 75,127 | 3,912 | 32,086 | 43,805750 | 14,022380 | 73,490 | 3,437 | 0 | 0,000 |
| 34 | 1565,286 | 18,649 | 15,864 | 35,068 | 49,639 | 14,571 | 436,329 | 43,805650 | 14,023110 | 39,997 | 3,567 | 0 | 0,000 |
| 35 | 1564,629 | 23,807 | 29,121 | 54,248 | 74,576 | 20,328 | 708,410 | 43,798990 | 14,022530 | 63,612 | 2,119 | 3 | 0,723 |
| 36 | 140,086 | 8,297 | 7,036 | 68,332 | 71,870 | 3,538 | 49,951 | 43,796960 | 14,022810 | 70,131 | 2,804 | 0 | 0,000 |
| 37 | 154,912 | 8,744 | 8,737 | 62,885 | 66,731 | 3,846 | 56,355 | 43,798620 | 14,023880 | 64,933 | 2,749 | 0 | 0,000 |
| 38 | 467,794 | 12,066 | 13,117 | 60,828 | 71,055 | 10,227 | 198,943 | 43,805140 | 14,022280 | 64,876 | 2,292 | 0 | 0,000 |
| 39 | 52,724 | 2,312 | 5,228 | 71,629 | 74,440 | 2,811 | 15,867 | 43,809200 | 14,024190 | 73,015 | 3,323 | 0 | 0,000 |
| 40 | 192,600 | 8,688 | 7,826 | 71,044 | 74,441 | 3,397 | 80,406 | 43,809020 | 14,024170 | 72,644 | 2,286 | 0 | 0,000 |
| 41 | 92,802 | 3,458 | 8,501 | 68,994 | 71,810 | 2,816 | 27,737 | 43,809670 | 14,026390 | 70,452 | 3,346 | 0 | 0,000 |
| 42 | 158,264 | 7,640 | 7,405 | 56,119 | 60,604 | 4,485 | 42,047 | 43,807290 | 14,026540 | 58,414 | 3,764 | 0 | 0,000 |
| 43 | 1139,034 | 21,288 | 16,113 | 35,764 | 45,932 | 10,168 | 269,952 | 43,807160 | 14,026410 | 40,399 | 4,019 | 0 | 0,000 |
| 44 | 60,563 | 3,253 | 5,102 | 56,799 | 59,406 | 2,607 | 14,641 | 43,796620 | 14,026190 | 58,041 | 3,965 | 0 | 0,000 |
| 45 | 128,384 | 6,689 | 6,525 | 62,721 | 66,673 | 3,952 | 48,380 | 43,796540 | 14,026460 | 64,603 | 2,654 | 0 | 0,000 |
| 46 | 249,622 | 8,293 | 13,148 | 56,459 | 61,370 | 4,911 | 74,523 | 43,796230 | 14,026530 | 58,520 | 3,350 | 0 | 0,000 |
| 47 | 193,390 | 8,731 | 9,727 | 62,887 | 66,523 | 3,636 | 78,817 | 43,796130 | 14,026110 | 64,831 | 2,454 | 0 | 0,000 |
| 48 | 397,189 | 10,143 | 8,415 | 45,276 | 53,228 | 7,952 | 143,328 | 43,795590 | 14,026910 | 48,544 | 2,771 | 0 | 0,000 |
| 49 | 161,143 | 10,626 | 6,680 | 65,777 | 70,387 | 4,610 | 62,516 | 43,797440 | 14,027750 | 68,111 | 2,578 | 0 | 0,000 |
| 50 | 289,832 | 8,744 | 15,385 | 72,185 | 75,127 | 2,942 | 97,387 | 43,806910 | 14,027870 | 73,829 | 2,874 | 0 | 0,000 |
| 51 | 153,658 | 6,435 | 9,959 | 69,491 | 72,840 | 3,349 | 66,980 | 43,806800 | 14,028020 | 70,962 | 2,294 | 0 | 0,000 |
| 52 | 320,428 | 16,635 | 18,002 | 68,302 | 73,173 | 4,871 | 122,792 | 43,808800 | 14,027830 | 71,086 | 2,610 | 0 | 0,000 |
| 53 | 249,286 | 5,466 | 17,140 | 62,151 | 67,816 | 5,665 | 89,900 | 43,797560 | 14,026040 | 64,768 | 2,773 | 0 | 0,000 |
| 54 | 94,236 | 2,109 | 8,087 | 72,486 | 75,127 | 2,641 | 26,593 | 43,804930 | 14,027830 | 73,816 | 3,620 | 0 | 0,000 |
| 55 | 196,942 | 9,722 | 8,002 | 72,347 | 74,986 | 2,639 | 79,537 | 43,809070 | 14,029670 | 73,726 | 2,322 | 0 | 0,000 |
| 56 | 96,609 | 5,614 | 6,504 | 70,855 | 73,939 | 3,084 | 32,882 | 43,805400 | 14,029970 | 72,560 | 2,792 | 0 | 0,000 |
| 57 | 11852,557 | 55,823 | 39,177 | 31,745 | 67,112 | 35,367 | 4057,619 | 43,801570 | 14,030320 | 44,065 | 2,919 | 2 | 0,443 |
| 58 | 161,618 | 9,626 | 8,686 | 72,284 | 74,988 | 2,704 | 40,583 | 43,799450 | 14,029850 | 73,806 | 3,982 | 0 | 0,000 |
| 59 | 74,119 | 5,186 | 5,517 | 59,779 | 62,058 | 2,279 | 25,218 | 43,796260 | 14,030030 | 60,970 | 2,939 | 0 | 0,000 |
| 60 | 173,593 | 8,336 | 10,488 | 64,326 | 69,988 | 5,662 | 62,211 | 43,808330 | 14,031090 | 66,763 | 2,790 | 0 | 0,000 |
| 61 | 104,355 | 4,523 | 6,020 | 71,974 | 74,368 | 2,394 | 33,390 | 43,808560 | 14,031560 | 73,185 | 2,794 | 0 | 0,000 |
| 62 | 329,989 | 7,092 | 18,887 | 67,250 | 71,261 | 4,011 | 129,124 | 43,808760 | 14,031240 | 69,228 | 2,488 | 0 | 0,000 |
| 63 | 167,960 | 9,094 | 7,650 | 71,874 | 74,991 | 3,117 | 62,527 | 43,801060 | 14,031650 | 73,501 | 2,686 | 0 | 0,000 |
| 64 | 5072,370 | 32,248 | 17,364 | 33,005 | 70,437 | 37,432 | 2907,571 | 43,802680 | 14,032900 | 46,478 | 1,745 | 21 | 17,178 |
| 65 | 92,479 | 5,862 | 6,099 | 71,389 | 74,087 | 2,698 | 35,844 | 43,802570 | 14,031590 | 72,673 | 2,580 | 0 | 0,000 |
| 66 | 86,043 | 4,294 | 7,861 | 69,366 | 72,117 | 2,751 | 29,740 | 43,802790 | 14,031840 | 70,739 | 2,893 | 0 | 0,000 |
| 67 | 102,491 | 5,015 | 6,839 | 70,002 | 72,722 | 2,720 | 39,370 | 43,805200 | 14,031550 | 71,319 | 2,603 | 0 | 0,000 |

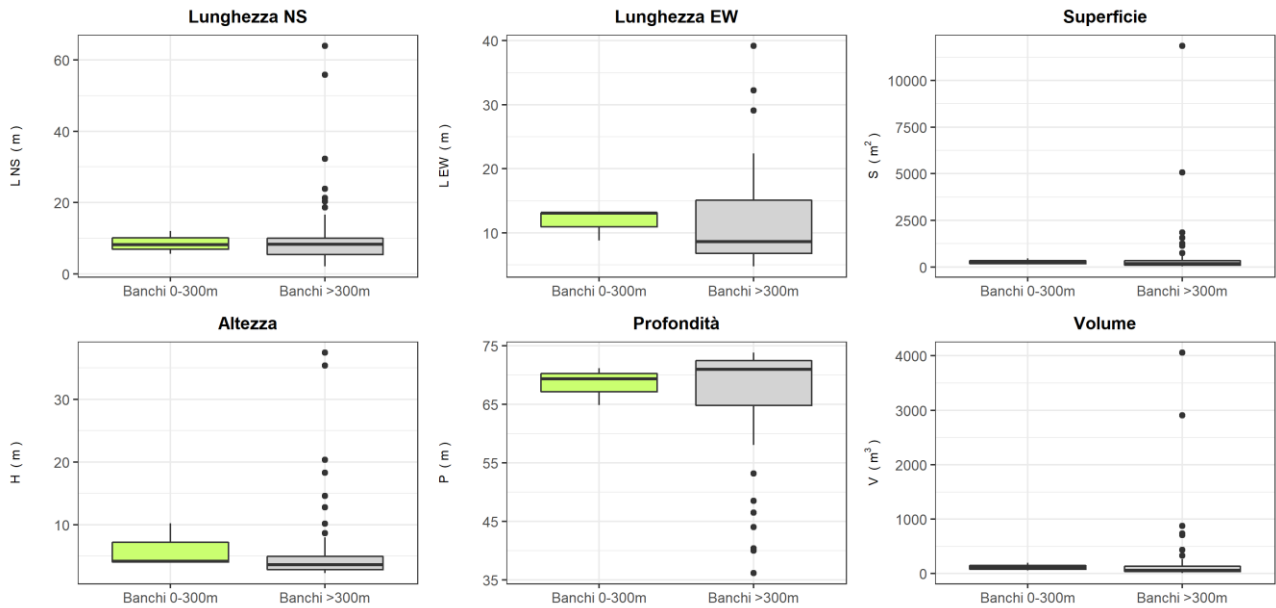


Fig. 3.30 – Box plot di alcune caratteristiche metriche delle aggregazioni rilevate in **giugno** 2020. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali valori anomali (*outliers*).

Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazioni tridimensionali delle aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti sopra descritti (figg. 3.31 - 3.33). Tali immagini permettono una percezione spatio-temporale dei singoli banchi nell'ambiente circostante la piattaforma Clara NW.

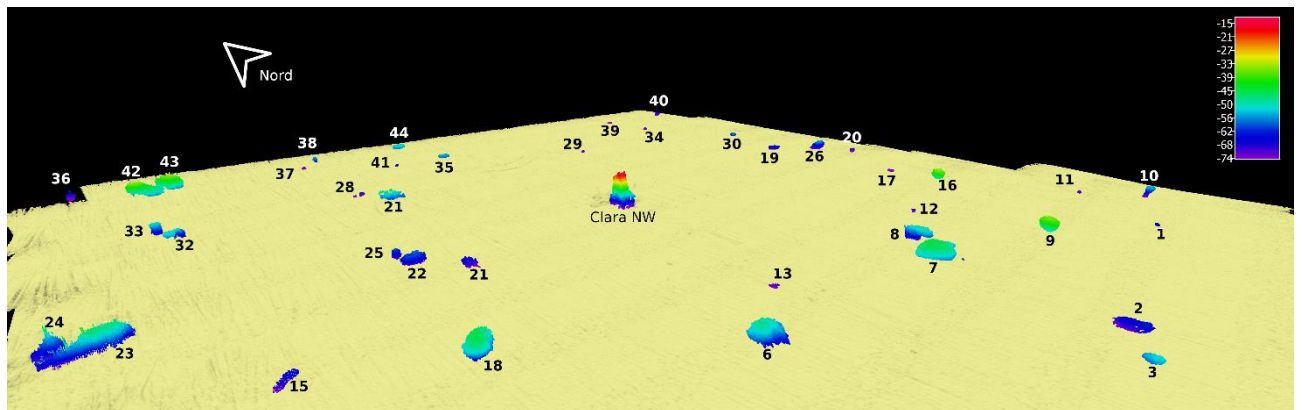


Fig. 3.31 – Immagine tridimensionale da Sud-Ovest della colonna d'acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce di **febbraio** 2020. Al centro dell'immagine è visibile la struttura Clara NW.

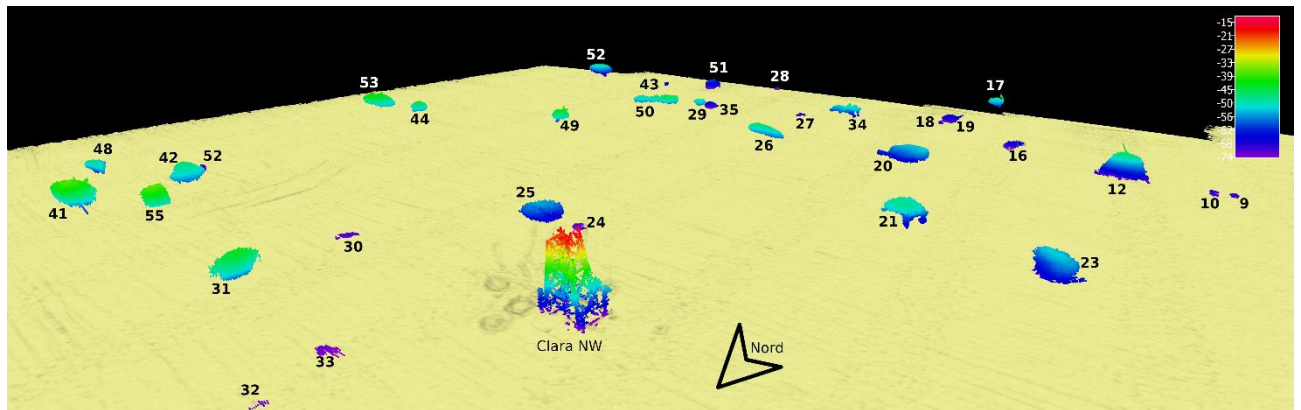


Fig. 3.32 – Immagine tridimensionale da Nord-Ovest della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce di **maggio** 2020. Al centro dell’immagine è visibile Clara NW.

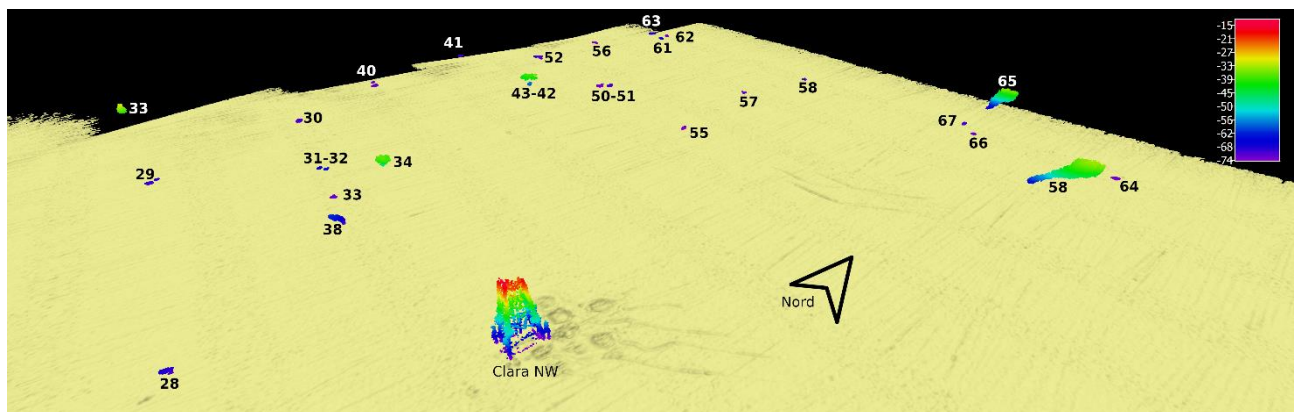


Fig. 3.33 – Immagine tridimensionale da Sud-Est della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nel **giugno** 2020. Al centro dell’immagine è visibile Clara NW.

3.4.3. INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA

Nel **febbraio** 2020 sono stati osservati grossi banchi di pesce pelagico (da ricondursi a *Boops boops* e al genere *Trachurus*) in prossimità e tra i pali della piattaforma a circa 20 m di profondità (fig. 3.34).

A **maggio** è stata registrata la presenza di numerosi esemplari di *Seriola dumerilii* appena sotto lo scafo della barca (5-10 m di profondità) ormeggiata nelle strette vicinanze della piattaforma (fig. 3.35), mentre a **giugno** è stato rilevato un grosso banco di specie pelagiche non ben identificabili tra i pali della struttura nei primi 20 m di profondità (fig. 3.36).

