

Autori

Alessandra Pugnetti¹, Mauro Bastianini¹, Bruno Cataletto², Federica Grilli³, Mariangela Ravaioli⁴, Fabrizio Bernardi Aubry¹, Francesco Acri¹, Elisa Camatti¹, Marco Pansera¹, Stefania Finotto¹, Amelia De Lazzari¹, Simona Armeli Minicante¹, Paola Del Negro², Marina Cabrini², Marina Monti², Michele Giani², Tamara Cibic², Federica Cerino², Daniela Fornasaro², Cinzia Fabbro², Valentina Tirelli², Alessandra De Olazabal², Alenka Goruppi², Annalisa Franzo², Rocco Auriemma², Federica Nasi², Larissa Ferrante², Mauro Celussi², Cinzia De Vittor², Lidia Urbini², Martina Kralj², Federica Relitti², Marina Lipizer², Alessandra Giorgetti², Menashè Eliezer², Matteo Bazzaro², Alfred Beran², Caterina Bergami⁴, Francesco Riminucci^{4,5}, Lucilla Capotondi⁴, Sonia Albertazzi⁴, Alessandro Coluccelli⁶, Patrizia Giordano⁷, Aniello Russo^{4,5-6}, Giuseppe Stanghellini⁴, Leone Tarozzi⁴, Mauro Marini³, Tiziana Romagnoli⁶, Mattia Betti³, Giuseppe Caccamo³, Alessandra Campanelli³, Emanuela Frapiccini³, Pierluigi Penna³, Elio Paschini³, Stefano Accoroni⁶, Sonia Giulietti⁶, Cecilia Totti⁶

Affiliazione

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Arsenale Tesa 104, Castello 2737f, 30122 Venezia, Italia.

² Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C, 34010 Sgonico (TS), Italia.

³ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine (CNR-IRBIM), Largo Fiera della Pesca 2, 60125 Ancona, Italia.

⁴ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.

⁵ Consorzio PROAMBIENTE, Tecnopolo CNR Bologna, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.

⁶ Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della vita e dell'Ambiente (DISVA), Via Brezze Bianche, 60131 Ancona, Italia.

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

DEIMS.ID: <https://deims.org/92fd6fad-99cd-4972-93bd-c491f0be1301>

Referente macrosito: Alessandra Pugnetti

Siti di ricerca:

Golfo di Venezia, IT12-001-M

Golfo di Trieste, IT12-002-M

Delta del Po e Costa Romagnola, IT12-003-M

Transetto Senigallia Susak, IT12-004-M

Tipologia di ecosistema: marino

Descrizione del macrosito e delle sue finalità

In un tempo come il nostro, dove sembra irrimediabilmente perso il senso dello spazio, l'Adriatico viene spesso liquidato come un piccolo mare chiuso. Navigatelo a vela, camminate lungo le sue coste, ascoltate i racconti degli uomini e delle onde, ne scoprirete la vastità e il fascino.
(Fabio Fiori)

Il Mare Mediterraneo termina, nella sua porzione più settentrionale, con il Mare Adriatico, che si estende con i suoi tre bacini (settentrionale, centrale e meridionale) per 800 km, con una profondità crescente da nord a sud.

L'Alto Adriatico, che ne costituisce la parte meno profonda (profondità media 30 m), si sviluppa verso sud, fino all'isobata di 100 m, con un gradiente batimetrico poco marcato. È considerato tra le aree più produttive del Mare Mediterraneo per quanto riguarda i diversi livelli trofici, dal fitoplancton ai pesci. La produttività e il funzionamento dell'Alto Adriatico dipendono dalla combinazione di diversi fattori chiave – apporti di nutrienti e sostanza organica dai fiumi, disponibilità di luce, temperatura, stratificazione e mescolamento della colonna d'acqua, venti e correnti – che interagiscono fra loro con dinamiche complesse e variabili, sia nel tempo sia nello spazio. Ne risulta che tutto il bacino è caratterizzato da

