
IT17-M STAZIONI DI RICERCA IN ANTARTIDE

Autori

Mariangela Ravaoli¹, Pierpaolo Falco^{2,11}, Paolo Povero³, Giorgio Budillon², Giancarlo Spezie², Stefano Aliani⁴, Filippo Azzaro⁵, Maurizio Azzaro⁵, Giorgio Bavestrello³, Caterina Bergami¹, Francesco Bolinesi⁶, Laura Canesi³, Marco Capello³, Lucilla Capotondi¹, Pasquale Castagno², Michela Castellano³, Giulio Catalano⁷, Riccardo Cattaneo Vietti³, Mariachiara Chiantore³, Francesca Chiarini¹, Stefano Cozzi⁷, Arturo De Alteris², Massimo De Stefano², Robert Dunbar⁸, Giannetta Fusco², Andrea Gallerani¹, Federico Giglio⁹, Patrizia Giordano⁹, Federica Grilli¹⁰, Rosabruna La Ferla⁵, Leonardo Langone⁹, Giovanna Maimone⁵, Olga Mangoni⁶, Francesco Massa³, Cristina Misic³, Enrico Olivari³, Elio Paschini¹⁰, Pierluigi Penna¹⁰, Aniello Russo^{10,11}, Vincenzo Saggiomo¹², Maria Saggiomo¹², Francesca Sangiorgi¹³, Stefano Schiaparelli¹⁴, Giovanni Zambardino²

Affiliazione

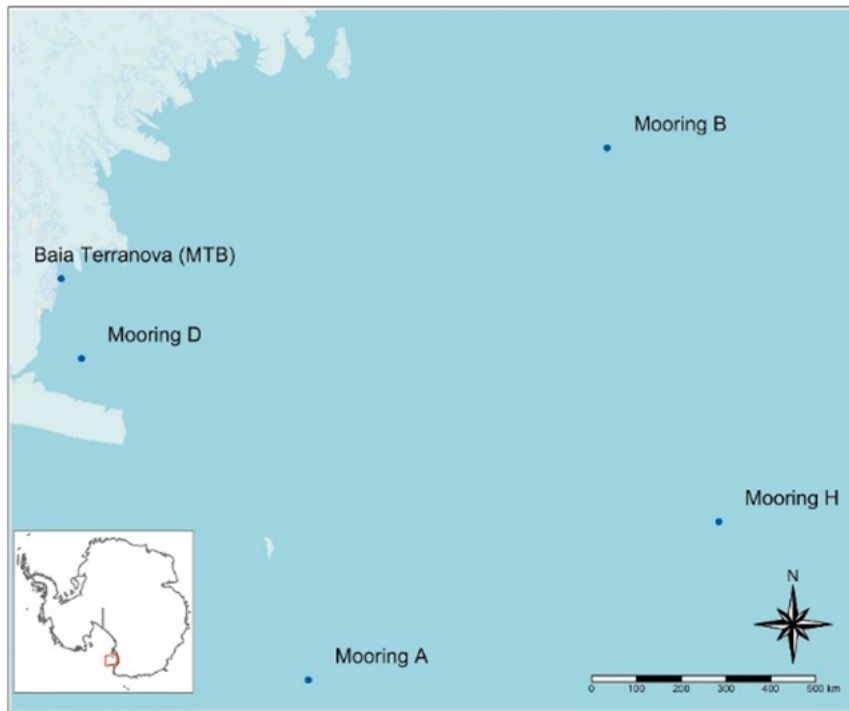
- ¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.
- ² Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Via Porzio 4, 80143 Napoli, Italia.
- ³ Università di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Corso Europa 26, 16132 Genova, Italia.
- ⁴ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Santa Teresa, 19032 Pozzuolo di Lerici, La Spezia, Italia.
- ⁵ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Raineri 86, 98122 Messina, Italia.
- ⁶ Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Biologia, Via Mezzocannone 8, 80134 Napoli, Italia.
- ⁷ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Area Science Park Basovizza, Edificio Q2, Strada Statale 14, km 163.5, 34149 Trieste, Italia.
- ⁸ Stanford University, Stanford, Environmental Earth System Science, California 94306, USA.
- ⁹ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.
- ¹⁰ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine (IRBIM), Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona, Italia.
- ¹¹ Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Via Breccie Bianche, 60131 Ancona, Italia.
- ¹² Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli, Villa Comunale, 80121 Napoli, Italia.
- ¹³ Utrecht University, Biomarine Sciences, Institute of Environmental Biology, Faculty of Science, The Netherlands.
- ¹⁴ Museo Nazionale dell'Antartide, sezione di Genova, Viale Benedetto XV 5, 16132 Genova, Italia.

DEIMS.ID: <https://deims.org/a0df48f6-bd2b-42b2-919a-77cb41220440>

Referente Macrosito: Mariangela Ravaoli

Citare questo capitolo come segue: Ravaoli M., Falco P., Povero P. *et al.* (2021). IT17-M Stazioni di ricerca in Antartide, p. 555-588. DOI: 10.5281/zenodo.5584763. In: Capotondi L., Ravaoli M., Acosta A., Chiarini F., Lami A., Stanisci A., Tarozzi L., Mazzocchi M.G. (a cura di) (2021). La Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine. Lo studio della biodiversità e dei cambiamenti, pp. 806. DOI: 10.5281/zenodo.5570272.

IT17 - Antarctica Research Station



Siti di ricerca:

- Mooring A, Southwestern Ross Sea, Ross Island, IT17-001-M
- Mooring B, North Central Ross Sea, Joides Basin – Antarctica, IT17-002-M
- Mooring D, Western Ross Sea, Terra Nova Bay Polynya, IT17-003-M
- Mooring H, Central Ross Sea, IT17-004-M
- Baia Terra Nova (MOA-BTN), IT17-005-M

Tipologia di ecosistema: marino/acque di transizione

Descrizione del macrosito e delle sue finalità

L'Antartide è un continente con caratteristiche peculiari, infatti circa il 98% dell'area è coperto dai ghiacci della calotta antartica, con uno spessore medio di circa 1600 metri, che rendono questo continente il più freddo e inospitale del Pianeta. L'Antartide riveste un ruolo fondamentale nella regolazione del clima in quanto l'oceano che lo circonda è il motore della circolazione oceanica terrestre, che trasporta e ridistribuisce calore, nutrienti ed ossigeno nell'intero pianeta, interagendo anche sulla circolazione atmosferica e sulla fusione e formazione dei ghiacci.

Il macrosito Stazioni di Ricerca in Antartide fa parte della Rete LTER-Italia fin dalla sua costituzione nel 2006, ma il Mare di Ross e l'area costiera di Baia Terra Nova sono siti di ricerca su tematiche assai diversificate e condotte da Università e da Enti di Ricerca sia italiani che internazionali, sin dai primi anni Novanta. L'area che costituisce il macrosito si distingue da altre aree costiere della Terra Vittoria per l'elevata produzione primaria e abbondanza della comunità zooplanctonica e per la notevole ricchezza specifica delle comunità bentoniche. Il principale obiettivo degli studi in quest'area è l'acquisizione di serie storiche a lungo termine sulla comunità biotica nella zona di piattaforma del Mare di Ross e sulle relazioni con i flussi bio-geochimici e le caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua. Questi dati, molti dei quali sono stati raccolti grazie a catene strumentate (mooring) e durante campagne oceanografiche, sono fondamentali per migliorare i modelli biogeochimici esistenti e per fornire indicazioni sempre più precise sulle variazioni dell'ecosistema marino antartico in relazione ai cambiamenti climatici globali.

Il macrosito IT17-Stazioni di Ricerca in Antartide è costituito da quattro siti di ricerca, ognuno caratterizzato dalla presenza di un mooring (mooring A, B, D e H) e dal sito di ricerca di Baia Terra Nova.

I mooring presenti nei siti sono dotati sia di strumentazione oceanografica per misurare le caratteristiche fisico-chimiche delle masse d'acqua, sia di trappole di sedimento per lo studio del flusso di particolato in caduta verso il fondo del mare. Ciascun mooring è dotato di strumentazione posizionata su due livelli: uno vicino alla superficie per investigare i processi che avvengono nella zona fotica e uno in prossimità del fondale. La posizione degli ancoraggi è stata scelta a seconda degli specifici processi oggetto di indagine:

il mooring A e B hanno lo scopo principale di studiare il particolato marino di matrice silicea e non (costituito principalmente da resti di diatomee e *Phaeocystis antarctica*) e, più in generale, l'ecologia del plancton e sono stati infatti collocati in un'area di massima produzione primaria.

il mooring D ed H sono stati pensati per lo studio dei processi di formazione (in aree specifiche) e di trasporto delle masse d'acqua dal Mare di Ross verso l'Oceano Meridionale, con effetti importanti sulla circolazione oceanica globale.

Nel sito di ricerca di Baia Terra Nova le indagini sono principalmente rivolte all'evoluzione della struttura e della dinamica del comparto pelagico e bentonico in relazione alla copertura del ghiaccio marino. Nel sito vengono effettuati sia campionamenti di acqua che di sedimento al fine di studiare sia le variabili fisiche e chimiche sia le caratteristiche delle comunità planctoniche, bentoniche e ittiche.

Nel macrosito, nel corso degli anni e nell'ambito di numerosi progetti finanziati dal Programma Nazionale di Ricerca in Antartide (PNRA), sono stati prelevati più di 150 campioni di sedimento (carote, box core e bennate) sia nella zona di piattaforma continentale del Mare di Ross sia nella piana abissale tra la Nuova Zelanda e l'Antartide.

L'enorme quantità di dati fisici, chimici e biologici provenienti dagli ancoraggi e dal sito di ricerca di Baia Terra Nova costituisce un dataset molto prezioso che ha permesso, e permetterà anche in futuro, di comprendere i cambiamenti climatici nell'area del Mare di Ross.

Abstract

The Antarctic continent plays a fundamental role in the global climate system and its role is particularly important in a climate change scenario. Since the '90s, the Ross Sea and the coastal area of Terra Nova Bay have been chosen as specific and peculiar research sites for climatic investigations within the LTER (Long-Term Ecological Research) network. Studies have been conducted by both Italian and international Universities and research centres.

This macro-site area is characterized by abundant primary productivity, and zooplankton and benthonic communities. The objective of the research activities is the acquisition of long-term time series related to the biotic communities, the bio-geochemical fluxes and the physico-chemical parameters of the water column in the Ross Sea area. To this aim, four Moorings (A, B, D and H) were deployed to obtain the above-mentioned data, which will be very useful to improve the quality of the existing bio-geochemical models and to provide more precise information on the Antarctic marine ecosystem in relation to global climate change. In the Terra Nova Bay research site, the activities are devoted to the characterization of the relationship between the structure and the dynamic of the pelagic and benthonic communities and the ice cover.

Numerous physical, chemical and biological data were collected from the four Moorings, the water samples retrieved at the Terra Nova Bay site and the sediments samples. Such fundamental data allowed establishing an important starting point to better understand the climate change phenomena occurred in the last twenty years, and that will occur in the future, in the Ross Sea Area.

Mooring A: Southwestern Ross Sea, Ross Island

Autori

Mariangela Ravaoli¹, Stefano Aliani², Maurizio Azzaro³, Filippo Azzaro³, Caterina Bergami¹, Giorgio Budillon⁴, Lucilla Capotondi¹, Giulio Catalano⁵, Francesca Chiarini¹, Stefano Cozzi⁵, Robert Dunbar⁶, Pierpaolo Falco^{4,9}, Federico Giglio⁷, Patrizia Giordano⁷, Federica Grilli⁸, Rosabrana La Ferla³, Leonardo Langone⁷, Giovanna Maimone³, Elio Paschini⁸, Pierluigi Penna⁸, Aniello Russo^{9,8}, Francesca Sangiorgi¹⁰.

Affiliazione

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.

² Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Santa Teresa, 19032 Pozzuolo di Lerici, La Spezia, Italia.

³ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Raineri 86, 98122 Messina, Italia.

⁴ Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Via Porzio 4, 80143 Napoli, Italia.

⁵ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Area Science Park Basovizza, Edificio Q2, Strada Statale 14, km 163,5, 34149 Trieste, Italia.

⁶ Stanford University, Stanford, Environmental Earth System Science, California 94306, USA.

⁷ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Gobetti 101, 40129, Bologna Italia.

⁸ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine (IRBIM), Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona, Italia.

⁹ Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Via Breccie Bianche, 60131 Ancona, Italia.

¹⁰ Utrecht University, Biomarine Sciences, Institute of Environmental Biology, Faculty of Science, The Netherlands.

Sigla: IT17-001-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/86b6465c-b604-4efa-9145-0805f62216f4>

Responsabile sito: Mariangela Ravaoli

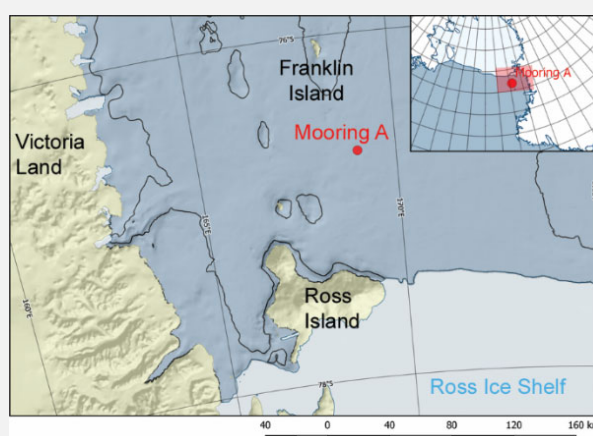


Fig. 1 - Posizione del Mooring A nel Mare di Ross

Descrizione del sito e delle sue finalità

Tematiche di ricerca LTER

Studio delle serie storiche a lungo termine della comunità biotica nella zona di piattaforma del Mare di Ross, studio dei flussi bio-geochimici.

Lo studio di lungo termine dei cicli biogeochimici e degli ecosistemi in ambiente antartico permette di approfondire le conoscenze sui cambiamenti nella componente biotica in relazione alla variabilità climatica in atto a scala globale, tra cui l'aumento della temperatura media e l'acidificazione delle acque oceaniche.

La zona sud-occidentale del Mare di Ross, al confine con l'*ice shelf* è particolarmente adatta per questo tipo di indagini in quanto è caratterizzata da alti tassi di produttività primaria, trovandosi all'interno di una zona che per prima si libera dai ghiacci stagionali a causa dei venti catabatici che spirano dal continente.

Dal 1991 e per più di 20 anni, in questo sito (76°42' S e 169°04' E) è stato operativo il mooring A che consiste in una catena oceanografica strumentata, che raccoglie dati relativi al particolato marino e ai parametri fisico-chimici della colonna d'acqua, per lo studio della sedimentazione recente e delle variazioni oceanografiche e ecologiche a scala da stagionale a pluridecennale. La particolare collocazione del mooring permette, inoltre, di registrare l'intensità dei flussi di acqua fredda in uscita dalla *Ross Ice Shelf*.