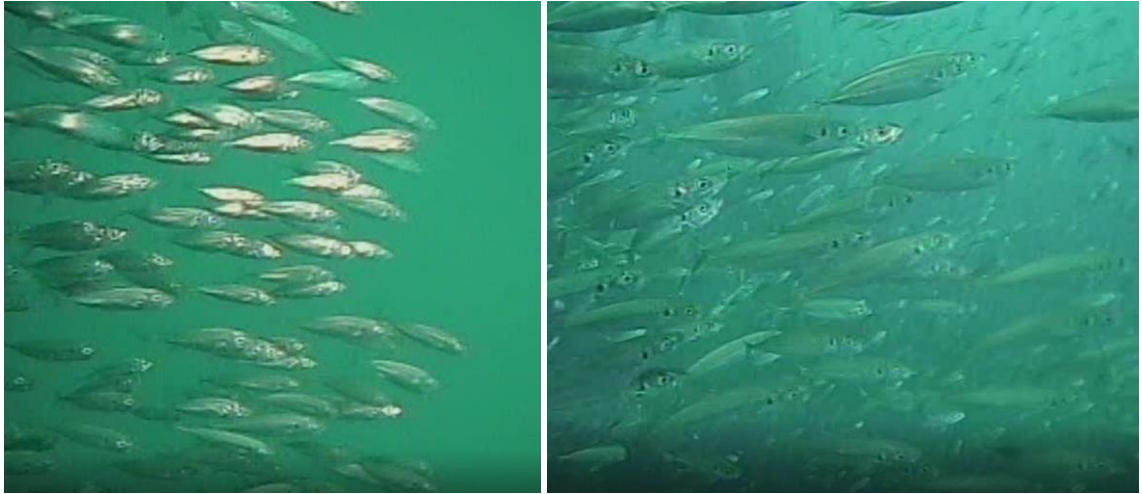


Fig. 3.34 - Febbraio 2020. Grossi banchi di *Trachurus* spp. e *Boops boops* rilevati a 20 m circa di profondità tra i pali della piattaforma.



Fig. 3.35 - Maggio 2020. Esemplari di *Seriola dumerilii* a 5 m di profondità e tra i pali della piattaforma.

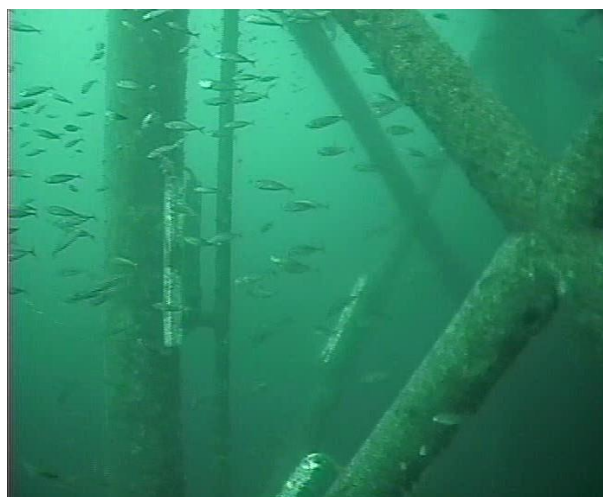


Fig 3.36 - Giugno 2020. Banco di pesce pelagico in prossimità della piattaforma.

3.5. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI E RETTILI MARINI

Nel 1° semestre 2020 non è avvenuto alcun avvistamento di mammiferi o rettili marini (Tab. 3-XXIII).

Tab. 3-XXIII - Survey condotti durante il 1° semestre 2020 per l'avvistamento di cetacei e rettili marini nell'area in cui è stata installata la piattaforma Clara NW. A marzo e aprile le attività sono state sospese per lockdown a causa della pandemia da COVID-19.

| | | N. survey | N. avvistamenti | N. esemplari |
|------------|---------------|-----------|-----------------|--------------|
| 5° anno PL | Gennaio 2020 | 3 | 0 | |
| | Febbraio 2020 | 3 | 0 | |
| | Marzo 2020 | 0 | | |
| | Aprile 2020 | 0 | | |
| | Maggio 2020 | 3 | 0 | |
| | Giugno 2020 | 3 | 0 | |

4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000227 del 17/09/2014 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Clara NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Calipso. Tale monitoraggio nel 2019 è stato condotto dal RTI di cui il CNR-IRBIM è Impresa Mandataria e che comprende come Mandanti CIBM di Livorno, SZN di Napoli, OGS di Trieste, CONISMA, AGROLAB Ambiente srl di Carrara e Università Politecnica delle Marche.

Gli aspetti da indagare contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle prescrizioni dell’ARPAM; c) alle conoscenze acquisite dal CNR-IRBIM di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell’oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; d) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-ISMAR di Ancona dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione offshore installati in alto e medio Adriatico su diverse tipologie di fondale da 20 a 85 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Naide, Tea, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2&3, Fauzia, Elettra (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017a; Spagnolo *et al.*, 2020a; 2021a; 2021b); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Clara NW.

Per quanto concerne la piattaforma, è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti la colonna d’acqua (studio delle correnti, caratteristiche fisiche e chimiche, inquinanti), le comunità fito- e zooplanctoniche (solo nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione), i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo e biomarker in organismi marini), la ricerca di inquinanti e lo studio di biomarker in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* insediati sulle parti sommerse della piattaforma, la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica e del popolamento ittico, il passaggio di cetacei e rettili marini nell’area circostante la struttura.

Il monitoraggio comprende diverse fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera della piattaforma (pre-survey);
- b. fase di installazione e perforazione dei pozzi;
- c. fase di esercizio;
- d. fase di fine esercizio.

E' da specificare che il 1° semestre 2020 è stato interessato dall'emergenza determinata dalla pandemia da COVID-19 e che dal 9 marzo 2020 tutte le attività in mare, di laboratorio e di ufficio sono state improvvisamente sospese a causa del lockdown nazionale. Pertanto, non è stato possibile completare i campionamenti in mare né eseguire le analisi di laboratorio per molti degli aspetti da indagare. In particolare, per quanto riguarda i campionamenti in mare non sono stati eseguiti:

- campagne oceanografiche previste a marzo e maggio;
- campionamento dei sedimenti nelle stazioni a ridosso della piattaforma;
- prelievo di mitili dalle parti sommerse di Clara NW;
- campionamenti della comunità ittica nei mesi di marzo e aprile (campionamenti di pesca e survey acustici);
- avvistamenti di cetacei e rettili marini nei mesi di marzo e aprile.

Nonostante il prelievo dei campioni in mare, per quanto concerne le analisi di laboratorio non è stato possibile eseguire le analisi di seguito elencate a causa del prolungamento dei tempi di stoccaggio dei campioni nei laboratori chiusi e del conseguente loro deterioramento:

- analisi fisiche e chimiche dei sedimenti;
- analisi ecotossicologiche, di bioaccumulo e di biomarker in organismi marini.

Tutte le analisi non eseguite sono state ripetute nel 1° semestre 2021 con un ulteriore campionamento ad hoc.

Pertanto, nel presente rapporto sono descritti i risultati conseguiti per la piattaforma Clara NW nel 1° semestre 2020 relativi alla colonna d'acqua, alla correntometria, alle comunità bentoniche, al popolamento ittico e all'avvistamento di cetacei e tartarughe marine.

Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua – Nel 1° semestre 2020 è stato possibile condurre esclusivamente una campagna oceanografica a febbraio, prima dell'entrata in lockdown.

Le caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua osservate sono in accordo con la

climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a, 1997b; Zavatarelli *et al.*, 1998) e con quanto rilevato nei monitoraggi precedenti condotti presso la piattaforma Clara NW sin dal pre-survey (Fabi *et al.*, 2015b; 2016b; 2016c; 2017b; 2017c; 2018; 2019a; 2019b; Spagnolo *et al.*, 2020b; 2021c).

Il rimescolamento della colonna d'acqua tipico della stagione invernale è apparso ben evidente nelle distribuzioni omogenee di temperatura e salinità. Il confronto con i dati del survey di febbraio 2019 ha evidenziato valori in media più elevati nel 2020 in tutte le stazioni per i profili di entrambi i parametri ($\Delta t > 1^\circ\text{C}$, $\Delta s > 0,1$ psu).

Per quanto riguarda gli aspetti idrochimici analizzati, la concentrazione di ossigeno disciolto è risultata tipicamente omogenea su tutta la colonna d'acqua e con valori attorno al 99% ovunque; pertanto, analogamente agli anni precedenti non sono state osservate condizioni di ipossia o anossia.

Le concentrazioni di nutrienti sono rientrate anche nel febbraio 2020 nei range dei valori noti per il bacino (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008). Tutti i composti ricercati hanno presentato mediamente concentrazioni modeste. Il contenuto medio di nitriti, nitrati, e ammonio è risultato comparabile a quello rilevato nel febbraio 2019; le concentrazioni di silicati e fosfati sono invece apparse più elevate nel 2020.

La biomassa fitoplanctonica, stimata dai profili di fluorescenza in situ, ha mostrato concentrazioni uniformi e $< 1 \mu\text{g l}^{-1}$ in tutta la colonna d'acqua per tutte le stazioni del piano di campionamento, risultando confrontabile con la distribuzione del febbraio 2019.