Il mooring, che si trova in una zona profonda circa 800 metri, è caratterizzato da due livelli di strumentazioni, alla profondità di circa 300 metri e 750 metri, ognuno costituito da una trappola di sedimento, un correntometro e da una sonda CTD (Conductivity, Temperature, Depth).

Il sito è operativo grazie a un programma di collaborazione tra Stati Uniti e Italia ed è gestito da CNR-ISMAR, CNR-ISP e CNR-IRBIM con la collaborazione dell'Università di Napoli Parthenope.

La sua posizione strategica permette di studiare l'estensione e la variabilità della copertura glaciale oltre che la disponibilità di nutrienti e gli effetti sulla produttività biologica e su altri processi riguardanti le comunità planctoniche e bentoniche. Tutti questi fattori hanno, infatti, importanti ripercussioni sui flussi di materiale biogenico dalle acque di superficie al fondale oceanico, che influenzano i cicli biogeochimici e contribuiscono al sequestro di carbonio sia lungo la colonna d'acqua che nel fondale.

In quest'area, particolare attenzione è rivolta ai processi di sedimentazione e ai flussi di particolato biogenico di matrice carbonatica e silicea. Inoltre, considerando i tassi di accumulo nei sedimenti di fondo, è possibile discriminare il flusso verticale effettivo (*rain rate*) dall'apporto orizzontale derivante dai processi di mobilizzazione di sedimento, potenzialmente attribuibile a fenomeni di risospensione e/o avvezione laterale (Langone *et al.* 1998; Frignani *et al.* 2000).

Nel sito di ricerca, le misure di produttività primaria sono state condotte, ogni tre anni, a partire dal 1991, discriminando tra produttività nuova e rigenerata e ottenendo una serie temporale di dati sulla distribuzione delle comunità di fitoplancton, micro-zooplancton e batterioplancton. Al fine di comprendere il destino della sostanza organica, sono stati stimati i tassi di biomassa e produzione batterica e di respirazione della comunità microbica lungo l'intera colonna d'acqua. Con le trappole di sedimento installate nel mooring sono stati condotti campionamenti a diverse scale temporali (scala giornaliera e mensile) di particolato organico e inorganico. Per quello che concerne la velocità delle correnti, la salinità, la temperatura e la torbidità dell'acqua, i dati sono stati misurati in maniera continuativa.

Sui sedimenti campionati dal fondale sono state effettuate analisi granulometriche, bio-stratigrafiche, mineralogiche e radiometriche. Sono stati inoltre analizzati i nutrienti (con particolare attenzione al ferro che è fattore limitante per la produzione primaria nel Mare di Ross) al fine di stimare le variazioni di produttività e di paleoproduttività dell'area.

A partire dal 1997 sono anche disponibili dati Lidar.

Le osservazioni nel punto A sono state purtroppo interrotte nel 2008. Da allora non è stato più possibile riposizionare il mooring anche per mancanza di fondi ad hoc per la acquisizione della strumentazione necessaria.

L'accesso ai dati storici è libero per quanto già pubblicato, previa citazione della fonte. L'accesso a quanto non pubblicato va concordato con gli Enti che hanno finanziato e/o eseguito la raccolta di dati.

Risultati

Le ricerche svolte in questa area sui flussi di particelle consentono di comprendere meglio i cicli biogeochimici che giocano un ruolo chiave nei processi di rilascio e sequestro della CO₂ atmosferica. Lo scopo principale è quello di comprendere la dinamica climatica attuale e passata al fine di effettuare corrette previsioni per il futuro.

Dall'analisi delle serie di dati ottenute è stato osservato che i flussi di particolato hanno una notevole variabilità stagionale con flussi elevati in estate e autunno e minimi in inverno e primavera (Chiarini *et al.* 2019). Inoltre, sebbene i flussi di particelle lungo la colonna d'acqua nelle regioni polari siano generalmente associati alle fioriture estive di fitoplancton, a volte risultato ritardati anche di tre mesi rispetto ai picchi di produttività primaria.

Si riporta nella Fig. 2 un esempio relativo all'anno 2005. Si noti come le trappole di fondo hanno raccolto materiale anche in periodi di completa copertura glaciale, probabilmente dovuti alla fusione parziale delle parti basali dell'ice shelf e/o dalle strategie di conservazione di molte specie che utilizzano il ghiaccio marino come substrato dove trascorrere i bui mesi invernali in attesa del ritorno della luce e il riavvio del processo di fotosintesi.

Nonostante la presenza di alcune interruzioni nell'acquisizione, principalmente dovute al transito dell'Iceberg B15 che ha interessato l'area per circa 4 anni, la serie temporale dei flussi biogeochimici è estesa e fornisce un primo quadro della variabilità interannuale nel settore sud-occidentale del Mare di Ross. Per esempio, il flusso del carbonio organico (OC), riportato in Fig. 3, varia negli anni con un fattore di circa 3.

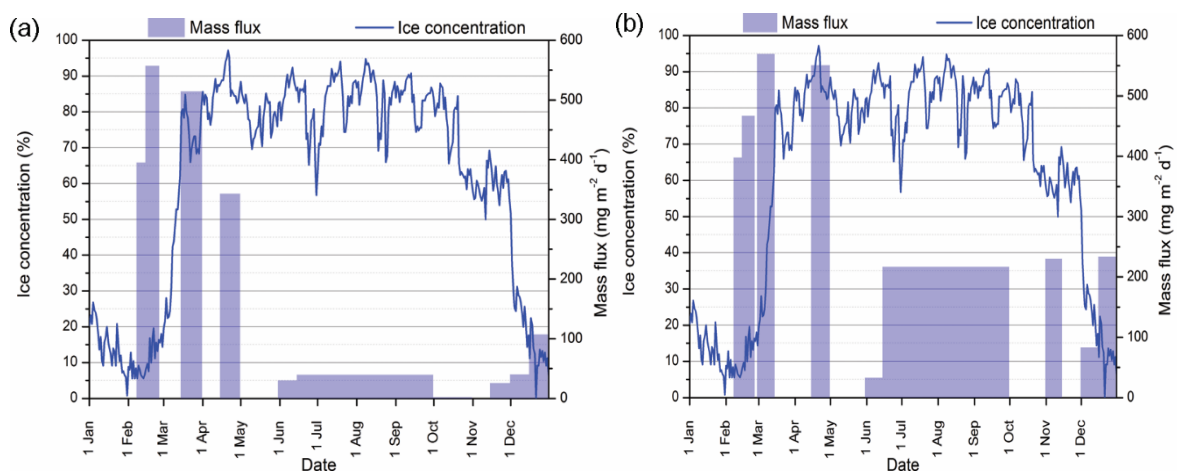


Fig. 2 - Flussi di massa e copertura glaciale misurati nel 2005 (a) nella trappola vicino alla superficie dell'oceano e (b) nella trappola vicino al fondale oceanico

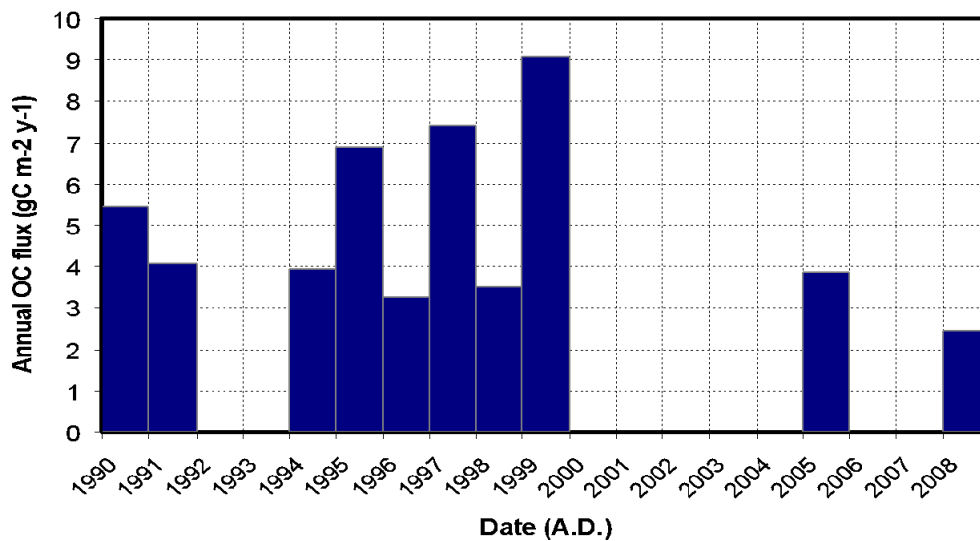


Fig. 3 - Flusso annuale di carbonio organico (OC) negli anni di campionamento nel Mooring A. Il gap tra il 2000 e il 2005 è dovuto alla presenza dell'iceberg B15 che ha transitato nell'area del mooring A (in Langone L., Capotondi L., Sangiorgi F., Chiarini F., Dunbar R.B., Giglio F., Bergami C., Ravaioli M., *Interannual variability of vertical particle fluxes in the Ross Sea (Antarctica)*, "La Rete LTER-Italia verso una infrastruttura aperta e sostenibile" (2018))

Per quanto riguarda la biogeochimica microbica, la comparazione dei dati osservati nei differenti anni ha evidenziato un'elevata variabilità delle biomasse e dei tassi metabolici, sia di produzione secondaria che di ossidazione della sostanza organica totale (disciolta e particellata). Tali riscontri dipendono principalmente dalla variabilità delle condizioni trofiche e dalla composizione della sostanza organica particellata. Confrontando i dati di ri-mineralizzazione microbica con quelli ottenuti dalle trappole di sedimentazione, è emerso che circa il 63% del carbonio organico respirato deriva dal *pool* di POC. Tuttavia, la relazione tra il basso flusso di carbonio attraverso il *pool* di DOC nella zona eufotica e l'altissima percentuale di POC ossidato nella zona afotica necessita di ulteriori approfondimenti.

Estendendo su scala annuale i risultati sulla ri-mineralizzazione, possiamo supporre che i microbi agiscano come sequestratori di CO₂ in primavera-estate e come fonte in autunno-inverno.

Gli studi eseguiti in quest'area sono iniziati con il **progetto** per il Sito Osservativo Mooring A (1991-1994) e proseguiti mediante i progetti di ricerca ROSS-MIZE (1994-1996), BIOSESO I (1996-1998) e II (1999-2001), ABIOCLEAR (2001-2005), ROAVERRS (1997-1998) e VECTOR (2004-2007). Altri progetti di ricerca, che hanno coinvolto il sito di ricerca mooring e che sono stati finanziati nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), sono:

- PNRA 2013/AN2.04, ROME: Ross Sea Mesoscale Experiment;
- PNRA 2016/A3_06, P-ROSE: biodiversità e funzionamento degli ecosistemi planctonici del mare di Ross nell'oceano meridionale in cambiamento;
- PNRA 2016/A3_00207, CELEBER: effetti della CDW sulla fusione del ghiaccio glaciale e sulla quantità di Fe nel Mare di Ross occidentale.

Le attività di ricerca condotte principalmente dall'Istituto di Scienze Marine (ISMAR) di Bologna e dall'Istituto di Scienze Polari (ISP) di Bologna – CNR coinvolgono diverse istituzioni nazionali e internazionali:

- Dipartimento di Biologia Evolutiva Sperimentale, Università di Bologna, collaborazione incentrata sulla determinazione di specifici biomarcatori per lo studio delle variazioni ambientali nelle comunità fitoplanctoniche (dinoflagellati, primnesiofite) e sullo studio dei composti lipidici (steroli, stireni ecc.) e degli alcheni;

- Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma. La collaborazione prevede lo Studio microfaunistico delle associazioni di foraminiferi e stratigrafia isotopica ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$);
- Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, per la realizzazione di un modello ecologico mono-dimensionale, calibrato sui dati del mooring e con dati sperimentali e storici come input, destinato al chiarimento del circuito pelagico, dei flussi di CO_2 e dei processi bentonici all'interfaccia acqua-sedimento;
- Department of Environmental Earth Systems Science, Stanford University, California CA, Stati Uniti d'America;
- Utrecht University – Ricostruzioni di paleotemperatura;
- Università degli Studi Parthenope di Napoli;
- CNR IRBIM-Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine;
- Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli;
- Università degli Studi di Trieste;
- Università degli Studi di Genova;
- Università Politecnica delle Marche;
- Università Milano Bicocca;
- Columbia University/LDEO;
- NIWA, New Zealand;
- AWI, Germany;
- ODUUSC, USA;
- ETH- Zurich.

Attività di divulgazione

La conoscenza dell'ambiente Antartico desta grande fascino e curiosità per le sue peculiarità a livello di ecosistema e di condizioni climatiche e in quanto risulta un laboratorio naturale ancora relativamente poco impattato dall'azione dell'uomo. La divulgazione delle attività scientifiche si è concretizzata in azioni molto diversificate in ambiti differenti: dalla scuola ai media, dall'allestimento di mostre alla realizzazione di filmati ed exhibit, da seminari a collegamenti in videoconferenza con le basi di Ricerca in Antartide.

ADOTTA UNA SCUOLA DALL'ANTARTIDE (AUSDA) – Attività di divulgazione della cultura scientifica nelle scuole mediante incontri/seminari e videoconferenze dal territorio antartico.

IL MARE ALLA FINE DELLA TERRA – Documentario sull'area del Mare di Ross girato in Antartide da CNR Web TV e trasmesso il 29/12/2016 su Rai Scuola.

Prospettive future

Essendo oramai largamente riconosciuta l'importanza scientifica dei dati acquisiti in questo sito, si sta lavorando nell'ambito del SOOS (Southern Ocean Observing System), settore del Mare di Ross, con diversi gruppi di ricerca di varie nazionalità, interessate a questa serie temporale, al fine di riposizionare l'ancoraggio e riiniziare l'acquisizione dei dati bruscamente interrotta nel 2010 dopo 16 anni di attività (1994-2010). Si proseguirà l'analisi e la pubblicazione dei risultati e il confronto con i dati dei degli altri mooring presenti nel Macrosito Antartico. Si sta procedendo alla messa a punto di una apposita banca dati in ambito PNRA denominata "NADC" a cui il sito contribuirà.

Abstract

Mooring A is located at $76^{\circ}42'S$, $169^{\circ}04'E$ in the south-western Ross Sea, an area characterized by the presence of a polynya and a water depth of about 800 m. This area is one of the most productive in the Ross Sea and it is highly representative of both productivity and sedimentary conditions

(sedimentary fluxes) of the southern sector of the Ross Sea. This site was operative from 1991 to 2010, in the context of a collaboration programme between U.S.A and Italy, managed by ISMAR, ISP, IRBIM – CNR, and with the participation of the University of Napoli Parthenope. Mooring A allows investigating the particle fluxes toward deep sediments and provides qualitative and quantitative estimations of the primary producers' biogenic component and allows studying the fate of the entire organic matter pool through the water column, in terms of bacterial biomass and Carbon remineralization. Data are available from 1991 to the end of 2009, and cover physical properties of sea water (temperature, salinity, turbidity, conductivity and currents), chemical analyses of sediments and particles (mass, bio-siliceous and organic carbon fluxes), stable isotopes and metals. Biotic active flux and composition data were obtained. Vertical (*rain rate*) and horizontal fluxes of both biogenic and lithogenic particles and direct measurements of primary productivity are obtained. Lidar data have been obtained since 1997.

Mooring B: North Central Ross Sea, Joides Basin - Antarctica

Autori

Mariangela Ravaoli¹, Stefano Aliani², Maurizio Azzaro³, Filippo Azzaro³, Caterina Bergami¹, Giorgio Budillon⁴, Lucilla Capotondi¹, Giulio Catalano⁵, Francesca Chiarini¹, Stefano Cozzi⁵, Robert Dunbar⁶, Pierpaolo Falco^{4,9}, Federico Giglio⁷, Patrizia Giordano⁷, Federica Grilli⁸, Rosabruna La Ferla³, Leonardo Langone⁷, Giovanna Maimone³, Elio Paschini⁸, Pierluigi Penna⁸, Aniello Russo^{9,8}, Francesca Sangiorgi¹⁰.

Affiliazione

- ¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.
- ² Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Santa Teresa, 19032 Pozzuolo di Lerici, La Spezia, Italia.
- ³ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Raineri 86, 98122 Messina, Italia.
- ⁴ Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Via Porzio 4, 80143 Napoli, Italia.
- ⁵ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Area Science Park Basovizza, Edificio Q2, Strada Statale 14, km 163,5, 34149 Trieste, Italia.
- ⁶ Stanford University, Environmental Earth System Science, Stanford, California, 94306 USA.
- ⁷ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.
- ⁸ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine (IRBIM), Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona, Italia.
- ⁹ Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Via Breccie Bianche, 60131 Ancona, Italia.
- ¹⁰ Utrecht University, Biomarine Sciences, Institute of Environmental Biology, Faculty of Science, The Netherlands.

Sigla: IT17-002-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/1fb62b9c-4d5c-4f1f-8882-807032337de7>

Responsabile sito: Mariangela Ravaoli

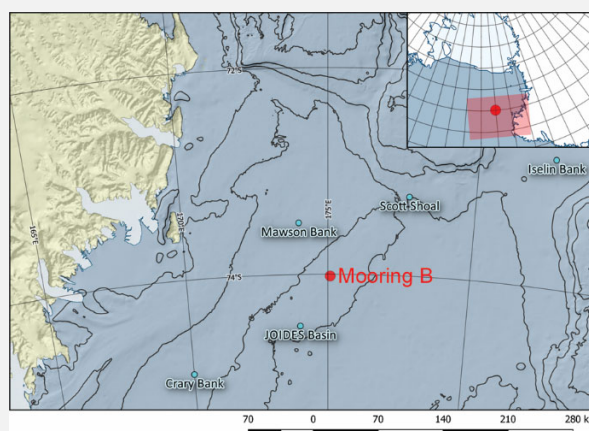


Fig. 4 - Posizione del Mooring B nel Mare di Ross

Descrizione del sito e delle sue finalità

Appartenenza ad altre reti di monitoraggio/ricerca:

Osservatorio Marino del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide – progetto MORSea (Marine Observatory in the Ross Sea – Resp. P. Falco)

Tematiche di ricerca LTER

Studio delle serie storiche a lungo termine della comunità biotica nella zona di piattaforma del Mare di Ross, studio dei flussi bio-geochimici e delle proprietà chimico-fisiche della colonna d'acqua.

L'Oceano Meridionale svolge un ruolo cruciale nel sistema oceanografico a scala globale infatti consente un enorme trasporto di massa, di calore e di altre proprietà tra tutti i bacini oceanici. La metà delle masse d'acqua del mondo si formano in questo oceano, come ad esempio l'Antarctic Intermediate Water (AAIW) e l'Antarctic Bottom Water (AABW).

Il mooring B si trova in un'area influenzata sia dalla presenza della Modified Circumpolar Deep Water (MCDW), una massa d'acqua relativamente calda, che dalla presenza di acque dense e fredde di piattaforma chiamate *High Salinity Shelf Water* (HSSW), che vengono prodotte principalmente nella polynya di Baia Terra Nova durante i mesi invernali. Nel dettaglio, il mooring B è situato nel settore occidentale della piattaforma continentale del Mare di Ross, nel punto più profondo del Bacino di Joides (74°01' S e 175°05' E), dove la profondità delle acque è di circa 600 m. Il Bacino di Joides ha un orientamento NE – SO ed è caratterizzato da fenomeni di accumulo di sedimenti fini di origine biogenica e di sedimenti più grossolani provenienti dagli alti morfologici limitrofi.

L'obiettivo principale del mooring B è lo studio dei flussi di particelle verso i sedimenti profondi, al fine di quantificare la componente biogenica proveniente dalla produzione primaria che, in questo sito, è dominata da alcune specie di diatomee.

Il mooring è equipaggiato con trappole di sedimento e strumentazione per l'analisi dei parametri fisici dell'acqua (correntometro e sonda CTD) su due livelli, una trappola si trova vicino alla zona fotica (a una profondità variabile di circa 250 m) e l'altra in prossimità del fondale (a circa 550 m).

I dati ottenuti consentono un'analisi dettagliata dei processi di sedimentazione attuali e del ciclo di carbonati e silicati biogenici lungo la colonna d'acqua, fornendo un bilancio di massa e permettendo di valutare quanto materiale proveniente dalla produzione primaria si preserva nei sedimenti di piattaforma.

Nella stessa area, sono stati effettuati campionamenti lungo la colonna d'acqua per lo studio della biogeochimica microbica per la quantificazione della biomassa batterica e dei tassi microbici di produzione eterotrofica e di respirazione della sostanza organica totale.

Al momento, sono disponibili serie temporali annuali relativamente agli anni 1995, 1996, 1998, 1999, 2004, 2005 e dal 2008 al 2019, che comprendono: produttività primaria (nuova e rigenerata); dati sulle comunità di fitoplancton, microzooplancton; dati di biomassa batterica e tassi di produzione eterotrofica e di ri-mineralizzazione microbica; dati mensili sul particolato organico e inorganico e dati biogeochimici associati; velocità delle correnti, salinità, temperatura e torbidità dell'acqua.

Durante le campagne oceanografiche sono stati prelevati anche campioni di sedimento dal fondale, sui quali sono state effettuate analisi granulometriche, bio-stratigrafiche, mineralogiche e radiometriche. Sono stati inoltre analizzati i nutrienti al fine di stimare le variazioni di produttività e di paleoproduttività dell'area.

A partire dal 1997 sono anche disponibili dati Lidar

L'accesso ai dati storici è libero per quanto già pubblicato, citando la fonte. L'accesso a quanto non pubblicato va concordato con gli Enti che hanno finanziato e/o eseguito la raccolta di dati.

Risultati

L'importanza degli studi sui flussi di particolato e sui parametri fisico chimici delle acque in quest'area sono fondamentali per avere un quadro relativo alle variazioni dei cicli biogeochimici passate, presenti e future.

La lunga serie temporale di dati raccolta dal 1996 al 2008 ha evidenziato l'alta variabilità stagionale e interannuale dei flussi biogeochimici nel Mare di Ross. Il massimo del flusso è stato registrato per ciascun anno circa uno o due mesi dopo il picco di concentrazione di Clorofilla-*a* nell'area e questo ritardo è stato associato al *grazing*, al rapporto di crescita dello zooplancton e alla velocità di caduta del particolato. Questi dati sono di notevole interesse per investigare i cambiamenti climatici su larga scala, in quanto l'Oceano Meridionale ricopre un ruolo chiave nel ciclo del carbonio atmosferico. Inoltre, data l'estensione quasi ininterrotta di dati raccolti nel tempo in questo sito, si sta cercando di correlare i risultati sui flussi biogeochimici con altri fenomeni ciclici su scala globale (Labbrozzi *et al.* 1998; Langone *et al.* 2000).

Nel sito sono stati anche effettuati studi sulla distribuzione del microzooplancton (Foraminiferi planctonici) lungo la colonna d'acqua che, in questo sito, è influenzata dalla marcata stratificazione e da marcato termoclino. In quest'area, l'associazione è dominata da *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral), mentre sono stati osservati pochi esemplari di *Turborotalita quinqueloba*, *Neogloboquadrina pachyderma* (dextral) e *Neogloboquadrina dutertrei* (Bergami *et al.* 2008; Bergami *et al.* 2009).

Dall'analisi delle proprietà fisiche (temperatura potenziale, salinità e densità) dell'acqua di fondo, è stato possibile stabilire che l'HSSW entra, in determinate condizioni, nel Bacino di Joides scorrendo sul fondale, a causa della sua elevata densità. L'analisi della media giornaliera, stagionale e annuale dei dati di temperatura relativi alla HSSW permette alcune ulteriori considerazioni: la temperatura potenziale media negli ultimi 15 anni è di $-1.904 \pm 0.005^{\circ}\text{C}$ e raggiunge valori relativamente più elevati tra settembre e ottobre (tardo inverno australe), mentre temperature inferiori sono osservabili in primavera ed estate. Tuttavia, gli anni 1997 e 1999-2000 sono stati mediamente più caldi, mostrando quindi una variabilità interannuale. Gli anni dal 2000 al 2006 sono caratterizzati da un raffreddamento progressivo, con un valore minimo nel 2006, seguito da un trend di riscaldamento, ancora in corso, che potrà essere confermato grazie ai dati acquisiti nei prossimi anni.

Per quanto riguarda la biogeochimica microbica, la comparazione dei dati osservati nei differenti anni ha evidenziato l'elevata variabilità delle biomasse e dei tassi metabolici – sia di produzione secondaria che di ossidazione della sostanza organica totale. Anche in questo sito, tali riscontri dipendono principalmente dalla variabilità delle condizioni trofiche e dalla composizione della sostanza organica particellata più che dalle caratteristiche idrologiche. In contrasto con quanto accade nei mari temperati, dove è la sostanza organica disciolta a sostenere i tassi di rimineralizzazione nel biota profondo, nel Mare di Ross i tassi degradativi sono sostenuti principalmente dalla sostanza organica particolata.

Le ricerche nel sito mooring B sono iniziati a partire da dicembre 1994 nel contesto dei **progetti** italiani ROSS-MIZE, BIOSESO, ABIOCLEAR e VECTOR. Il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) ha inoltre finanziato diversi progetti nell'area:

- PNRA 2009/B.09, MORSea Osservatorio marino nel Mare di Ross;
- PNRA 2013/AN2.04, ROME: Ross Sea Mesoscale Experiment;
- PNRA 2016/A3.02, BEDROSE: biodiversità e funzionamento degli ecosistemi bentonici profondi del Mare di Ross, alla luce dei cambiamenti climatici in corso nell'Oceano Meridionale;
- PNRA 2016/A3_06, P-ROSE: biodiversità e funzionamento degli ecosistemi planctonici del mare di Ross nell'oceano meridionale in cambiamento;
- PNRA 2016/A3_00207, CELEBER: effetti della CDW sulla fusione del ghiaccio glaciale e sulla quantità di Fe nel Mare di Ross occidentale.

Le attività di ricerca presso il Mooring B sono condotte principalmente dall'Istituto di Scienze Marine (ISMAR) di Bologna e dall'Istituto di Scienze Polari (ISP) di Bologna – CNR coinvolgono diverse istituzioni nazionali e internazionali:

- Dipartimento di Biologia Evolutiva Sperimentale, Univ. Bologna, collaborazione su la determinazione di specifici biomarcatori per lo studio delle variazioni ambientali nelle comunità fitoplanctoniche (dinoflagellati, primnesiofite) e sullo studio dei composti lipidici (steroli, stireni ecc..) e degli alcheni;
- Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma. La collaborazione prevede lo Studio microfaunistico delle associazioni di foraminiferi e stratigrafia isotopica ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$);
- Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, per la realizzazione di un modello ecologico mono-dimensionale, calibrato sui dati del mooring e con dati sperimentali e storici come input, destinato al chiarimento del circuito pelagico, dei flussi di CO_2 e dei processi bentonici all'interfaccia acqua-sedimento;
- Department of Environmental Earth Systems Science, Stanford University, California CA, USA
- Utrecht University – Ricostruzioni di paleotemperatura;
- Università degli Studi Parthenope di Napoli;
- CNR IRBIM-Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine
- Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli;
- Università degli Studi di Trieste;
- Università degli Studi di Genova;
- Università Politecnica delle Marche;
- Università Milano Bicocca;
- Columbia University/LDEO;
- NIWA, New Zealand;
- AWI, Germany;
- ODUUSC, USA;
- ETH – Zurich.

Attività di divulgazione

ADOPTA UNA SCUOLA DALL'ANTARTIDE (AUSDA) – Attività di divulgazione della cultura scientifica nelle scuole mediante incontri/seminari e videoconferenze dal territorio antartico.

IL MARE ALLA FINE DELLA TERRA – Documentario sull'area del Mare di Ross girato in Antartide da CNR Web TV e trasmesso il 29/12/2016 su Rai Scuola.

Prospettive future

Il sito è parte dell'Osservatorio Marino del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide – progetto MORSea. Le serie temporali già acquisiti saranno il più possibile, in quanto, solo disponendo di serie che si estendano su scale multidecadali, è possibile caratterizzare la variabilità di medio e lungo periodo dei processi caratteristici dell'oceano e della sua interazione con l'atmosfera. Sarà inoltre fondamentale assicurare la prosecuzione delle misure sia tramite l'aggiornamento della strumentazione esistente sia con l'integrazione di nuova strumentazione. Saranno favorite le collaborazioni con programmi di altre nazioni, per sopperire alla mancanza di mezzi navali italiani per il trasporto di ricercatori e strumentazione. I dati collezionati dal mooring confluiranno in banche dati ufficiali. Una prima iniziativa è già in atto nell'ambito del Southern Ocean Observing System (SOOS). Relativamente ai dati e ai campioni raccolti proseguirà l'analisi, l'elaborazione dei dati e la stesura di lavori scientifici. Si sta procedendo alla messa a punto di una apposita banca dati in ambito PNRA denominata "NADC" a cui il sito contribuirà.

Abstract

The mooring B survey site, deployed at 74°01'S, 175°05'E, is located in the Joides Basin, north-western Ross Sea, where the water depth is about 600 m. The Joides Basin is characterized by a NE – SW orientation and fine sediments accumulate in the central part from adjacent banks. Intrusions of Modified Circumpolar Deep Water, which brings warm waters to the area where sea ice occurs, and High Salinity Shelf Water, from the polynya of Terra Nova Bay, also influence the area of the mooring B. This site is operative since 1994 and is jointly managed by U.S.A and Italy (co-participation of ISMAR – ISP – IRBIM – CNR and University of Napoli Parthenope). The purposes of this site is the characterization of the particulate fluxes downward to sea floor and qualitative/quantitative estimations of the primary productivity biogenic component. Data acquisition has started in 1994, which provides physical properties of sea water (temperature, salinity, turbidity, conductivity and currents), chemical analyses of sediments and particles (mass, bio-siliceous and organic carbon fluxes), stable isotopes and metals, vertical and horizontal fluxes of both biogenic and lithogenic particles and primary productivity direct measurements. The distribution of bacterial metabolism and organic matter degradation was also studied with to understand the fate of the carbon pool through the water column nearby the mooring B. Biotic data on the active fluxes were also obtained. Lidar data have been obtained since 1997.