Anche il carico solido sospeso è rientrato nei limiti dei valori riscontrati nei campionamenti precedenti.

Nel confronto fra le stazioni in prossimità della piattaforma, che più direttamente possono essere modificate nelle loro caratteristiche ambientali dalle attività nella struttura stessa, e quelle posizionate a 2000 m di distanza e considerate come controllo, in generale non sono emerse differenze importanti per quanto riguarda le condizioni oceanografiche né i parametri idrochimici (nutrienti, clorofille e carico solido sospeso), confermando i risultati precedenti. In definitiva, non sono apparse evidenti alterazioni nei parametri oceanografici e idrochimici da attribuire alle attività di estrazione in corso sulla piattaforma Clara NW, confermando i risultati precedenti.

Per quanto concerne l'analisi degli inquinanti, in generale gli idrocarburi sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità. Tra i solventi organici aromatici (BTEX) sono stati rilevati

in modo omogeneo e in basse concentrazioni solo il Benzene e lo Stirene; Etilbenzene e Xilene sono stati quantificati in un numero estremamente ridotto di campioni e in concentrazioni modeste, mentre il Toluene non è stato affatto rilevato, così come il glicole etilenico ad eccezione per quest'ultimo composto di un solo valore che può considerarsi uno spike visti anche i risultati precedenti di completa non rilevabilità. La maggior parte dei metalli pesanti è risultata al di sotto del limite di quantificazione o ha presentato pochi valori al di sopra dello stesso. Non sono emerse differenziazioni geografiche degne di nota tra i siti vicini e quelli lontani dalla piattaforma.

Alla luce di quanto osservato si può concludere che anche nel febbraio 2020 le concentrazioni di inquinanti lungo la colonna d'acqua e la loro distribuzione geografica non hanno evidenziato effetti perturbativi significativi da parte della piattaforma Clara NW sull'ambiente marino.

Misure correntometriche - Le registrazioni effettuate nel 1° semestre 2020 hanno confermato quanto rilevato negli anni precedenti (Spagnolo *et al.*, 2021c), ovvero che l'areale in cui è installata la piattaforma Clara NW è caratterizzato da un regime delle correnti molto variabile in direzione e di intensità generalmente debole (0,1-0,2 m/s), anche se in aprile è stata registrata un'intensificazione fino a 0,5 m/s, simile a quelle rilevate alla fine del 2019.

Comunità bentonica – Come sopra specificato il survey invernale del 2020 è stato improvvisamente interrotto dal lockdown, impedendo la raccolta di campioni dalle quattro stazioni CL a ridosso della piattaforma. La conservazione in formaldeide di tutti gli altri ha consentito la loro conservazione sino alla ripresa delle attività di laboratorio. Vista la lunga serie storica dei dati si è ritenuto che la mancanza di informazioni inerenti i siti CL non avrebbe inficiato la comprensione dell'andamento complessivo delle comunità bentoniche residenti nell'area e pertanto il campionamento è stato ritenuto valido.

Come già osservato in tutti i survey finora condotti (Spagnolo *et al.*, 2021c), anche nell'inverno 2020 le comunità bentoniche non sono risultate particolarmente diversificate nonostante una cospicua presenza di specie secondarie, a causa della netta dominanza di policheti appartenenti alla famiglia Paraonidae seguiti dal mollusco gasteropode *Hyala vitrea* e dal polichete *Aphelochaeta filiformis*. I popolamenti sono apparsi costituiti quasi esclusivamente da organismi di fondo mobile, accompagnati da taxa tipici di habitat rocciosi nei siti a 30 m dalla piattaforma come in precedenza. Nonostante la mancanza di

dati relativi ai sedimenti adiacenti a Clara NW, dall'andamento degli indici è apparsa chiara l'influenza di quest'ultima sull'arricchimento delle comunità, come indicato dal notevole incremento dei valori riscontrato a 30 m di distanza, la cui peculiarità è stata confermata dall'applicazione del MDS. E' stata anche confermata l'omogenità tra le stazioni situate ad almeno 60 m dalla piattaforma con i controlli, indicando che l'influenza della struttura è limitata spazialmente.

Lo stato ecologico relativo all'ultimo monitoraggio è risultato compreso tra buono e moderato sia lungo i transetti che nelle aree di riferimento indicando una stabilità o un lieve miglioramento delle condizioni ecologiche rispetto all'estate 2019.

Comunità ittica – Nel 1° semestre 2020 le indagini sul popolamento ittico effettuate mediante campionamenti di pesca con rete tremaglio, survey acustici con MultiBeam Echosounder e survey visivi con videocamera subacquea sono state condotte a febbraio, maggio e giugno. A gennaio, infatti, le condizioni meteo-marine hanno impedito lo svolgimento delle campagne mentre a marzo e aprile si sono fermate tutte le attività a causa del COVID-19.

Ad ogni modo, anche in questo caso vista la serie storica a disposizione e la disponibilità di tutte le tre tipologie di indagini il semestre è stato ritenuto valido.

I campionamenti di pesca hanno confermato rendimenti di pesca più elevati presso Clara NW rispetto alle zone di controllo come osservato sin dalla posa della piattaforma (Spagnolo *et al.*, 2021c), nonostante questo risultato non sia stato validato in termini statistici a causa dell'elevata dispersione di dati e del limitato numero di campionamenti. Anche i valori di Ricchezza specifica presso la piattaforma sono stati superiori a quelli dei controlli. Questi risultati concordano con quanto già rilevato presso altre strutture estrattive cosa che si viene evidenziata in monitoraggi pregressi effettuati in Adriatico settentrionale presso altre strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2004b; 2005a; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017a; Spagnolo *et al.*, 2020a; 2021a; 2021b) e in alcuni studi condotti in altre aree (Stanley e Wilson, 1990; 1997; Schroeder *et al.*, 1999; Love *et al.*, 2000; 2005; Løkkerborg *et al.*, 2002).

L'esclusiva presenza di specie ittiche attratte (*S. notata*, *S. porcus*, *S. scrofa*) o parzialmente attratte da substrati rocciosi (es., *B. boops*, *T. mediterraneus* e *P. bogaraveo*) e in rinvenimento presso i controlli esclusivamente di specie non attratte e dunque tipiche dell'habitat naturale, evidenziano l'influenza da parte di Clara NW nei confronti di

organismi altrimenti rari o assenti nell'area.

L'impiego di tecniche acustiche, nello specifico svolte con MBES, consente di integrare i dati di cattura fornendo una visione più completa del popolamento ittico che gravita attorno alle piattaforme offshore. Infatti mediante queste tecniche viene sondata interamente la colonna d'acqua permettendo di individuare anche la presenza di specie piccole e pelagiche che vengono catturate in quantità minore rispetto alla reale abbondanza a causa della selettività e dell'altezza limitata del tipo di rete utilizzata. Il CNR-IRBIM conduce l'indagine acustica ormai da anni per lo studio del popolamento ittico attorno alle piattaforme offshore; ciò ha permesso di verificare che durante le ore diurne vi è un'elevata concentrazione di banchi di pesce negli strati d'acqua più vicini al fondo (Punzo *et al.*, 2015, Gaetani *et al.*, 2018), comportamento attribuibile all'etologia delle specie gregarie. Infatti, i banchi nell'arco della giornata compiono migrazioni verticali avvicinandosi agli strati di acqua più profondi nelle ore diurne (periodo in cui viene condotta l'indagine acustica) e risalendo la colonna d'acqua in quelle notturne (periodo in cui avviene il campionamento di pesca). Queste migrazioni verticali sono molto probabilmente legate all'opportunità di procurarsi nutrimento oltre che all'ottimizzazione bioenergetica e alla necessità di trovare riparo dai predatori (Pitcher, 1993; Cardinale *et al.*, 2003). I banchi più grandi sono tendenzialmente attribuibili a specie pelagiche come *Engraulis encrasicolus*, le quali hanno una forte tendenza ad aggregarsi (Iglesias *et al.*, 2003; Tsagarakis *et al.*, 2012). Tali organismi sono di piccole dimensioni e durante i campionamenti di pesca vengono generalmente catturati in quantità minore rispetto alla reale abbondanza a causa della selettività dell'attrezzo utilizzato, del suo posizionamento in prossimità del fondale e delle tempistiche del campionamento.