Mooring D: Western Ross Sea, Terra Nova Bay Polynya

Autori

Giorgio Buidllon¹, Pasquale Castagno¹, Arturo De Alteris¹, Massimo De Stefano¹, Pierpaolo Falco^{1,2}, Giancarlo Spezie¹, Giovanni Zambardino¹.

Affiliazione

¹ Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Centro Direzionale Isola C4, 80143 Napoli (NA), Italia.

² Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia.

Sigla: IT17-003-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/b4121cd7-8b02-4872-b1d2-516d1c02056a>

Responsabile sito: Pierpaolo Falco

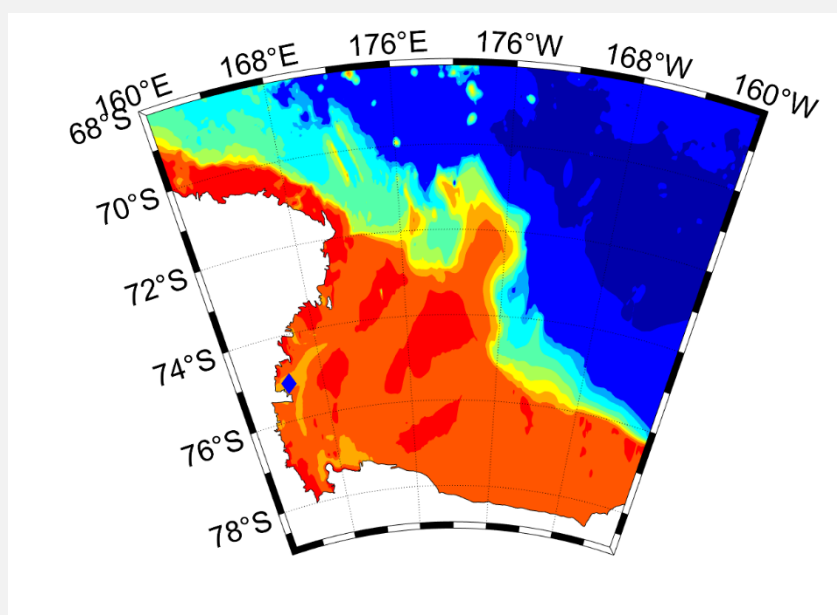


Fig. 5 - Mappa del Mare di Ross e posizione del mooring D

Descrizione del sito e delle sue finalità

Il Mooring D è situato nel Mare di Ross occidentale, nell'area di Baia Terra Nova (BTN da qui in avanti), alla latitudine di 75°08'S e longitudine di 164°31'E, ad una profondità di circa 1150 m ed è lungo 630 m.

Le attività di acquisizione iniziano nel 1994 nell'ambito del progetto CLIMA (Climatic Long-term Interaction for Mass balance in Antarctica), P.I. Giancarlo Spezie. Dal 2009 il sito fa parte dell'Osservatorio Marino nel Mare di Ross (MORSea) del PNRA.

Il sito venne individuato come il centro della polynya invernale (area della superficie marina libera dal ghiaccio all'interno di una zona ricoperta di ghiaccio marino) che grazie alla coincidenza di una serie di fattori geografici (topografia del fondale oceanico, geometria delle linee di costa, orografia delle coste), fattori atmosferici ed oceanici (forza, direzione e frequenza dei venti e delle correnti), e fattori legati alle interazioni aria-ghiaccio-mare (flussi di calore all'interfaccia, umidità, sostanze chimiche) si forma nell'area di BTN. Nella polynya di BTN, a causa all'intenso raffreddamento superficiale e al rilascio di sale (causato dalla formazione di ghiaccio marino e che va ad aggiungersi all'acqua sub-superficiale incrementandone la salinità e la densità), avviene la produzione delle acque dense di piattaforma che sono caratterizzate da un'elevata salinità e una temperatura prossima al punto di congelamento superficiale. Questa massa d'acqua, definita High Salinity Shelf Water (HSSW), svolge un ruolo fondamentale nella formazione delle acque di fondo antartiche (AABW) che alimentano il ramo inferiore della circolazione termoalina globale e che inoltre contribuiscono al sequestro di anidride carbonica e nell'immagazzinamento di calore da parte dell'oceano.

L'obiettivo primario del sito quindi è quello di studiare la variabilità interannuale delle caratteristiche fisiche e geochimiche delle HSSW che si formano nella polynya. Per cui dal 1994, vengono misurate temperatura, salinità e corrente marina a diverse quote. Inoltre, viene misurato il flusso del particellato mediante l'utilizzo di trappole di sedimento posizionate lungo il cavo del mooring. Le misure sono registrate con una frequenza che va da 1 ogni 10 minuti (misure di T e S) ad 1 ogni ora (misure di corrente). I dati raccolti subiscono un procedimento di controllo di qualità e depositati nella banca dati del Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Napoli "Parthenope" disponibili su richiesta al responsabile del progetto. I dati misurati dal 2009 sono fruibili sul sito <http://morsea.uniparthenope.it/>. Mentre, i dati dal 1995 al 2011 sono stati consegnati al SOOS (Southern Ocean Observing System) e saranno a breve disponibili sulla banca dati pubblica del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) con un relativo DOI.

Circa ogni due anni vengono compiuti cicli di gestione e manutenzione del sito. A seguito del recupero del mooring, il personale scientifico provvede a scaricare i dati acquisiti dagli strumenti, effettua la manutenzione di ogni parte della catena (strumenti e componenti di marineria) ed infine procede alle operazioni di rimessa a mare per avviare un nuovo ciclo di misure.

Risultati

Le serie temporali acquisite dal mooring D rappresentano allo stato attuale le serie storiche (sia per le informazioni dinamiche e termoaline, sia per i flussi biogeochimici) più lunghe e continue esistenti in quest'area. Grazie a tali serie è stato possibile valutare la variabilità a diverse scale temporale delle caratteristiche termoaline.

In Figura 6 viene mostrata la serie temporale della salinità misurata in prossimità del fondo, che mette in evidenza sia la variabilità stagionale che quella interannuale.

Inoltre, grazie all'utilizzo dei dati del mooring D sono stati studiati i processi di formazione delle HSSW nell'area della polynya (Rusciano *et al.* 2013).

Rusciano *et al.* (2013) hanno dimostrato, per la prima volta, che il funzionamento della polynya e la produzione di HSSW non dipende solo dall'intensità dei venti catabatici, ma principalmente dalla durata del singolo evento.

I processi di formazione della polynya e quindi di produzione di HSSW sono stati anche analizzati mediante simulazioni numeriche che hanno utilizzato i dati del mooring D sia per la validazione dei risultati che per lo studio della variabilità del volume di HSSW prodotta (Sansiviero *et al.* 2017). Infine, i dati dei mooring hanno consentito di integrare (a vario livello) i data set utilizzati per diversi lavori presentati in un numero speciale riguardo i processi di mesoscala nel mare di Ross (McGillicuddy *et al.* 2017). Ma soprattutto i dati dei mooring forniscono un supporto notevole alla descrizione della variabilità a scala di bacino.

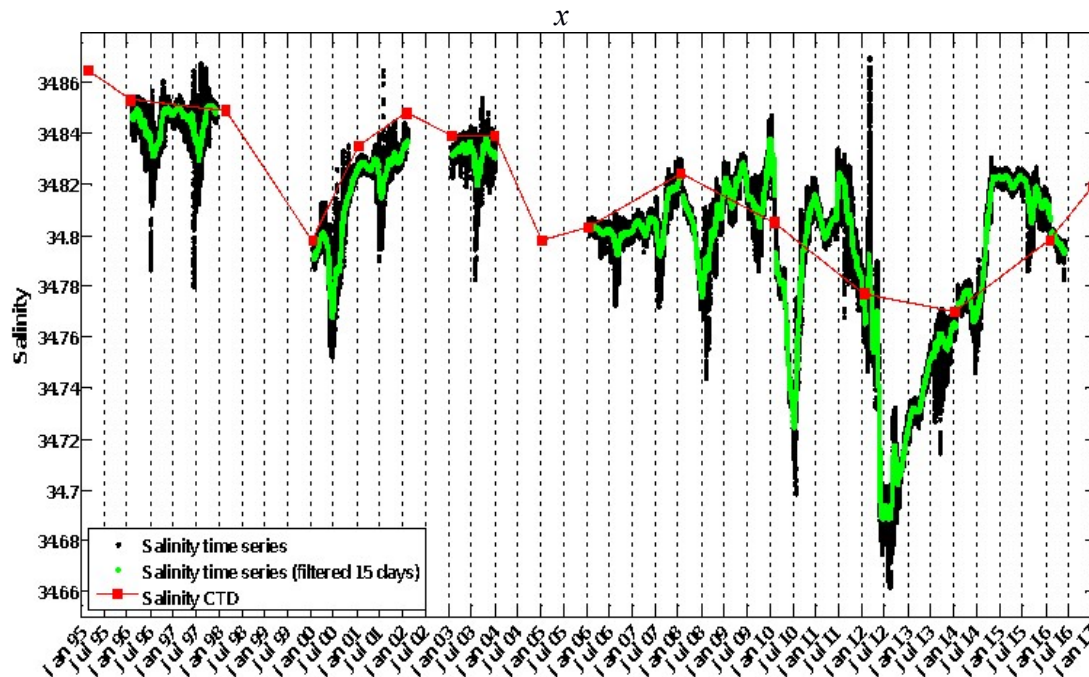


Fig. 6 - Serie temporale della salinità registrata sul mooring D alla profondità prossima al fondo. In nero la salinità misurata, in verde la serie temporale filtrata con una media mobile di 15 giorni e in rosso sono mostrati le misure registrate sul fondo nella stessa posizione del sito con l'utilizzo della sonda CTD durante le diverse campagne estive effettuate a Baia Terra Nova

Attività di divulgazione

- Budillon G. (2015). "Southern Ocean and sea ice in a warming world". Conferenza Nazionale sulla Ricerca in Antartide, Roma 20-21 ottobre 2015, Accademia Nazionale dei Lincei.
- Capello M., Cutroneo L., Budillon G., Tucci S. (2015). "The results of twenty years of dimensional analyses of bottom-particle samples from sediment traps in an Antarctic polynya (Ross Sea, Antarctica)". Aquatic Sciences Meeting, Aquatic Sciences: Global And Regional Perspectives – North Meets South, 22-27 February 2015 Granada, Spagna.
- Azzaro M., Zaccone R., Azzaro F., Maimone G., Cosenza A., Castagno P., Armeli E., Rivaro P., La Ferla R. (2017). "Community level physiological profiles and extracellular enzymatic activities in the Circumpolar Deep Water (CDW) of the Ross Sea". XII SCAR Biology Symposium, Leuven (Belgio) 10-14 July 2017.
- Castagno P., Falco P., Dinniman M.S., Spezie G., Budillon G. (2016). "Temporal variability of the Circumpolar Deep Water inflow onto the Ross Sea continental shelf". CCAMLR – Symposium on the Ross Sea Ecosystem, 13 July 2016, Bologna, Italia.
- Castagno P., Falco P., Spezie G., Budillon G. (2016). "Temporal variability of the Circumpolar Deep Water inflow onto the Ross Sea continental shelf". Ocean Sciences Meeting 2016, 21-26 February 2016, New Orleans, Louisiana, USA.
- Rivaro P., Langone L., Ianni C., Giglio F., Aulicino G., Cotroneo Y., Spezie G., Saggiomo M., Mangoni O. (2016). "Mesoscale variability in the carbonate system chemistry and CO₂ air-sea fluxes of the

-
- Ross Sea (Antarctica) shelf area”. XXXIV Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) meeting, Kuala Lumpur, 20-30 August 2016.
- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2015). “Long term variability of Antarctic bottom water precursors and climate indexes in the Pacific sector of the Southern Ocean”. Science Symposium on Climate 2015, 19-20 novembre 2015, Roma, Italia.
- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2014). “Interannual variability of the Ross Sea shelf waters from 1995 to 2012”. Ocean Sciences Meeting 2014. 23-28 febbraio 2014, Honolulu, Hawaii, USA.
- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2013). “Interannual variability of the Ross Sea shelf waters and correlation with climate indices”. IAPSO-2013, 22-26 luglio 2013, Gothenburg, Svezia.
- Sansiviero M., Morales Maqueda M.Á., Flocco D., Fusco G., Budillon G. (2013). “Seasonal and inter-annual variability of the sea ice formation in Terra Nova Bay polynya (Antarctica) – Preliminary modelling results”. XXI Congresso dell’AIOL, 23-26 Settembre 2013, Lignano Sabbiadoro (UD), Italia.

Prospettive future

Il contributo delle serie temporali nella comprensione della variabilità dei principali parametri oceanografici è del tutto cruciale. Solo disponendo di serie che si estendano su scale multidecadali, è possibile caratterizzare la variabilità di medio e lungo periodo dei processi caratteristici dell’oceano e di come l’oceano e l’atmosfera interagiscano influenzando la variabilità del clima. Ovviamente il sito di misura, considerando il ruolo fondamentale che svolge nella produzione di “source water” delle AABW, amplifica l’importanza di ottenere misure in continuo nel tempo. Grazie anche alle osservazioni raccolte dal mooring D è stato possibile caratterizzare cicli con periodicità di circa 5-7 anni della salinità delle HSSW e soprattutto l’inversione del freshening osservato dall’inizio delle osservazioni fino al 2014; dal 2015, la salinità è cresciuta fino a valori comparabili a quelli di inizio anni ’90 (Castagno *et al.* 2019). È quindi essenziale assicurare la prosecuzione delle misure con un impegno volto prima di tutto al continuo aggiornamento della strumentazione esistente ed integrazione di nuova strumentazione che permetta di associare più variabili capaci approfondire la conoscenza dei processi di interesse. Si pensa in futuro infatti di dotare il mooring di sensori per la misura della CO₂, campionatori di acqua in continuo per successive analisi in laboratorio e soprattutto una sonda profilante autonoma. Recentemente sono stati introdotte sonde con sensori di O₂, poste al fondo del mooring al fine di avere un parametro in più che possa mettere in evidenza i processi di convezione e di diffusione delle HSSW. Si richiederanno quindi, anche in assenza di mezzi italiani che consentano di trasportare in loco i ricercatori e tecnici per la manutenzione del mooring, collaborazioni con programmi di altre nazioni. Sul fronte disponibilità dei dati si compiranno tutti i passi necessari per far confluire i dati misurati dal mooring, in banche dati ufficiali. Una prima iniziativa è già in atto nell’ambito del Southern Ocean Observing System (SOOS). Si sta procedendo alla messa a punto di una apposita banca dati in ambito PNRA denominata “NADC” a cui il sito contribuirà.

Abstract

Mooring D is situated in Terra Nova Bay (TNB) in the western sector of the Ross Sea (latitude 75°08’S and longitude 164.31’E) at a depth of 1150 m. Mooring D was first deployed in 1994 in the framework of the CLIMA (Climatic Long-term Interaction for Mass balance in Antarctica) project. Now, it is part of the Marine Observatory in the Ross Sea (MORSea) project funded by PNRA (National Research Program in Antarctica). The mooring is situated in the central part of the winter polynya, where the Antarctic Bottom Water’s precursor, HSSW, is formed by cooling and brine released during sea ice formation. Temperature, salinity and ocean current together with ocean particle fluxes are also measured at different depth.

Mooring H: Central Ross Sea

Autori

Giorgio Buidllon¹, Pasquale Castagno¹, Arturo De Alteris¹, Massimo De Stefano¹, Pierpaolo Falco^{1,2}, Giancarlo Spezie¹, Giovanni Zambardino¹.

Affiliazioni

¹ Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Centro Direzionale Isola C4, 80143 Napoli (NA), Italia.

² Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia.

Sigla: IT17-004-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/63a444a3-22e1-44fe-a7e3-7982366a2c1b>

Responsabile sito: Pierpaolo Falco

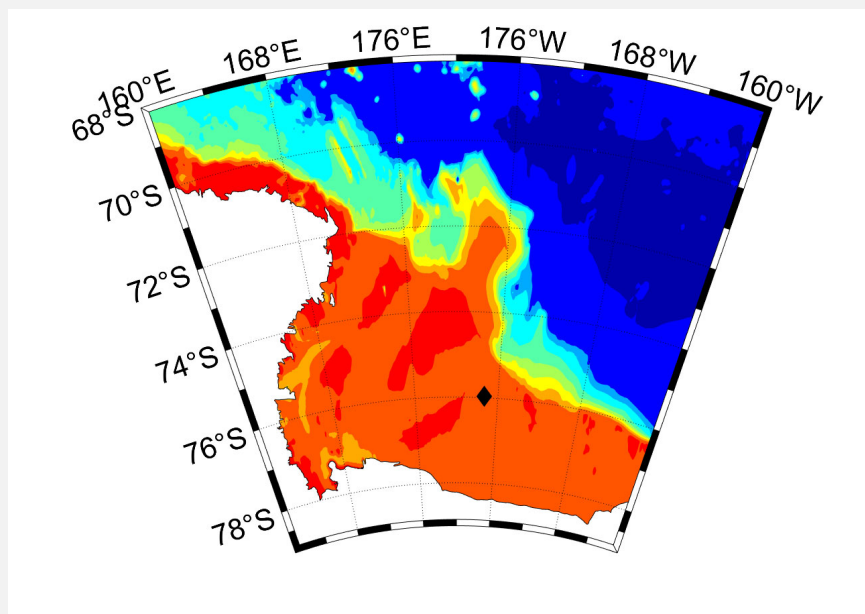


Fig. 7 - Mappa del Mare di Ross e posizione del mooring H

Descrizione del sito e delle sue finalità

Il Mooring H è situato nella zona centrale del Mare di Ross, al centro del Bacino del Glomar Challenger (Glomar Challenger Trough – GCT) alla latitudine di 75°57'S e longitudine di 177°18'O. Il mooring era posizionato ad una profondità di circa 615 m ed era lungo 315 m. L'attività di acquisizione del mooring H iniziano nel 1995 nell'ambito del progetto CLIMA (Climatic Long-term Interaction for Mass balance in Antarctica), P.I. Giancarlo Spezie. Dal 2009 il sito fa parte dell'Osservatorio Marino nel Mare di Ross (MORSea) del PNRA.

Il sito venne individuato al centro del Bacino del GCT a circa 100 km dal limite della piattaforma continentale al fine di intercettare il flusso verso nord delle acque dense prodotte sulla piattaforma continentale che una volta raggiunto la scarpata continentale partecipano alla formazione delle acque di fondo antartiche (AABW). Le acque di piattaforma intercettate dal sito H sono la High Salinity Shelf Water (HSSW) caratterizzata da una elevata salinità e che si forma nelle polynye del Mare di Ross (Baia Terra Nova e Ross Ice Shelf) a causa del rilascio di sale durante la formazione del ghiaccio marino. L'altra massa d'acqua è la Ice Shelf Water (ISW). La ISW si forma a partire dalla HSSW che incuneandosi sotto la piattaforma di ghiaccio di Ross ne fonde la parte basale modificandone le proprietà termoline diminuendo sia la salinità sia la temperatura e portando alla formazione della ISW la quale è caratterizzata da una temperatura inferiore al punto di congelamento superficiale.

Quindi l'obiettivo primario del sito è quello di valutare il flusso di queste masse d'acqua e di analizzarne la variabilità delle caratteristiche fisiche. Per cui a partire dal 1995 sono state misurate temperatura, salinità e componente zonale della corrente marina a diverse quote. Le misure sono registrate con una frequenza che va da una ogni 30 minuti ad 1 ogni ora a seconda della sonda. Le osservazioni nel punto H sono state purtroppo interrotte nel 2008. Da allora non è stato più possibile riposizionare il mooring anche per mancanza di fondi ad hoc per la acquisizione della strumentazione necessaria.

I dati raccolti hanno subito un procedimento di controllo di qualità e depositati nella banca dati del Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Napoli "Parthenope". Inoltre, sono stati consegnati al Southern Ocean Observing System (SOOS) e saranno a breve disponibili sulla banca dati pubblica del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) con un relativo DOI.

Fino al 2008 sono stati compiuti (in concomitanza con gli altri mooring) cicli di manutenzione del sito ogni due anni circa. Il mooring, secondo prassi, è stato recuperato, scaricati i dati misurati e compiuta la manutenzione di tutte le parti, dagli strumenti alle componenti di marineria, ed infine riposizionato in modo da avviare un nuovo ciclo di misure.

Risultati

Le misure al sito H sono fondamentali al fine di analizzare la variabilità ad alta e a bassa frequenza delle acque dense di piattaforma che andranno a formare la AABW e a ventilare l'Oceano Meridionale. Eventuali variazioni nelle caratteristiche di queste masse d'acqua hanno ripercussioni importanti sulla stratificazione dello strato abissale, il sequestro di anidride carbonica e lo stoccaggio di calore da parte dell'oceano e soprattutto sul ramo inferiore della circolazione termalina globale.

Le serie temporali della temperatura potenziale acquisita sul fondo del mooring H (Fig. 8) mette in evidenza l'alternarsi sul fondo tra la ISW (temperatura al di sotto della temperatura di congelamento superficiale) e HSSW (temperatura prossima a quella di congelamento superficiale).

Inoltre, la Fig. 8 mostra come la temperatura sul fondo subisca fluttuazioni a diverse scale temporali, da quella diurna a quella stagionale. Il segnale filtrato (media mobile con finestra di 15 giorni; linea verde) evidenzia una variabilità stagionale con temperature più alte verso maggio-giugno (autunno) e quelle più basse verso settembre (fine inverno). A scale temporale maggiori è evidente un generale riscaldamento, ma soprattutto un cambiamento repentino nel segnale di temperatura durante l'estate australe 2001/02 che passa dai -1.92 °C ai -1.9 °C per poi mantenersi costante fino al 2007. È

importante notare anche che fino all'estate 2001/02 la serie temporale presenta oscillazioni più ampie alle alte frequenze rispetto al periodo successivo al cambiamento osservato.

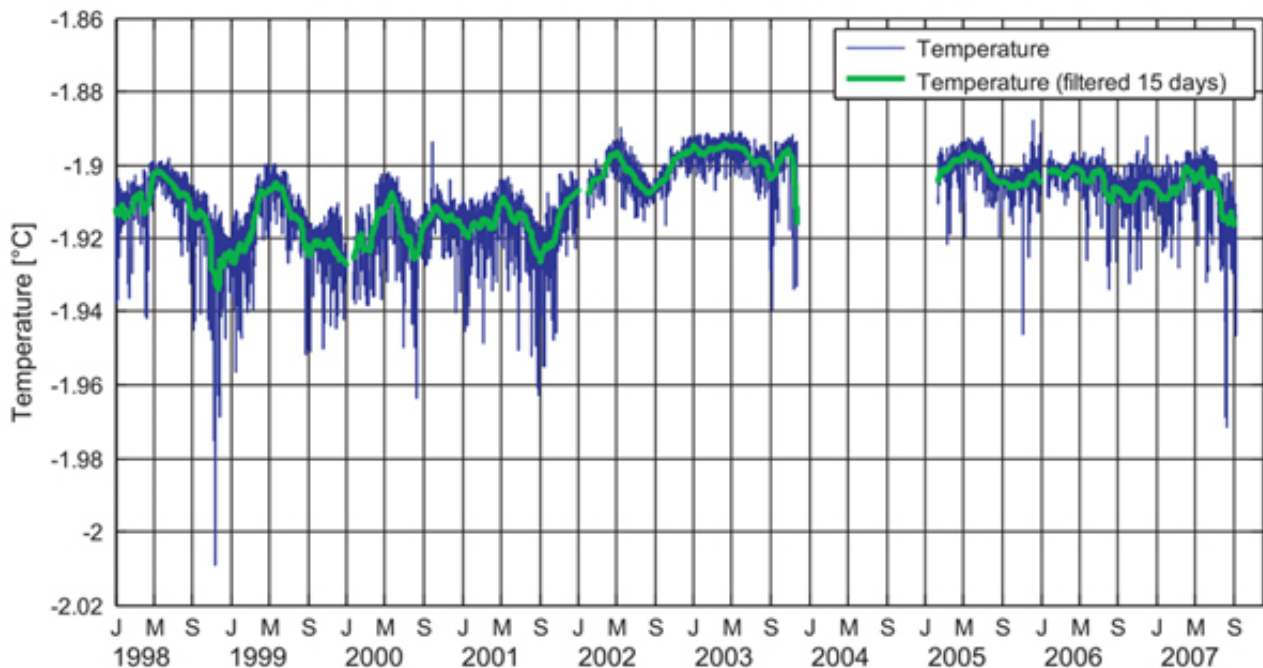


Fig. 8 - Serie temporale della temperatura potenziale registrata sul mooring H nello strato profondo (circa 20 m dal fondo). In blu la temperatura potenziale oraria; in verde la serie temporale filtrata con una media mobile di 15 giorni. (da Budillon et al. 2011)

Budillon *et al.* 2011 mediante l'analisi di frequenza della serie temporale di salinità mostrano una diminuzione sia nei valori più alti di salinità registrati (la salinità passa dai 34.76 nel 1998 ai 34.72 nel 2006), sia nei valori di salinità registrati con maggiore frequenza (la salinità passa da 34.75 nel 1998 a 34.71 nel 2006). In entrambi i casi la salinità diminuisce di circa 0.04 dal 1998 al 2006 in accordo con il freshening delle acque di piattaforma in altre aree del Mare di Ross.

Attività di divulgazione

- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2015). "Long term variability of Antarctic bottom water precursors and climate indexes in the Pacific sector of the Southern Ocean". Science Symposium on Climate 2015, 19-20 novembre 2015, Roma, Italia.
- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2014). "Interannual variability of the Ross Sea shelf waters from 1995 to 2012". Ocean Sciences Meeting 2014. 23-28 febbraio 2014, Honolulu, Hawaii, USA.
- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2013). "Interannual variability of the Ross Sea shelf waters and correlation with climate indices". IAPSO-2013, 22-26 luglio 2013, Gothenburg, Svezia.
- Castagno P., Budillon G., Spezie G. (2012). "Interannual variability of the shelf waters in the central Ross Sea and correlation with SAM and NINO3.4 indexes". IPY-2012, 22-27 aprile 2012, Montreal, Canada.
- Budillon G., Castagno P., Aliani S., Spezie G. (2011). "Thermohaline variability and Antarctic Bottom Water formation at the Ross Sea shelf break". IUGG-2011. 28 giugno-07 luglio 2011, Melbourne, Australia.
- Budillon G., Castagno P., Aliani S., Spezie G. (2010). "Mixing processes, thermohaline variability at the slope front in the central sector of the Ross Sea". IPY-2010, 8-12 giugno 2010, Oslo, Norvegia.

Castagno P., Budillon G., Aliani S., Spezie G. (2009). “Cambiamenti a lungo termine e produzione di acque di fondo nel Mare di Ross – Antartide”. Environment Including Global Change, 5-9 Ottobre 2009, Palermo, Italia.

Budillon G., Castagno P., Bergamasco A., Aliani S., Spezie G. (2009). “Long term changes and front behavior at the Ross Sea shelf break (Antarctica)”. MOCA-09. 19-29 luglio 2009, Montreal, Canada.

Castagno P., Budillon G. (2009). “Interannual variability of shelf waters at the Ross Sea shelf break”. Gordon Research Conference in Polar Marine Science, 15-20 marzo 2009, Barga (LU), Italia.

Prospettive future

Negli ultimi anni la comunità scientifica ha riconosciuto la necessità dell'utilizzo di queste serie temporali di dati ai fini non solo della descrizione della variabilità temporale delle principali masse d'acqua investigate (HSSW e ISW), ma anche per la validazione ed inizializzazione di modelli climatici su breve e/o brevissimo termine (relativi alle prossime decine di anni), anche a causa dell'accelerazione dei processi legati ai cambiamenti climatici globalmente osservati. I risultati osservati fino al 2007 hanno evidenziato la modifica dei valori caratteristici delle ISW, segno questo che qualcosa era cambiato nel meccanismo di formazione e/o nelle caratteristiche della HSSW che si modificano nella cavità del Ross Ice Shelf dando luogo alla formazione delle ISW. L'interruzione delle misure è stata pertanto traumatica, interrompendo così un flusso di informazioni che avrebbero sicuramente consentito di comprendere più a fondo le modifiche in atto nelle caratteristiche delle masse d'acqua di piattaforma prodotte nel mare di Ross. In tale contesto e per questi motivi, è fondamentale ripristinare il mooring H.

Abstract

Mooring H is situated in the middle of the Glomar Challenger Trough in the central sector of the Ross Sea (latitude 75°57' S & longitude 177°18' W) at a depth of 615 m. Mooring H was first deployed in 1995 in the framework of the CLIMA (Climatic Long-term Interaction for Mass balance in Antarctica) project. Now, it is part of the Marine Observatory in the Ross Sea (MORSea) project funded by PNRA (National Research Program in Antarctica). The mooring is located in the central part of one of the main through, where the dense shelf waters flowing northwards arriving at the shelf break and mixing with water of circumpolar origin forms the Antarctic Bottom Water. The mooring has been deployed at this position in order to evaluate the northward flow of the dense shelf water and to study the thermohaline features and variability of these water masses. The data (temperature, salinity and currents) are available from 1995 to 2008, at different depths.