In riferimento ai dati raccolti tramite il sistema MBES nel primo semestre 2020, alle osservazioni fatte sulla base della letteratura e alle riprese tramite telecamera, oltre che ai campionamenti di pesca, si può dedurre che i banchi relativamente piccoli individuati in prossimità del fondale (76-70 m) e nelle vicinanze della piattaforma, come i banchi nn. 15 e 32 di maggio e i nn. 27, 28 e 38 di giugno, fossero di specie necto-bentoniche parzialmente attratte come *Trisopterus minutus capelanus* o *Pagellus* spp. I banchi nn. 21, 23, 25 e 31 di maggio, presentando dimensioni notevoli e un grande sviluppo in altezza, sono probabilmente riconducibili a organismi pelagici parzialmente attratti come *Trachurus* spp o *Boops boops*.



La presenza di queste specie attorno alla piattaforma è stata confermata dalle riprese subacquee e dai campionamenti di pesca. Mediante videocamera sono state individuate anche altre specie non catturate, come ad esempio *S. dumerilii*, una specie pelagica attratta dai substrati duri, di cui sono stati osservati numerosi esemplari a maggio.

A distanze maggiori dalla struttura Clara NW sono stati rilevati banchi anche di notevoli dimensioni come ad esempio le aggregazioni nn. 7, 18, 23 di febbraio, n. 12 di maggio e n. 57 di giugno, verosimilmente rappresentate da pelagici non attratti come *E. encrasicolus*.

Rilevamento del passaggio di cetacei e rettili marini - Nel 1° semestre 2020 non è stato possibile effettuare i rilevamenti a marzo e aprile per la sospensione di tutte le attività a causa del COVID-19. Negli altri 4 mesi in cui i survey sono avvenuti regolarmente non è stato censito alcun cetaceo o tartaruga marina nell'area circostante la piattaforma Clara NW, confermando i dati raccolti sin dal pre-survey (ad esclusione delle fasi di installazione e perforazione dei pozzi i cui risultati sono riportati in Leonori *et al.*, 2016), ovvero una scarsa frequentazione dell'area da parte di questi animali.

5. BIBLIOGRAFIA

- Artegiani A. 1996. *Temperature and salinity measurements of seawaters, Handbook of method protocols*. MAST II Mediterranean Targeted Project. 34 pp.
- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1492– 1514.
- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1515– 1532.
- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferriera J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W. 2004. *Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters*. Instituto da Agua. Instituto do Mar, Lisbon.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55(2-3): 559-580.
- Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.
- Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 40(12): 1100-1114.
- Cardinale M., Casini M., Arrhenius F., Håkansson N. 2003. Diel spatial distribution and feeding activity of herring *Clupea harengus* and sprat *Sprattus sprattus* in the Baltic Sea. *Aquat. Liv. Res.*, 16: 283-292.
- Carpenter J.H. 1965. The Chesapeake bay institute technique for the winkler dissolved oxygen method. *Lim. Ocean.*, 10(1): 141-143.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd Edition. PRIMER-E, Plymouth, Uk. 172 pp.
- Craeymeersch J.A. 1991. Applicability of the abundance/biomass comparison method to detect pollution effects on intertidal macrobenthic communities. *Hydrobiol. Bull.*, 24(2): 133-140.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Grati F., Puletti M., Scarcella G. 2004b. Effects on fish community induced by the installation of two gas platforms (Adriatic sea). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 273: 187-197.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”*. Rapporto conclusivo di due anni di indagine. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P,

Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.

- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.
- Fabi G. De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 353 + XLI pp.
- Fabi G., De Ranieri S, Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + XLVI pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea - Rapporto conclusivo dal pre-survey al terzo anno successivo alla posa in opera della piattaforma (2006-2010)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 251 + XLIV pp.
- Fabi G., Bernardi Aubry F., Boldrin A., Camatti E., De Biasi A., Kozinkova L., Punzo E., Spagnolo A. 2015b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW e della condotta collegante Clara NW a Calipso. Pre-survey (dicembre 2014 - aprile 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, ecotossicologia dei sedimenti e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 1.* Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 144 + XXXII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A. De Biasi A.M., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P., 2016a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Rapporto finale di sei anni di indagine (dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 258 + CXVIII pp.
- Fabi G., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cassin D., De Biasi A., De Lazzari A., Kozinkova L., Punzo E., Spagnolo A. 2016b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di posa in opera (maggio dicembre 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, indagini sulle comunità planctoniche e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 2.* Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 155 + XXVII pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G., Punzo E., Spagnolo A. 2016c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW e della condotta collegante Clara NW a Calipso. Fase di produzione - Rapporto semestrale (gennaio - giugno 2016). Rapporto n. 3.* Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 151 + LXIV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017a. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. Rapporto finale dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione (2009 - 2013)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 236 + XCV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G., Punzo E. 2017b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara*

- NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 1° anno rapporto finale (gennaio-dicembre 2016). Rapporto n. 4. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 179 + XLIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G. 2017c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 2° anno rapporto semestrale (gennaio-giugno 2017). Rapporto n. 6.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 144 + XLIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Kozinkova L., Masnadi F., Montagnini L., Scanu M. 2018. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 2° anno - Rapporto finale. Rapporto n. 8.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 217 + XLV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Kozinkova L., Masnadi F., Montagnini L., Tasseti A.N. 2019a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 3° anno - Rapporto semestrale (gennaio - giugno 2018). Rapporto n. 11.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 160 + LII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gomiero A., Kozinkova L., Masnadi F., Minelli A., Montagnini L. 2019b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 3° anno - Rapporto finale (gennaio – dicembre 2018). Rapporto n. 12.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 263 + LIII pp.
- Fisher W., Bauchot M.L., Schneider M. (Eds). 1987. *Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1) Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. 1. Végétaux et Invertébrés.* Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO. 760 pp.
- Gaetani A., Tasseti A.N., Guicciardi D., Ferrà C., Fabi G. 2018. How Does Fish Behavior Change during the Day around Gas Platforms? Pages 7-21, in: Bortone S.A. (Ed.). *Marine artificial reef research and development: integrating fisheries management objectives.* American Fisheries Society, Symposium 86, Bethesda, Maryland.
- Gibbons J.D., Chakraborti S. 2011. *Nonparametric Statistical Inference.* Fifth Edition, Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL (USA).
- Hansen H.P., Koroleff F. 1999. Determination of nutrients. Methods of seawater analysis. *K Grasshof*: 159–228.
- Iglesias M., Carrera P., Muiño R. 2003. Spatio-temporal patterns and morphological characterisation of multispecies pelagic fish schools in the North-Western Mediterranean Sea. *Aquat. Liv. Res.*, 16: 541-548.
- Khoo K.H., Culbertson C.H., Bates R.G. 1977. Thermodynamics of the dissociation of ammonium ion in seawater from 5 to 40°C. *J. Solution Chem.*, 6(4): 281–290.
- Leonori I., Biagiotti I., Costantini I. 2016. *Progetto di monitoraggio cetacei durante la costruzione della piattaforma Bonaccia NW.* Servizio di monitoraggio ambientale ENI S.P.A. Distretto Centro-Settentrionale (DICS). Rapporto Finale CNR-ISMAR Ancona. 133 pp.
- Løkkeborg S., Humborstad O. B., Jørgensen T., Soldal A.V. 2002. Spatio-temporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platform. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 294-299.
- Love, M. S., Caselle J., Snook L. 2000. Fish assemblages around seven oil platforms in the Santa Barbara Channel area. *Fish. Bull.*, 98: 96–117.

- Love M.S., Schroeder M.D., Leanz W.H. 2005. Distribution of Boccaccio (*Sebastes paucispinis*) and Cowcod (*Sebastes levis*) around oil platforms and natural outcrops off California with implication for larval production. *Bull. Mar. Sci.*, 77(3): 397-408.
- Margalef, R., 1969. *Perspectives in Ecological Theory*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Marini M., Jones B.H., Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. 2008. Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *J. Geophys. Res.*, 113., C05S90. doi:10.1029/2007JC004370
- May R.M. 1979. Patterns of Species Abundance and Diversity. Pagg. 81-120, in: Cody M.L. and Diamond J.M. (Eds). *Ecology and Evolution of Communities*, 4.
- Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.*, 55: 13-29.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Pubbl., New York. 424 pp.
- Pitcher T.J. 1986. *Behaviour of teleost fishes*. Fish and Fisheries Series 7 - second ed. Chapman & Hall, London: 363-439
- Punzo E, Malaspina S, Domenichetti F, Polidori P, Scarcella G, Fabi G. 2015. Fish detection around offshore artificial structures: preliminary results from hydroacoustics and fishing surveys. *J. Appl. Ichth.*, 31(S3): 48-59.
- Scarcella G., Grati F., Fabi G. 2011. Temporal and Spatial Variation of the Fish Assemblage Around a Gas Platform in the Northern Adriatic Sea, Italy. *Turkish J. Fish. Aquatic Sci.*, 11: 433-444.
- Schroeder D.M., Ammann J.A., Harding, L.A., MacDonald W., Golden. T. 1999. Relative habitat value of oil and gas production platforms and natural reefs to shallow water fish assemblages in the Santa Maria Basin and Santa Barbara Channel, California. *Proc. Fifth Calif. Islands Symp.*: 493-498.
- Shannon C.E., Weaver W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Medit. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Regoli F., Siena G., Saggiomo M. 2020a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno della fase di produzione - Rapporto finale - Rapporto n. 16*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 292 + CLXX pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Montagnini L., Regoli F., Saggiomo M., Siena G. 2020b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto semestrale 4° anno (2019)*. Rapporto n. 14. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 189 + LVII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Regoli F., Saggiomo M., Siena G. 2021a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Elettra. 5° anno della fase di produzione - Rapporto finale. Rapporto n. 16*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 283 + CXXIII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Manarini T., Regoli F., Saggiomo M., Siena G. 2021b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della*