Baia Terra Nova

Autori

Paolo Povero¹, Michela Castellano¹, Enrico Olivari¹, Francesco Massa¹, Cristina Misisic¹, Mariachiara Chiantore¹, Laura Canesi¹, Stefano Schiaparelli^{1,4}, Olga Mangoni², Francesco Bolinesi², Vincenzo Saggiomo³, Maria Saggiomo³.

Affiliazioni

¹ Università di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Corso Europa 26, 16132 Genova (GE).

² Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Biologia, Via Mezzocannone 8, 80134 Napoli (NA).

³ Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli, Villa Comunale, 80121 Napoli (NA).

⁴ Museo Nazionale dell'Antartide, sezione di Genova, Viale Benedetto XV 5, 16132 Genova, Italia.

Sigla: IT17-005-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/7fb8e2c6-b11f-41a7-b494-44ceeb3bed2d>

Responsabile sito: Paolo Povero



Fig. 9 - Mappa del Mare di Ross e posizione della stazione Baia Terra Nova

Descrizione del sito e delle sue finalità

L'Italia è presente in Antartide dal 1985 con la base di ricerca Mario Zucchelli situata nella Baia Terra Nova (Fig. 10 e 11), tra il ghiacciaio Campbell e Cape Russell nella Terra Vittoria (Mare di Ross).

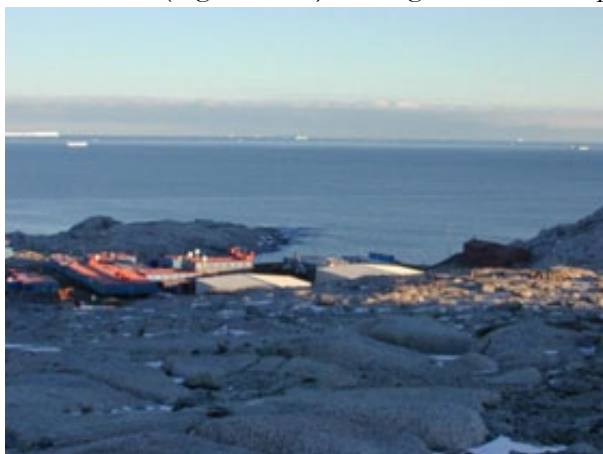


Fig. 10 - Stazione Mario Zucchelli

L'area, caratterizzata da una falesia di 9 km di lunghezza, è una delle poche zone costiere deglaciata in tutto il Mare di Ross ed è interessata da forti venti catabatici che influenzano la dinamica delle acque costiere con la formazione della Polynya di Baia Terranova (BTN) (Budillon *et al.* 2009).

Il mosaico di ecosistemi marini presenti (polynya, aree marginali ai ghiacci, ed aree di mare aperto) rappresenta un laboratorio ideale per lo studio delle caratteristiche biologiche ed ecologiche costiere antartiche, e per lo studio dei potenziali effetti dei cambiamenti climatici su larga scala. La polynya di BTN, infatti, è uno dei sistemi più produttivi dell'Oceano Meridionale, ed è caratterizzata da comunità planctoniche e bentoniche di notevole

ricchezza specifica che contribuiscono in modo significativo ai flussi di carbonio ed energia tra l'atmosfera e il comparto oceanico (Catalano *et al.* 2009).

Dal 2004 l'area costiera a sud della Base ha ottenuto lo status di Antarctic Specially Protected Area, (ASPA n. 161). Scopo dell'ASPA è quello di proteggere gli ambienti marini costieri che mostrano caratteristiche ecologiche peculiari di grande interesse scientifico. Gli ecosistemi marini di BTN sono stati oggetto di ricerche ecologiche condotte su lungo periodo (serie storiche) a partire dal 1987 nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA).

Lo studio è centrato soprattutto sulla valutazione delle variabili fisiche, chimiche e biologiche (comunità planctoniche, bentoniche ed ittiche) (Chiantore *et al.* 2000; Fabiano *et al.* 1997; Granata *et al.* 2009; Misic *et al.* 2006; Povero *et al.* 2003, 2006; Pusceddu *et al.* 2009; Vacchi *et al.* 2012). Particolare attenzione viene posta all'evoluzione della struttura e della dinamica del comparto pelagico e bentonico in relazione alla copertura del ghiaccio marino (Guglielmo *et al.* 2000).

I risultati ottenuti costituiscono una preziosa informazione per la comprensione delle problematiche legate al Global Change, e per le previsioni a breve e medio termine.

L'accesso ai dati storici è disponibile al pubblico per i dati già pubblicati, mentre per i dati ancora in fase di elaborazione va concordato con gli enti che hanno finanziato e/o eseguito le ricerche. Per quanto concerne le facilities disponibili quali ad esempio imbarcazioni, sistemi di campionamento, laboratori, ecc. si rimanda al programma nazionale di ricerche in Antartide (PNRA).



Fig. 11 - Base di ricerca Mario Zucchelli

Risultati

Grazie alle diverse spedizioni PNRA, a Baia Terra Nova è stato possibile svolgere campionamenti di acqua e benthos durante l'estate anche nell'ambito di progetti non sviluppati specificatamente in quest'area.

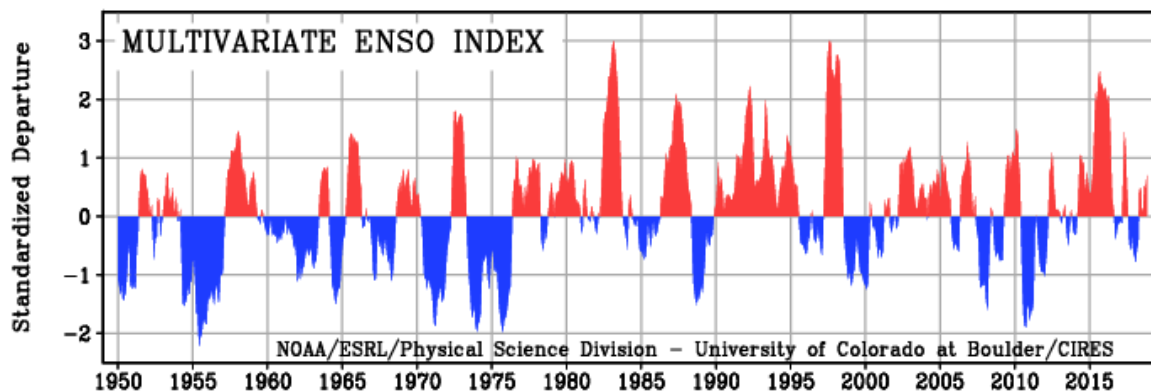


Fig. 12 - Evoluzione pluriennale dell'indice ENSO (MEI)

Per questo le principali variazioni interannuali delle variabili fisiche e biologiche sono state ampiamente condizionate dai periodi di campionamento (legate anche all'operatività del mezzo nautico). Inoltre, la dinamica del pack-ice, che guida i processi di produzione primaria e quindi la struttura delle comunità, risente della variabilità meteo-climatica globale (es. Multivariate ENSO index-MEI, Fig. 12) e delle dinamiche locali come ad esempio la presenza di grossi iceberg nell'area (Arrigo *et al.* 2002).

I molteplici studi condotti sulle comunità planctoniche a Baia Terra Nova (BTN) hanno evidenziato che nell'area pelagica gli elevati livelli di produzione biologica sono temporalmente limitati alla primavera e all'inizio dell'estate australe (Mangoni *et al.* 2017, 2018; Misic *et al.* 2017; Saggiomo *et al.* 2002) ma risultano essere fortemente influenzati dalla permanenza della copertura del pack-ice (Mangoni *et al.* 2004). Negli ultimi anni sono stati osservati elevati valori di biomassa fitoplanctonica non accompagnati da elevata efficienza trofica, che suggeriscono alterazioni rilevanti nella produttività estiva del Mare di Ross.

Di seguito vengono riportati i valori medi nella stazione PTF, registrati nell'ambito del progetto LTER-BTN, per le variabili fisiche, chimiche e biologiche della colonna d'acqua.

I primi 50 m della colonna d'acqua evidenziano una elevata variabilità legata soprattutto al periodo di campionamento e alle dinamiche di scioglimento dei ghiacci (Fig. 13 e Fig. 14).

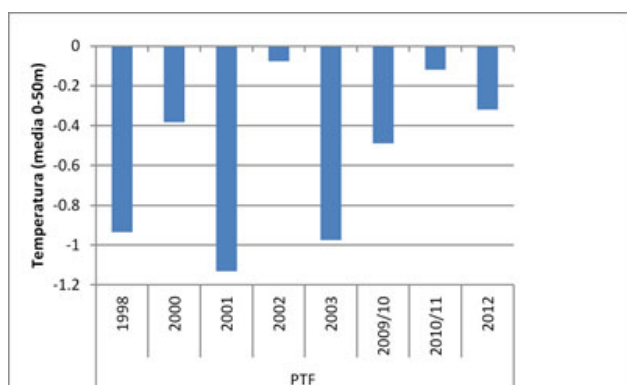


Fig. 13 - Evoluzione pluriennale della temperatura a BTN stazione costiera PTF durante il periodo di campionamento

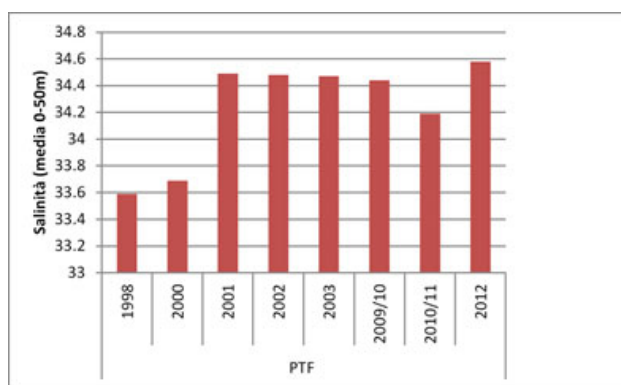


Fig. 14 - Evoluzione pluriennale della salinità a BTN stazione costiera PTF durante il periodo di campionamento

Tale variabilità è stata accompagnata da cambiamenti in termini di biomassa (Fig. 15) e composizione specifica delle fioriture fitoplanctoniche. La distribuzione dei principali gruppi funzionali ha mostrato anomalie significative, come ad esempio nell'estate australe 2009/10 (Mangoni *et al.* 2019) e 2016/17, quando sono state registrate fioriture coloniali di *Phaeocystis antarctica* in un'area e in una stagione caratterizzate di solito dalla prevalenza di diatomee (Mangoni *et al.* 2017; Smith *et al.* 2010). La comunità mesozooplanctonica riscontrata nei differenti anni evidenzia la prevalenza di copepodi, in particolare

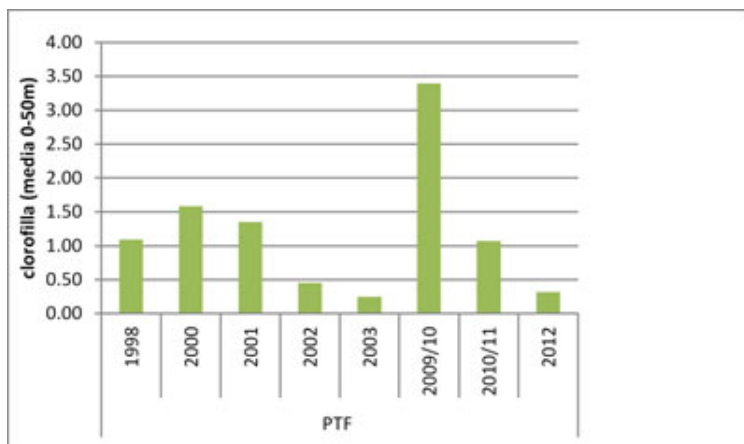


Fig. 15 - Evoluzione pluriennale della biomassa fitoplanctonica a BTN stazione costiera PTF durante il periodo di campionamento

di piccola taglia come *Oithona* spp. e *Oncaea* spp., molluschi pteropodi e policheti. (Fig. 16).

Gli studi sull'ecologia e sulla composizione specifica delle microalghe simpagiche rivelano la presenza di un super-bloom concentrato in uno strato di pochi centimetri di ghiaccio all'interfaccia ghiaccio-acqua (>250 mg Chla m²) (Guglielmo *et al.* 2000; Mangoni *et al.* 2009a). Quando possibile è stata inoltre studiata la dinamica a partire dalle

condizioni di copertura del pack per proseguire con le acque libere, ed è stata studiata la comunità simpagica e il suo

possibile ruolo nell'innescare le fioriture allo scioglimento dei ghiacci (Mangoni *et al.* 2009 a, b; Saggiomo *et al.* 2017). Diversi **progetti** finanziati dal PNRA hanno permesso le attività presso il sito LTER di BTN. In particolare, negli ultimi anni dopo i progetti LTER MOA-BTN altri programmi hanno permesso attività nel sito per quanto riguarda la raccolta di variabili fisiche, chimiche e biologiche a lungo termine, tra i quali CEFA, ACAB, RoME, P-ROSE, NanoPANTA.

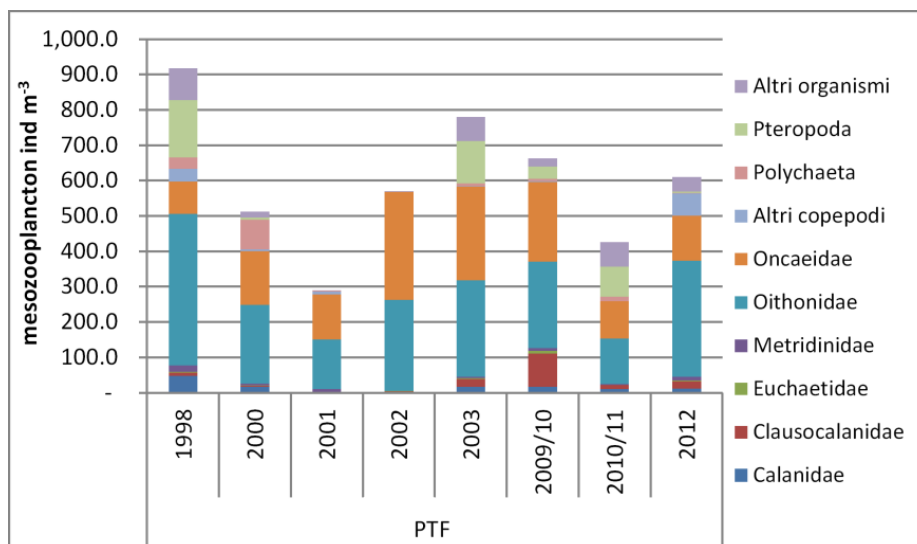


Fig. 16 - Evoluzione pluriennale della biomassa zooplanctonica a BTN stazione costiera PTF (0-100m) durante il periodo di campionamento

Attività di divulgazione

Attività sono state svolte in collaborazione con il MNA (Museo Nazionale dell'Antartide) e diversi corsi di studi e di dottorato degli Atenei coinvolti nelle attività di ricerca.