- piattaforma. Fase di produzione - Rapporto finale 4° anno (2019). Rapporto n. 13. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 295 + CXXXVIII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Montagnini L., Regoli F., Saggiomo M., Siena G. 2021c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto finale 4° anno (2019). Rapporto n. 15.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 303 + CXIX pp.
- Stanley D.R., Wilson C.A. 1990. A fishery-dependent based study of fish species composition and associated catch rates around oil and gas structures off Louisiana. *Fish. Bull.*, 88: 719-730.
- Stanley D.R., Wilson C.A. 1997. Seasonal and spatial variation in the abundance and size distribution of fishes associated with a petroleum platform in the northern gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 1166-1176.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 pp.
- Teixeira H., Salas F., Pardal M.A., Marques J.C. 2007. Applicability of ecological evaluation tools in estuarine ecosystem: a case of the lower Mondego estuary (Portugal). *Hydrobiologia*, 587: 101-112.
- Tsagarakis K., Giannoulaki M., Somarakis S., Machias A. 2012. Variability in positional, energetic and morphometric descriptors of European anchovy *Engraulis encrasicolus* schools related to patterns of diurnal vertical migration. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 446: 243–258.
- UNESCO. 1983. *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. Tech. Pap. Mar. Sci., 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. *The acquisition, calibration, and analysis of CTD data*. Tech. Pap. Mar. Sci., 54. 59 pp.
- Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J.C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of Chlorophyll a from divinylChlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Res.*, 18(12): 2377-2382.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds). 1986. *Fishes of the North- Eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, Voll. 1-2-3. 1473 pp.
- Whitfield M. 1974. The hydrolysis of ammonium ions in seawater - a theoretical study. *J. Mar. Biol. Ass. United Kingdom*, 54: 565-580.
- Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A., 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-26.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004. *The use of BENTIX in Assessing Ecological Quality of coastal waters across the Mediterranean. Proceedings of an international workshop on the promotion and use of benthic tools for assessing the health of coastal marine ecosystems*. Intergovernmental Oceanographic Commission. Workshop Report n. 195: 19-22.



ALLEGATO A

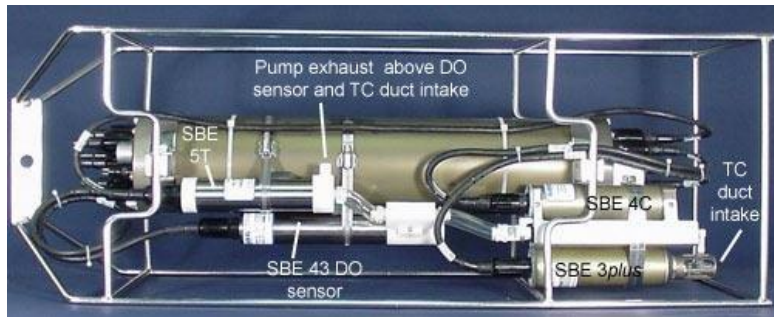
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA NELLE

INDAGINI

A1

INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

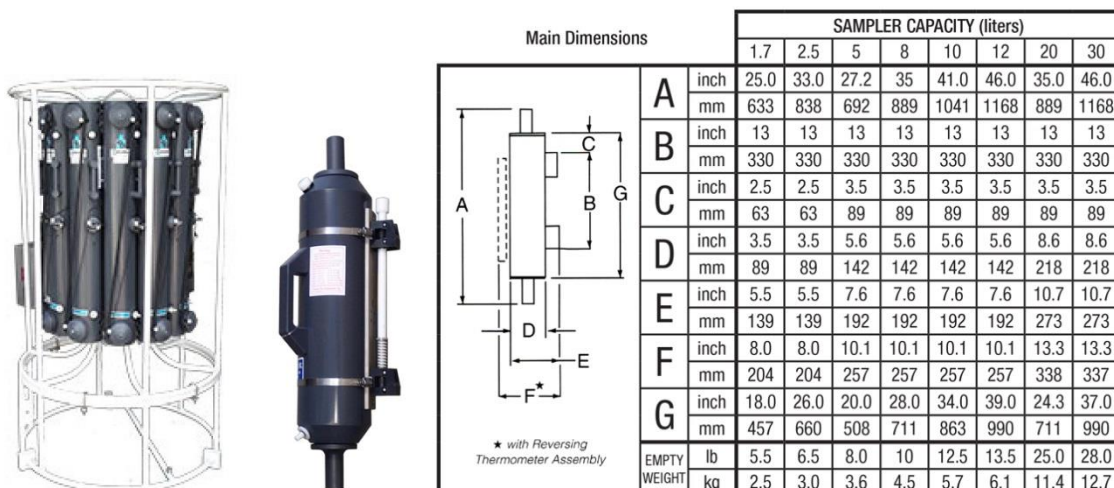
A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



CTD: Sonda multiparametrica CTD SBE 9plus dotata dei seguenti sensori:

| Sensore | Costruttore | Modello | Accuratezza | Intervallo di misura | Data ultima calibrazione |
|---------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| Temperatura | Sea Bird Electronics | SBE 3 plus | $\pm 0,001\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5 : +35\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 21/05/2019 |
| Conducibilità | Sea Bird Electronics | SBE 4C | $\pm 0,0003\text{ S m}^{-1}$ | $0 : 7\text{ S m}^{-1}$ | 21/05/2019 |
| Pressione | Paroscientific Digiquartz® | Series 8000 | $\pm 0,01\%$ Fondo Scala | 0: 6800 m | 15/04/2009 |
| Ossigeno | Sea Bird Electronics | SBE 43 | $\pm 2\%$ saturazione | 120% saturazione in superficie | Calibrazione con Winkler ad ogni campagna |
| Fluorimetro | WET Labs | ECO FLNTU(RT)D | $\pm 0,01\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ | $0 : 50\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ | Calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna |
| Turbidimetro | WET Labs | ECO FLNTU(RT)D | $\pm 0,01\text{ NTU}$ | $0 : 25\text{ NTU}$ | Calibrazione con campioni di TSM ad ogni campagna |

Campionatore: SBE32 Carousel Water Sampler (“rosette”) con bottiglie OTE (Ocean Test Equipment), mod. 110B.



A1-II ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)



| Strumento | Costruttore | Modello | Risoluzione | Accuratezza | Intervallo di misura | Calibrazione |
|------------------|-------------------------|----------------|--------------------|--------------------|--|---------------------|
| ADCP | Teledyne RD Instruments | Sentinel V | 0,1 cm/s | ± 0,3 cm/s | ± 5 m/s (default) ±20 m/s (maximum) | Ad ogni deployment |

| Sensore | Costruttore | Modello | Risoluzione | Accuratezza | Intervallo di misura | Calibrazione |
|----------------|-------------------------|----------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|
| Temperatura | Teledyne RD Instruments | Sentinel V | 0,1°C | ± 0,4 cm/s | da -5°C a + 45°C | ad ogni deployment |

A1-III OSSIGENO DISCIOLTO

Titolatore automatico Mettler Toledo T50 per la misura dell'ossigeno disciolto tramite il metodo di Winkler



Potenzialità analitiche

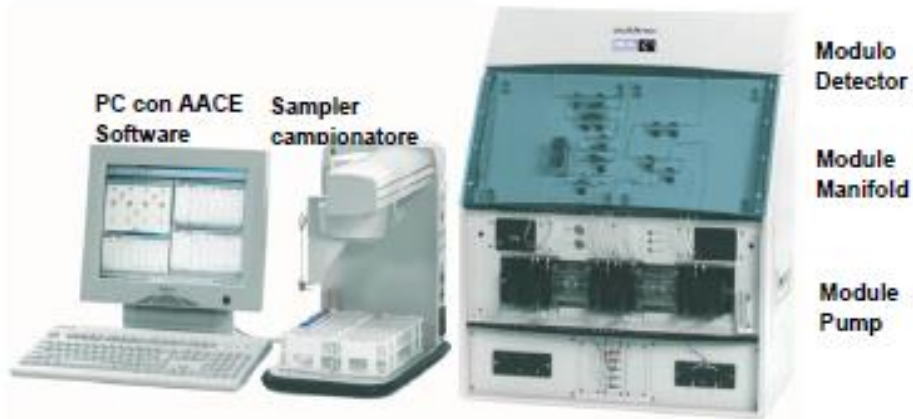
| | |
|----------------------------|--|
| Tipi di titolazione | Acido-base acquose e non-acquose, precipitazione, redox, complessometria Titolazione diretta, retrotitolazione, determinazione del bianco, titolazione a due fasi |
| Modi di titolazione | Ai punti equivalenti, ai punti finali, pH-stat, Karl Fischer |
| Tipi di indicazione | Elettrochimica (potenziometria, voltammetria, amperometria) fotometrica, torbidimetrica, conduttimetrica. |
| Dosaggio reagente | Aggiunta dinamica, incrementale, continua |
| Acquisizione dati | Equilibrio e tempo fisso |
| Valutazione | Curve simmetriche, asimmetriche, segmentate, minimo, massimo, pK |
| Calcolo | Formule liberamente definibili, con funzioni logaritmiche, esponenziali, funzioni matematiche |
| Misure | pH e temperatura Conducibilità con compensazione temperatura Potenziale redox Iono-selettive dirette e con aggiunte standard Funzionalità "test sensore" integrata |

Panoramica delle principali funzioni

| | | |
|---------------------------------|---|------------------------------------|
| One Click™ Titration | Tasti di scelta rapida per ciascun utente | 12 |
| | Numero utenti | 30 |
| Funzione Plug & Play | Riconoscimento automatico buretta | si |
| | Elettrodi | si |
| | Motore buretta | si |
| | Chiavetta USB | si, per metodi/risultati |
| | Scambiatore di campioni Rondo | si |
| | Stativo di titolazione autom. Rondolino | si |
| Motori per burette | Per titolazione | 1 interno |
| | Per dosaggio | 3 esterni |
| | Risoluzione motore buretta | 1/20.000 volume buretta |
| | Volumi burette intercambiabili | 1, 5, 10 e 20 mL |
| Metodi e serie | Titolazione auto-apprendimento | si |
| | Numero di campioni per serie | 120 |
| | Metodi METTLER TOLEDO predefiniti | > 30 |
| | Numero max. metodi | 120 |
| Ingressi sensore | Potenziometrico | 2 |
| | Polarizzato | 1 |
| | Riferimento | 1 |
| | Temperatura PT1000 | 1 |
| | Conducibilità | 1 opzionale |
| Interfacce | Ethernet | 1 |
| | COM | 3 |
| | USB host | 1 |
| | USB client | 1 |
| | Bus CAN | si |
| | Pompa/agitatore Solvent Manager™ | 3 |
| | TTL I/O | 1 |
| Terminale | Controllo | Touch Screen |
| | Schermo | Display TFT a colori 5.7" ¼ VGA |
| | Risoluzione | 320 x 240 pixel |
| | Inclinazione | Regolabile in tre posizioni |

A1-IV NUTRIENTI

**Analizzatore a flusso continuo (continuous-flow analysis CFA) a quattro canali
'QuAAtro, Seal Analytical'**



QuAAtro è un moderno analizzatore a chimica umida che è utilizzato per automatizzare reazioni chimiche complesse.

| | |
|------------------------------|---|
| Modello | QuAAtro |
| Produttore | Seal Analytical |
| Campioni analizzabili | acqua di mare, acqua dolce, estratti di suolo, bevande o altri prodotti |
| Principio | flusso continuo segmentato, campioni mescolati ai reagenti in flusso continuo e segmentati e separati da bolle d'aria |
| Componenti | campionatore, pompa, modulo manifold e modulo detector |
| Software di controllo | AACE |

A1-V HPLC

High Performance Liquid Chromatography - Agilent 1100 series



| Modulo | Costruttore | Modello | Caratteristiche |
|--|--------------------|----------------|------------------------------|
| Agilent 1100 Vacuum Degasser | Agilent | G 1379A | Degasatore |
| Agilent 1100 Series Quaternary Pump | Agilent | G 1311A | Pompa quaternaria |
| Agilent 1100 Thermostated Column Compartment | Agilent | G 1316A | Termostato per colonna |
| Agilent 1100 Series DAD | Agilent | G 1315B | Rivelatore ad array di diodi |
| Agilent 1100 Series Fluorescence Detector | Agilent | G 1321A | Rivelatore di fluorescenza |

A1-VI ANALISI METALLI PESANTI

Spettrofotometro di massa ICP-MS Perkin Elmer Nexion 350X

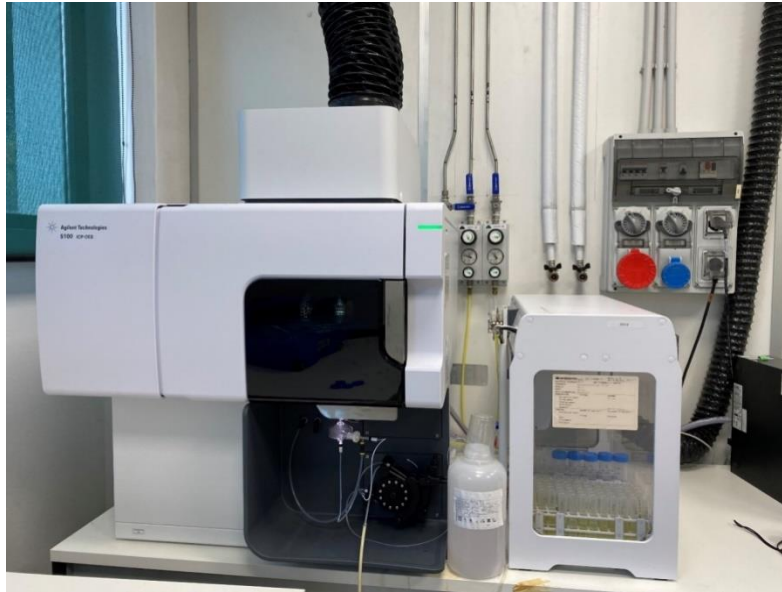


Autocampionatore MASN8140044 ESI



A1-VII ANALISI SILICIO

Spettrometro a emissione atomica AGILENT - ICP-OES 5100 SVDV



A1-VIII ANALISI BTEX

Agilent – Sistema P&T Evolution, GC 7890B



A1-IX IDROCARBURI TOTALI

Frazione volatile - Agilent, con autocampionatore G4513A e colonna cromatografica ZB-5HT



Frazione estraibile - Agilent, CTC PAL RSi 85, GC 7890B e colonna cromatografica DB-624



A1-X IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

Agilent G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C e colonna cromatografica DB-EUPAH



A2

INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

A2-I BOX-CORER



| | |
|---------------|--------------------------------------|
| Materiale | Dimensione scatola campionatore (cm) |
| Ferro zincato | 17x10x24,5h |

A3

INDAGINI SULLA COMUNITA' BENTONICA

A3-I BENNA VAN VEEN



| | |
|-----------|--|
| Materiale | superficie di sedimento campionata (m ²) |
| Acciaio | 0,095 |

A3-II SETACCIO



| | |
|--------------|------------------|
| Materiale | Lato maglia (mm) |
| Acciaio inox | 0,5 |

A3-III MICROSCOPIO STEREO ZEISS STEMI 2000-C



Range dello zoom: 0,65x...5,0x.

A3-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB



Obiettivi in dotazione: 10x, 40x, 100x.