Prospettive future

La conduzione di serie storiche prevede un impegno di ricerca gravoso e la possibilità di continuare ricerche a lungo termine nel sito antartico di Baia Terra Nova è strettamente legata ai finanziamenti del PNRA. Soltanto le ricerche a lungo termine permettono d'individuare le tendenze delle dinamiche ambientali, argomento quanto mai attuale ora che si cominciano a percepire sintomi chiari e anche drammatici nell'evoluzione del sistema globale.

Negli ultimi anni si è inoltre cercato di attivare e rendere stabile un osservatorio marino ed a oggi tale proposta è ancora in fase di verifica. Continuano comunque raccolte dati con diversi progetti non specifici e le elaborazioni dei dati storici raccolti in un'ottica di analisi a lungo termine.

Ad esempio, l'enorme quantità di informazioni proveniente dai progetti PNRA fornisce una valida base per la valutazione delle principali variazioni avvenute nel corso degli ultimi 20 anni nella rete trofica pelagica del Mare di Ross. Tuttavia, non è ancora chiaro quali sono i fattori ambientali che guidano gli straordinari cambiamenti osservati recentemente nei processi di produzione primaria e nella prevalenza dei diversi gruppi funzionali del fitoplancton.

Abstract

The coast near Terra Nova Bay, between the Campbell glacier and Cape Russell along the Victoria Land (Ross Sea), is a 9 km length cliff. The marine area hosts large benthic communities, rich in species and biomass, and, during summer, is one of the few coastal areas free from pack ice in the Ross Sea, thus representing an ideal area for the study of the environmental characteristics in marine Antarctica. Moreover, since 2004 an Antarctic Specially Protected Area (ASPA n.161) has been established in the southern area for its peculiar ecological characteristics.

Physical-chemical features of the water column, together with phytoplanktonic and zooplanktonic biomass have been recorded since 1987 in the framework of different projects founded by PNRA, to study the structure and dynamic of these variables in the coastal area. Moreover, since the late 80s studies on benthos and fishes have been carried out. Studies of benthic pelagic coupling out in Terra Nova Bay (TNB) showed a close link between the biochemical composition of the organic matter in the water column and the material that accumulated in sediment traps and sediments, which came from interactions between physical (break up and melting of the ice cover, effect of katabatic winds) and biological processes (related to primary producers and grazers).

Ringraziamenti

Si ringraziano gli equipaggi e le squadre scientifiche delle navi *Italica*, *Malippo* e *Laura Bassi* per il loro continuo e inestimabile supporto. Si ringraziano i partner provenienti dagli USA per la condivisione di strutture e strumentazioni.

Si ringrazia il gruppo di supporto di Remote Sensing del Programma Nazionale per le Ricerche in Antartide per le immagini da satellite fornite.

Si ringraziano i gruppi PNRA CLIMA IV, T-Rex, MORSea CELEBeR e P-ROSE per il loro eccellente supporto nelle operazioni sul campo.

Si ringraziamo i progetti ROSS-MIZE, BIOSESO, ABIOCLEAR, BEDROSE, Vector FIRS-

Si ringraziano i progetti PNRA LTER di BTN, LTER MOA-BTN, CEFA, ACAB, RoME, NanoPANTA.

Si ringrazia, Enea- PNRA, PNRA-AUS DA, DTA-CNR, Istituti ISMAR e ISP, Uni-Partenope e Uni-Genova, il MNA (Museo Nazionale dell'Antartide).

Siamo grati per i siti web MODIS Atmosphere e Archive and Distribution System forniti dalla NASA per l'accesso gratuito ai dati MODIS.

Bibliografia citata

- Arrigo K.R., Van Dijken G.L., Ainley D.G., Fahnestock M.A., Markus T. (2002). Ecological impact of a large Antarctic iceberg. *Geophysical Research Letter*, 29: 8-1 – 8-4.
- Bergami C., Capotondi L., Sprovieri M., Tiepolo M., Langone L., Giglio F., Ravaioli M. (2008). Mg/Ca ratios in the planktonic foraminifer *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral) from plankton tows in the Ross Sea and the Pacific sector of the Southern Ocean (Antarctica): Comparison of different methodological approaches. *Chemistry and Ecology*, 24: 39-46.
- Bergami C., Capotondi L., Langone L., Giglio F., Ravaioli M. (2009). Distribution of living planktonic foraminifera in the Ross Sea and the Pacific sector of the Southern Ocean (Antarctica). *Marine Micropaleontology*, 73: 37-48.
- Budillon G., Castagno P., Aliani S., Spezie G., Padman L. (2011). Thermohaline variability and Antarctic bottom water formation at the Ross Sea shelf break. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 58: 1002-1018.
- Budillon G., Castagno P., Bergamasco A., Aliani S., Spezie G. (2009). “Long term changes and front behavior at the Ross Sea shelf break (Antarctica)”. MOCA-09. 19-29 luglio 2009, Montreal, Canada.
- Castagno P., Capozzi V., Di Tullio G., Falco P., Fusco G., Rintoul S., Spezie G., Budillon G. (2019). “Rebound of shelf water salinity in the Ross Sea”. *Nature Communications*, DOI: 10.1038/s41467-019-13083-8.
- Catalano G., Budillon G., La Ferla R., Povero P., Ravaioli M., Saggiomo V., Accornero A., Azzaro M., Carrada G.C., Giglio F., Langone L., Mangoni O., Mistic C., Modigh M. (2009). The Ross Sea. In: “Carbon and nutrient fluxes in continental margins: a global synthesis”, Part II. Kon-Kee L., Atkinson L., Quiñones R. and Talaue-McManus L. (Editors), Regional synthesis, Book Proposal for Springer Verlag, Global Change: The IGBP Series. 304-318.
- Chiantore M., Cattaneo-Vietti R., Povero P., Albertelli G. (2000). The population structure and ecology of the antarctic scallop *Adamussium colbecki* in Terra Nova Bay. In: *Ross Sea Ecology: Italian Antarctic Expeditions (1986-1995)* Faranda F.M., Guglielmo L., Ianora A. (eds.), Springer Heid. 41: 563-573.
- Chiarini F., Ravaioli M., Capotondi L. (2019). Interannual variability of vertical particle fluxes in the Ross Sea (Antarctica). *Nature Conservation*, 34: 417-440.
- Fabiano M., Chiantore M., Povero P., Cattaneo-Vietti R., Pusceddu A., Mistic C., Albertelli G. (1997). Short-term variations in particulate matter flux in terra Nova Bay, Ross Sea. *Antarctic Science* 9-2: 143-149.
- Frignani M., Langone L., Labbrozzi L., Ravaioli M. (2000). Biogeochemical processes in the Ross Sea (Antarctica): present knowledge and perspectives. *Ross Sea Ecology*: 39-50.
- Granata A., Zagami G., Vacchi M., Guglielmo L. (2009). Summer and spring trophic niche of larval and juvenile *Pleuragramma antarcticum* in the Western Ross Sea, Antarctica. *Polar Biology* 32: 369-382.
- Guglielmo L., Carrada G.C., Catalano G., Dell’Anno A., Fabiano M., Lazzara L., Mangoni O., Pusceddu A., Saggiomo V. (2000). Structural and functional properties of sympagic communities in the annual sea ice at Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Polar Biology*, 23: 137-146.
- Labbrozzi L., Langone L., Frignani M., Ravaioli M. (1998). Burial rates for biogenic silica, organic C and N at three sites of the Ross Sea (Antarctica). In Albertelli G., Ambrosetti W., Piccazzo M. e Ruffiani Riva T., eds. *Atti XII Congr. Ass. Ital. Oceanogr. Limnol.* 2, Genova.
- Langone L., Frignani M., Labbrozzi L., Ravaioli M. (1998). Present-day biosiliceous sedimentation in the northwestern Ross Sea, Antarctica. *Journal of Marine Systems* 17(1-4): 459-470.
- Langone L., Frignani M., Ravaioli M., Bianchi C. (2000). Particle fluxes and biogeochemical processes in an area influenced by seasonal retreat of the ice margin (northwestern Ross Sea, Antarctica). *Journal of Marine Systems*, 27: 221-234.

-
- Langone L., Capotondi L., Sangiorgi F., Chiarini F., Dunbar R.B., Giglio F., Bergami F., Ravaioli M. (2018). Interannual variability of vertical particle fluxes in the Ross Sea (Antarctica), in “La Rete LTER-Italia verso una infrastruttura aperta e sostenibile”.
- Mangoni O., Modigh M., Conversano F., Carrada G.C., Saggiomo V. (2004). Effects of summer ice coverage on phytoplankton assemblages in the Ross Sea, Antarctica. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 51: 1601-1617.
- Mangoni O., Carrada G.C., Modigh M., Catalano G., Saggiomo V. (2009a). Photoacclimation in Antarctic bottom ice algae: An experimental approach. *Polar Biology* 32: 325-335.
- Mangoni O., Saggiomo M., Modigh M., Catalano G., Zingone A., Saggiomo V. (2009b). The role of platelet ice microalgae in seeding phytoplankton blooms in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica): A mesocosm experiment. *Polar Biology* 32: 311-323.
- Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F., Margiotta F., Budillon G., Cotroneo Y., Mistic C., Rivaro P., Saggiomo M. (2017). Phytoplankton blooms during austral summer in the Ross Sea, Antarctica: driving factors and trophic implication. *PLoS ONE*, 12(4): Article number e0176033.
- Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F., Escalera L., Saggiomo M. (2018). A review of past and present summer primary production processes in the Ross Sea in relation to changing ecosystems. *Ecological Questions*, 29: 75-85.
- Mangoni O., Saggiomo M., Bolinesi F., Castellano M., Povero P., Saggiomo V., DiTullio G.R. (2019). *Phaeocystis antarctica* unusual summer bloom in stratified antarctic coastal waters (Terra Nova Bay, Ross Sea), *Marine Environmental Research*, 151: Article number 104733.
- McGillicuddy D.J., Budillon G., Kustka A. (2017). “Mesoscale and high-frequency variability in the Ross Sea (Antarctica): an introduction to the Special Issue”. *Journal of Marine Systems*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.10.010>.
- Mistic C., Castellano M., Ruggieri N., Povero P. (2006). Dissolved organic matter characterisation and temporal trends in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70: 405-414.
- Mistic C., Covazzi Harriague A., Giglio F., La Ferla R., Rappazzo A.C., Azzaro M. (2017). Relationships between electron transport system (ETS) activity and particulate organic matter features in three areas of the Ross Sea (Antarctica). *Journal of Sea Research* 129, 42-52.
- Povero P., Mistic C., Ossola C., Castellano M., Fabiano M. (2003). The trophic role and ecological implications of oval faecal pellets in Terra Nova Bay (Ross Sea). *Polar Biology* 26-5: 302-310.
- Povero P., Castellano M., Ruggieri N., Monticelli S.L., Saggiomo V., Chiantore M., Guidetti M., Cattaneo-Vietti R. (2006). Water column features and their relationship with sediments and benthic communities along the Victoria Land coast, Ross Sea, summer 2004. *Antarctic Science* 18: 603-613.
- Pusceddu A., Dell’Anno A., Vezzulli L., Fabiano M., Saggiomo V., Cozzi S., Catalano G., Guglielmo L. (2009). Microbial loop malfunctioning in the annual sea ice at Terra Nova Bay (Antarctica). *Polar Biology* 32: 337-346.
- Saggiomo V., Catalano G., Mangoni O., Budillon G., Carrada G.C. (2002). Primary production processes in ice-free waters of the Ross Sea (Antarctica) during the austral summer 1996. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 49: 1787-1801.
- Saggiomo M., Poulin M., Mangoni O., Lazzara L., De Stefano M., Sarno D., Zingone A. (2017). Spring-time dynamics of diatom communities in landfast and underlying platelet ice in Terra Nova Bay, Ross Sea, Antarctica. *Journal of Marine Systems*, 166: 26-36.
- Sansiviero M., Morales Maqueda M.Á., Fusco G., Aulicino G., Flocco D., Budillon G. (2017). Modelling sea ice formation in the Terra Nova Bay polynya. *Journal of Marine Systems*, 166: 4-25.
- Smith W.O., Dinniman M.S., Tozzi S., DiTullio G.R., Mangoni O., Modigh M., Saggiomo V. (2010). Phytoplankton photosynthetic pigments in the Ross Sea: patterns and relationships among functional groups. *Journal of Marine Systems*, 82: 177-185.

Vacchi M., DeVries A.L., Evans C.W., Bottaro M., Ghigliotti L., Cutroneo L., Pisano E. (2012). A nursery area for the Antarctic silverfish *Pleuragramma antarcticum* at Terra Nova Bay (Ross Sea): First estimate of distribution and abundance of eggs and larvae under the seasonal sea-ice. *Polar Biology* 35: 1573-158.

Prodotti del Macrosito. Ultimi 10 anni

Riviste ISI

- Aulicino G., Fusco G., Kern S., Budillon G. (2013). "Estimation of sea-ice thickness in Ross and Weddell seas from SSM/I brightness temperatures". *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*; 10.1109/TGRS.2013.2279799.
- Azzaro M., Packard T.T., Monticelli L.S., Maimone G., Rappazzo A.C., Azzaro F., Grilli F., Crisafi E., La Ferla R. (2019). Microbial metabolic rates in the Ross Sea: the ABIOCLEAR Project. *Nature Conservation* 34: 441-475. DOI: 10.3897/natureconservation.34.30631.
- Bergami C., Capotondi L., Langone L., Giglio F., Ravaioli M. (2009). Distribution of living planktonic foraminifera in the Ross Sea and the Pacific sector of the Southern Ocean (Antarctica). *Marine Micropaleont.* 73 37-48.
- Bergami C., Capotondi L., Sprovieri M., Tiepolo M., Langone L., Giglio F., Ravaioli M. (2008). Mg/Ca ratios in the planktonic foraminifer *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral) from plankton tows in the Ross Sea and the Pacific sector of the Southern Ocean (Antarctica): comparison of different methodological approaches. *Chemistry and Ecology*, 24: 39-46.
- Budillon G., Castagno P., Aliani S., Spezie G., Padman L. (2011). Thermohaline variability and Antarctic bottom water formation at the Ross Sea shelf break. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 58: 1002-1018.
- Castagno P., Falco P., Dinniman M.S., Spezie G., Budillon G. (2017). "Temporal variability of the Circumpolar Deep Water inflow onto the Ross Sea continental shelf". *Journal of Marine Systems*, 166: 37-49.
- Cecchetto M., Alvaro M.C., Ghiglione C., Guzzi A., Mazzoli C., Piazza P., Schiaparelli S. (2017). Distributional records of Antarctic and sub-antarctic ophiuroidea from samples curated at the Italian National Antarctic Museum (MNA): Check-list update of the group in the Terra Nova Bay area (Ross Sea) and launch of the MNA 3D model 'Virtual gallery'. *ZooKeys* 2017: 61-79.
- Cecchetto M., Lombardi C., Canese S., Cocito S., Kuklinski P., Mazzoli C., Schiaparelli S. (2019). The bryozoa collection of the Italian National Antarctic Museum, with an updated checklist from Terra Nova Bay, Ross Sea. *ZooKeys*, 812: 1-22.
- Dell'Acqua O., Brey T., Vacchi M., Chiantore M. (2017). Predation impact of the notothenioid fish *Trematomus bernacchii* on the size structure of the scallop *Adamussium colbecki* in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Polar Biology* 40: 1557-1568.
- Dell'Acqua O., Ferrando S., Chiantore M., Asnaghi V. (2019). The impact of ocean acidification on the gonads of three key Antarctic benthic macroinvertebrates. *Aquatic Toxicology* pp. 19-29.
- Dell'Acqua O., Trębala M., Chiantore M., Hannula S.-P. (2019). Robustness of *Adamussium colbecki* shell to ocean acidification in a short-term exposure. *Marine Environmental Research* 149: 90-99.
- Ghiglione C., Alvaro M.C., Cecchetto M., Canese S., Downey R., Guzzi A., Mazzoli C., Piazza P., Rapp H.T., Sara' A., Schiaparelli S. (2018). Porifera collection of the Italian National Antarctic Museum (MNA), with an updated checklist from Terra Nova Bay (Ross Sea). *ZooKeys* 2018: 137-156.
- Ghiglione C., Alvaro M.C., Griffiths H.J., Linse K., Schiaparelli S. (2013). Ross Sea Mollusca from the Latitudinal Gradient Program: R/V *Italica* 2004 Rauschert dredge samples. *ZooKeys* 341: 37-48.
- Ghigliotti L., Cheng C.C.-H., Ozouf-Costaz C., Vacchi M., Pisano E. (2015). Cytogenetic diversity of notothenioid fish from the Ross Sea: historical overview and updates. *Hydrobiologia*, 761: 373-396.