A3-V BILANCIA ANALITICA

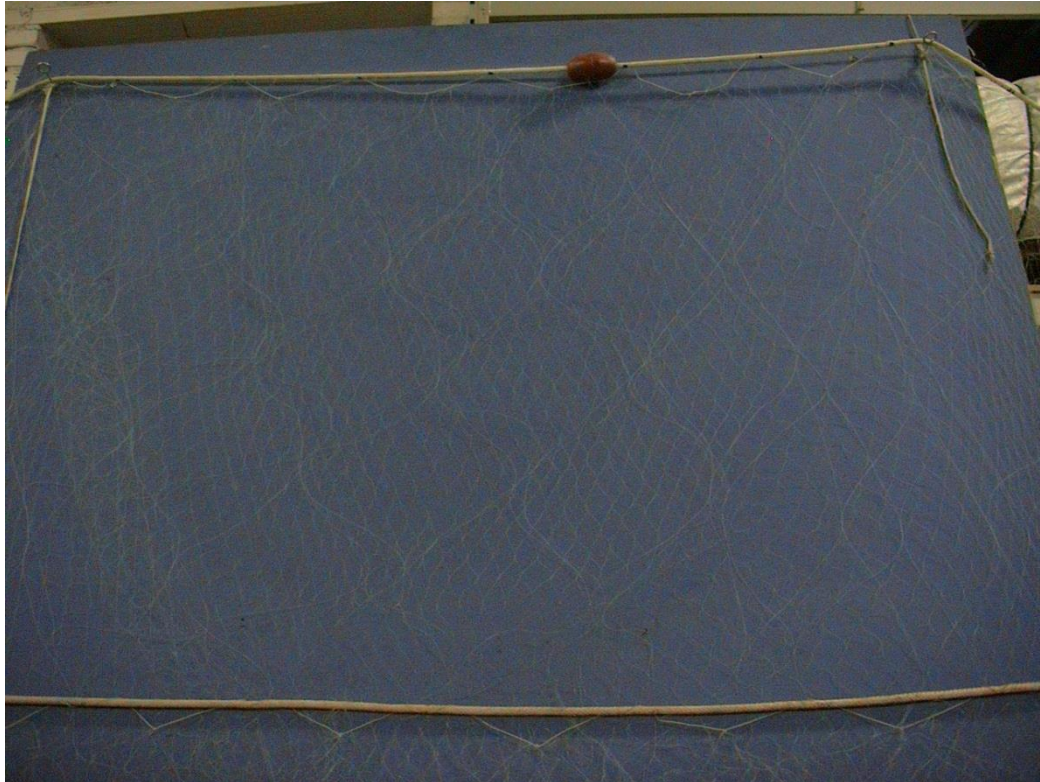


| Strumento | Costruttore | Modello | Risoluzione | Capacità |
|----------------------|----------------|---------|-------------|----------|
| Bilancia elettronica | Mettler Toledo | ML204 | 0,0001 g | 220 g |

A4

INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

A4-I RETE TREMAGLIO



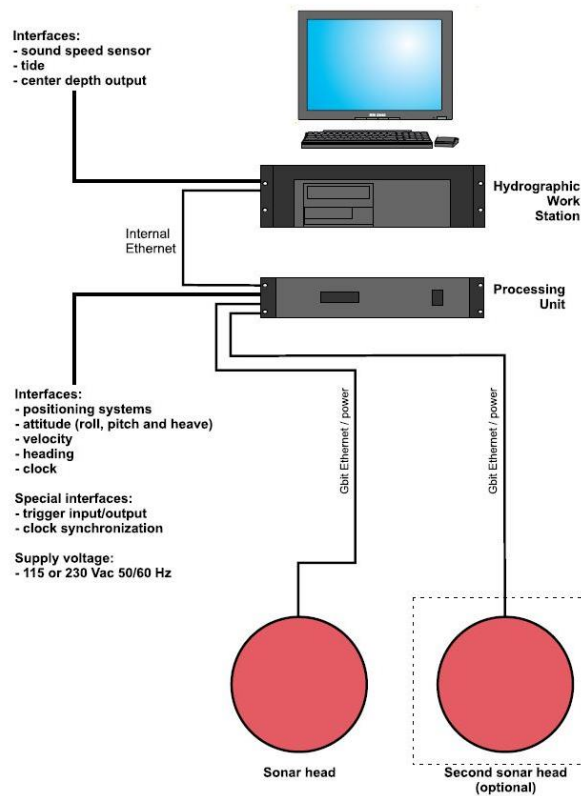
Lunghezza totale:300 m

| | Pannello interno | Pannello esterno |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| materiale | Monofilamento di poliammide | Monofilamento di poliammide |
| altezza (m) | 6 | 3 |
| apertura maglia stirata (mm) | 72 | 400 |
| diametro filo (mm) | 0,18 | 0,30 |
| rapporto di armamento | 0,35 | 0,50 |

| | Lima dei galleggianti | galleggianti | Lima dei piombi |
|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| materiale | poliammide | | |
| diametro (mm) | 7 | | |
| quantità ogni metro | | 1 | |
| tipo | | B19-70 | |
| spinta (g) | | 55 | |
| peso (g/m) | | | 120 |

A4-II MULTIBEAM ECHOSOUNDER KONGSBERG EM EM 2040C

System diagram



Features

The EM 2040C-D (C for Compact – D for Dual Heads) is a shallow water multibeam echo sounder, ideal tool for high-resolution mapping and inspection application that fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

The EM 2040C system operating frequency range is from 200 to 400 kHz enabling the user to choose on the fly the best operating frequency for the application in base of the depth.

The EM 2040C-D has three units: a sonar head (two for this system) where receiver and transmitter are integrated, a processing unit and a hydrographic workstation. For completeness, data input from a motion sensor and a positioning system is required, as is the sound speed profile of the water column between the transducers and the bottom. Sound speed at the transducer depth is an optional input and is highly recommended, especially for a dual head system.

Further features:

- Wide frequency range
- FM chirp
- Roll and pitch stabilisation
- Yaw stabilisation
- Nearfield focusing both on transmit and receive
- Short pulse lengths, large bandwidth
- Water column display
- Seabed image
- Water column logging
- Dual swath

Technical specifications

Performance specifications

- Frequency range: 200 – 400 kHz
- Maximum detected depth: 490 m

| | |
|---|---|
| • Minimum detected depth: | 0.5 m |
| • Maximum ping rate: | 50 Hz |
| • Number of soundings per ping (dual head): | Up to 1600 |
| • Beam width (TX x RX) at 200 kHz: | 2 x 2 degrees |
| • Beam width (TX x RX) at 300 kHz: | 1.3 x 1.3 degrees |
| • Beam width (TX x RX) at 400 kHz: | 1 x 1degrees |
| • TX source level at 300 kHz: | 204.5 dB re 1 μ Pa at 1 m |
| • RX beam spacing: | Equidistant, equiangle and high density |
| • Coverage sector (dual head): | 200 degrees at 200 – 320 kHz, |
| • Coverage sector (dual head): | 170 degrees at 350 kHz, |
| • Coverage sector (dual head): | 140 degrees at 400 kHz |
| • Transmit beam steering: | Stabilised for pitch (+/- 10 degrees) |
| • Receive beam steering: | Stabilised for roll (+/- 15 degrees) |
| • Range resolution (defined as $cT/2$): | 18.8 mm at 25 μ s pulse |
| • Roll stabilised beams: | +/-15 degrees |
| • Pitch stabilised beams: | +/-10 degrees |
| • Yaw stabilised beams: | +/-10 degrees |
| • Pulse length: | 14 μ s -12ms |
| • System accuracy: | better then 10 mm |
| • Depth resolution | 1 cm |
| • Transducer geometry | Mills cross |

External sensors

- Position
- Heading
- Motion sensor (Pitch, roll and heave)
- Sound velocity profile
- Clock synchronisation (1 PPS)

Environmental and EMC specifications

The system fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

A4-III QUASI STELLAR COLOR



Quasi Stellar, derivata dalla Light Camera, deriva dall'applicazione di recenti tecnologie elettroniche e meccaniche. Costruita con componenti elettronici e meccanici di qualità (acciaio inossidabile, metacrilato, delrin), consente la visione diurna in bianco e nero (o a colori) del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità, fino e oltre 200 m., con intensità di appena 2 millesimi di lux, ideale per la ricerca sistematica con i metodi della traina o del pendolo, consente un buon riconoscimento della tipologia del fondo e degli oggetti, anche seminterrati.

Caratteristiche generali: Trasmettitore video entro-contenuto, che permette la ricezione su qualsiasi televisore o videoregistratore (non occorrono monitor). Cavo ombelicale di piccolo diametro (4.2 mm.) rinforzato internamente con treccia in poliestere che assicura una trazione di oltre 80 Kg. Dimensioni e pesi contenuti: corpo 101,6 mm. di diametro per 280 mm. di lunghezza. L'alimentazione, fornita da batterie al piombo gelatinoso alloggiato nella consolle, assicura una lunga autonomia (maggiore di 24 h di servizio continuo) grazie al basso consumo della telecamera. Per periodi d'uso continuato, o se non si desidera ricorrere all'uso delle batterie, sono disponibili alimentatori a 220 V. Quasi Stellar è fornita in allestimento base con versioni operative a 100 e 200 m. di profondità, con pezzature di cavo ombelicale di analoga lunghezza e cavetto di collegamento al televisore.