-
- Ghigliotti L., Ferrando S., Carlig E., Di Blasi D., Gallus L., Pisano E., Hanchet S., Vacchi M. (2017). Reproductive features of the Antarctic silverfish (*Pleuragramma antarctica*) from the western Ross Sea. *Polar Biology*, 40: 199-211.
- Granata A., Zagami G., Vacchi M., Guglielmo L. (2009). Summer and spring trophic niche of larval and juvenile *Pleuragramma antarcticum* in the Western Ross Sea, Antarctica. *Polar Biology* 32: 369-382.
- Guidetti P., Ghigliotti L., Vacchi M. (2015). Insights into spatial distribution patterns of early stages of the Antarctic silverfish, *Pleuragramma antarctica*, in the platelet ice of Terra Nova Bay, Antarctica. *Polar Biology*, 38, 333-342.
- La Ferla R., Maimone G., Lo Giudice A., Azzaro F., Cosenza A., Azzaro M. (2015). Cell size and other phenotypic traits of prokaryotic cells in pelagic areas of the Ross Sea (Antarctica). *Hydrobiologia* 761, 181-194.
- Mangoni O., Carrada G.C., Modigh M., Catalano G., Saggiomo V. (2009). Photoacclimation in Antarctic bottom ice algae: An experimental approach. *Polar Biology* 32: 325-335.
- Mangoni O., Saggiomo M., Modigh M., Catalano G., Zingone A., Saggiomo V. (2009). The role of platelet ice microalgae in seeding phytoplankton blooms in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica): A mesocosm experiment. *Polar Biology* 32: 311-323.
- Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F., Escalera L., Saggiomo M. (2018). A review of past and present summer primary production processes in the Ross Sea in relation to changing ecosystems. *Ecological Questions*, 29: 75-85.
- Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F., Margiotta F., Budillon G., Cotroneo Y., Misic C., Rivaro P., Saggiomo M. (2017). Phytoplankton blooms during austral summer in the Ross Sea, Antarctica: driving factors and trophic implication. *PLoS ONE*, 12(4): Article number e0176033.
- Mangoni O., Saggiomo M., Bolinesi F., Castellano M., Povero P., Saggiomo V., DiTullio G.R. (2019). *Phaeocystis antarctica* unusual summer bloom in stratified antarctic coastal waters (Terra Nova Bay, Ross Sea), *Marine Environmental Research*, 151: Article number 104733.
- McGillicuddy D.J., Budillon G., Kustka A. (2017). "Mesoscale and high-frequency variability in the Ross Sea (Antarctica): an introduction to the Special Issue". *Journal of Marine Systems*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.10.010>.
- Misic C., Covazzi Harriague A., Giglio F., La Ferla R., Rappazzo A.C., Azzaro M. (2017). Relationships between electron transport system (ETS) activity and particulate organic matter features in three areas of the Ross Sea (Antarctica). *Journal of Sea Research* 129, 42-52.
- Misic C., Covazzi Harriague A., Mangoni O., Aulicino G., Castagno P., Cotroneo Y. (2017). Effects of physical constraints on the lability of POM during summer in the Ross Sea. *Journal of Marine Systems*, 166: 132-143.
- O'Driscoll R.L., Canese S., Ladroit Y., Parker S.J., Ghigliotti L., Mormede S., Vacchi M. (2018). First in situ estimates of acoustic target strength of Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*). *Fisheries Research*, 206: 79-84.
- Peirano A., Bordone A., Marini S., Piazza P., Schiaparelli S. (2016). A simple time-lapse apparatus for monitoring macrozoobenthos activity in Antarctica. *Antarctic Science*, 28: 473-474.
- Pusceddu A., Dell'Anno A., Vezzulli L., Fabiano M., Saggiomo V., Cozzi S., Catalano G., Guglielmo L. (2009). Microbial loop malfunctioning in the annual sea ice at Terra Nova Bay (Antarctica). *Polar Biology* 32: 337-346.
- Rivaro P., Ardini F., Grotti M., Aulicino G., Cotroneo Y., Fusco G., Mangoni O., Bolinesi F., Saggiomo M., Celussi M. (2018). Mesoscale variability of iron speciation in the Ross Sea shelf area (Antarctica) during summer 2014. *Chemistry and Ecology*, 35: 1-19.
- Rivaro P., Ianni C., Langone L., Ori C., Aulicino G., Cotroneo Y., Saggiomo M., Mangoni O. (2015). Physical and biological forcing of mesoscale variability in the carbonate system of the Ross Sea (Antarctica) during summer 2014. *Journal of Marine Systems*, 166: 144-158.

-
- Rusciano E., Budillon G., Fusco G., Spezie G. (2013). “Evidence of atmosphere – sea ice – ocean coupling in the Terra Nova Bay polynya (Ross Sea – Antarctica)”. *Continental Shelf Research*, 61-62: 112-124.
- Saggiomo M., Poulin M., Mangoni O., Lazzara L., De Stefano M., Sarno D., Zingone A. (2017). Spring-time dynamics of diatom communities in landfast and underlying platelet ice in Terra Nova Bay, Ross Sea, Antarctica. *Journal of Marine Systems*, 166: 26-36.
- Sansiviero M., Morales Maqueda M.Á., Fusco G., Aulicino G., Flocco D., Budillon G. (2017). “Modelling sea ice formation in the Terra Nova Bay polynya”. *Journal of Marine Systems*, 166: 4-25.
- Schiaparelli S., Ghiglione C., Alvaro M.C., Griffiths H.J., Linse K. (2014). Diversity, abundance and composition in macrofaunal molluscs from the Ross Sea (Antarctica): Results of fine-mesh sampling along a latitudinal gradient. *Polar Biology*, 37: 859-877.
- Schiaparelli S., Jirkov I.A. (2016). A reassessment of the genus *Amphicteis* Grube, 1850 (Polychaeta: Amphaeidae) with the description of *Amphicteis teresae* sp. nov. from Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Italian Journal of Zoology*, 83: 531-542.
- Vacchi M., DeVries A.L., Evans C.W., Bottaro M., Ghigliotti L., Cutroneo L., Pisano E. (2012). A nursery area for the Antarctic silverfish *Pleuragramma antarcticum* at Terra Nova Bay (Ross Sea): First estimate of distribution and abundance of eggs and larvae under the seasonal sea-ice. *Polar Biology* 35: 1573-158.

Riviste non ISI

- Vichi M., Coluccelli A., Ravaioli M., Giglio F., Langone L., Azzaro M., Azzaro F., La Ferla R., Catalano G., Cozzi S. (2009). Modelling approach to the assessment of biogenic fluxes at a selected Ross Sea site, Antarctica. *Ocean Science Discussion*, 6, 1477-1512.

Capitoli di libro

- Bartolucci E., Calace N., Giglio F., Pietroletti M., Ravaioli M. (2015). Buried organic matter in different sites of Ross Sea (Antarctica): transformation processes as function of sedimentation time. In: “AA.VV. Fulvic and Humic Acids: Chemical Composition, Soil Applications and Ecological Effects” Nova Science Publishers (Ed). pp. 15.
- Catalano G., Budillon G., La Ferla R., Povero P., Ravaioli M., Saggiomo V., Accornero A., Azzaro M., Carrada G.C., Giglio F., Langone L., Mangoni O., Mistic C., Modigh M. (2009). The Ross Sea. In: “Carbon and nutrient fluxes in continental margins: a global synthesis”, Part II. Kon-Kee Liu, L. Atkinson, R. Quiñones and L. Talaue-McManus (Editors), Regional synthesis, Book Proposal for Springer Verlag, Global Change: The IGBP Series. 304-318.
- Catalano G., Ravaioli M., Giglio F., Langone L., Budillon G., Accornero A.P., Saggiomo V., Modigh M., Povero P., Mistic C., Mangoni O., La Ferla R., Azzaro M. (2007). La pompa biologica del carbonio nel Mare di Ross (Antartide). In: *Clima e cambiamenti climatici, le attività di ricerca del CNR*. Carli B., Cavarretta G., Colacino M., Fuzzi S. (Editors), p. 271.
- Catalano G., Ravaioli M., Giglio F., Langone L., Budillon G., Accornero A., Saggiomo V., Modigh M., Povero P., Mistic C., Mangoni O., Carrada G.C., La Ferla R., Azzaro M. (2007). La pompa biologica del carbonio nel mare di Ross (Antartide). In “Volume Clima” – CNR, Dipartimento Terra e Ambiente DTA, Roma.
- Giglio F., Capotondi L., Langone L., Ravaioli M. (2007). Le Ricerche climatiche e paleoclimatiche in Antartide: un tuffo nel passato presente e futuro del clima globale. In: *Clima e cambiamenti climatici, le attività di ricerca del CNR*. Carli B., Cavarretta G., Colacino M., Fuzzi S. (Editors), pp. 287.
- La Ferla R., Azzaro F., Azzaro M., Maimone G., Monticelli L.S. (2007). Influenza sul ciclo del Carbonio della variabilità spazio-temporale della biomassa e della attività microbica nel Mare di Ross (Antartide). In “Volume Clima” – CNR, Dipartimento Terra e Ambiente DTA, Roma.

Prodotti divulgativi

- Azzaro F. (2017). “Una finestra sull’Antartide: XXXII spedizione in Antartide, campagna oceanografica sulla nave *Italica*”, Relazione presso l’Istituto Tecnico per i Trasporti e la Logistica “Caio Duilio” di Messina 02/05/2017.
- Azzaro M., Langone L., Maimone G., La Ferla R. (2013). Carbon dioxide production rates in the Ross Sea (Antarctica). 3rd International Symposium: Effects of climate change on the World’s Ocean. Santos, March 2013.
- Azzaro M. (2018). “Da Messina ...ai Poli”: le ricerche in aree polari. Relazione presso il Club Alpino Italiano (CAI), Messina, 08/05/2018.
- Azzaro M. *et al.* (2017). Community level physiological profiles and extracellular enzymatic activities in the Circumpolar Deep Water (CDW) in the Ross Sea. in XII th SCAR Biology Symposium, Leuven Belgium, 10-14 July 2017.
- Budillon G., Fusco G., Rusciano E., Spezie G. (2009). Terra Nova Bay polynya: a small coastal area affecting basin scale oceanic conditions. Proceedings of Ocean Observations, Venezia 2009: 1-8.
- Giordano P., Giglio F., Ravaioli M., Capello M., Cutroneo L., Dunbar R.B., Mucciarone D.A., Smith W.O., Manno C. and Langone L. (2020). Long time-series of export fluxes in the western Ross Sea (Antarctica), EGU General Assembly 2020, Online, 4-8 May 2020, EGU2020-22442, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-22442>.
- La Ferla R. (2019). Functioning of microbial world in polar environments. Bilateral Workshop CNR-Royal Society, Science of Polar Regions, Venice 20-21 June 2019.
- La Ferla R., Azzaro F., Azzaro M., Maimone G. and Monticelli L.S. (2008). Variability of the microbial biomass and activity in the Ross Sea (Antarctica) and its implication on ecosystem carbon cycle. Geophysical Research Abstracts, 10, EGU2008-A-00000.
- La Ferla R. *et al.* (2018). Microbial Respiration in the Ross Sea, Antarctica (ROSSMIZE and P-ROSE Projects). POLAR 2018, Abstract Proceedings Open Science Conference 19 – 23 June 2018 Davos, Switzerland.
- La Ferla R. *et al.* (2018). Phenotypic Traits of Prokaryotic Cells Variability in the Southern Ocean. POLAR 2018, Abstract Proceedings Open Science Conference 19 – 23 June 2018 Davos, Switzerland.
- La Ferla R. *et al.* (2018). The Microbial Response to Climate Change in the Southern Ocean: Novel Insights on the Variability of Respiration in the Ross Sea (Antarctica), Ocean Science Meeting OSM -AGU 2018, Oregon.
- La Ferla R., Lo Giudice A., Monticelli L.S., Crisafi E., Azzaro F., Maimone G., Zaccone R., Azzaro M. (2016). Microbial community inhabitants in the Ross Sea. CCAMLR – Symposium on Ross Sea Ecosystem. Bologna 4-15 Luglio 2016.
- La Ferla R., Azzaro F., Azzaro M., Maimone G., Monticelli L.S., Paranhos R. (2012). An overview on the variability of microbial biomass and activities in the Ross Sea (Antarctica) from 1990 to 2005. Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO-2012, 13 a 16 de novembro de 2012 Rio de Janeiro.
- Ravaioli M., Chiarini F., Tarozzi L. (2019). Considerazioni su Cambiamenti climatici e biodiversità, Esempi di Studi e riflessioni di genere. Convegno Lecce Donne e Scienza 2019, submitted. Volume CNR-IRPPS Monografie.
- Specchiulli A. *et al.* (2018). Dissolved Organic Matter (DOM) and Microbial Enzymes in the Ross Sea. POLAR 2018, Abstract Proceedings Open Science Conference 19 – 23 June 2018 Davos, Switzerland.
- Zaccone R. *et al.* (2018). Extracellular Enzymatic Activities in the Ross Sea (CELEBeR Project). POLAR 2018, Abstract Proceedings Open Science Conference 19 – 23 June 2018 Davos, Switzerland.
- Zaccone R. *et al.* (2018). Total and Free Enzymes in the Ross Sea during the Austral Summer 2017. POLAR 2018, Abstract Proceedings Open Science Conference 19 – 23 June 2018 Davos, Switzerland.