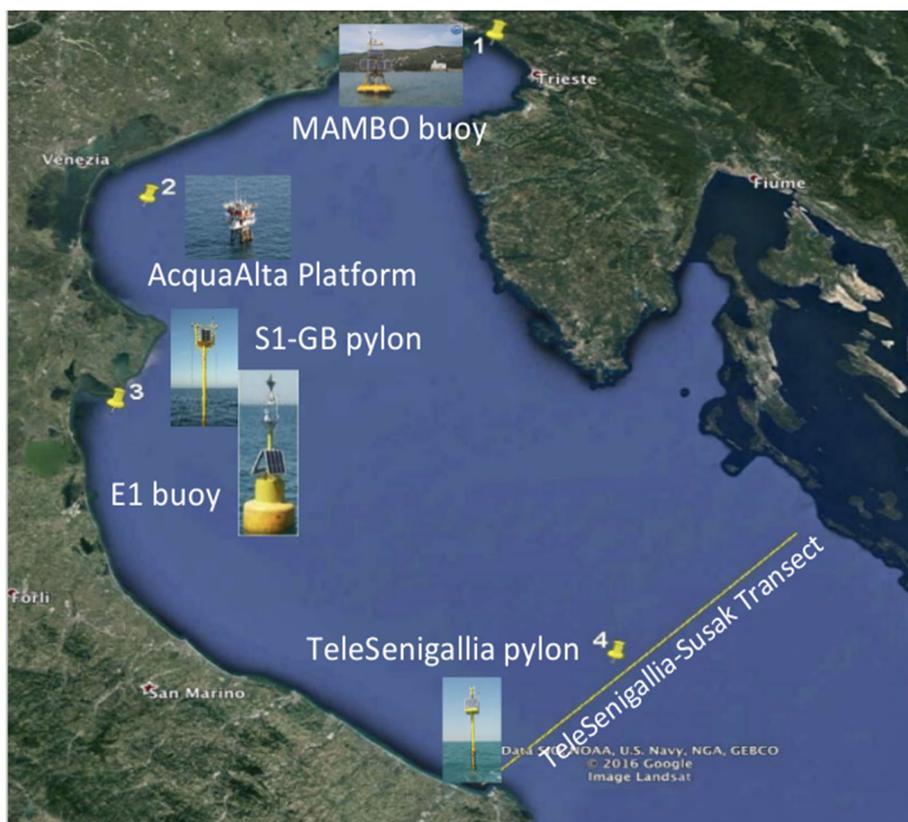


Fig. 1 - Il macrosito Alto Adriatico. Sono evidenziati i sistemi di acquisizione automatica di dati oceanografici

un'elevata eterogeneità, rilevabile alla scala sia stagionale sia interannuale (Solidoro *et al.* 2009). Tendenzialmente, in inverno la colonna d'acqua appare prevalentemente ben mescolata, mentre, dalla primavera, gli apporti di nutrienti e il riscaldamento superficiale generano una stratificazione termalina e gradienti di densità che diventano massimi in estate. In autunno il raffreddamento della colonna d'acqua e i venti inducono il mescolamento verticale che porta alla rottura della stratificazione estiva e ridistribuisce in tutta la colonna d'acqua i nutrienti, rimasti segregati negli strati più profondi (Socal *et al.* 2008).

Il contributo più consistente degli apporti di acque dolci proviene dai fiumi Po e Adige nelle aree occidentali e dall'Isonzo in quelle orientali. Gli apporti fluviali, che esercitano un marcato controllo su salinità e concentrazione di nutrienti in tutto il bacino, hanno andamenti alquanto irregolari (Marini *et al.* 2008). Su scala stagionale, si possono comunque individuare nella primavera e nell'autunno le fasi di maggiori apporti dai fiumi, mentre i periodi più secchi sono caratteristici dell'estate e dell'inverno. In generale, si evidenzia una zona di produttività elevata, seppur variabile, nelle acque di fronte al Delta del Po e in quelle maggiormente influenzate dalla diffusione della sua plume, con un risultante gradiente di produzione che, in prevalenza, decresce da ovest verso est e da nord verso sud. Benché l'Alto Adriatico sia in media fortemente fosforo-

limitato, periodi di azoto e fosforo limitazione si possono alternare rapidamente, modulati principalmente dalle interazioni fra gli apporti fluviali d'acqua dolce e il consumo da parte del fitoplancton (Marini *et al.* 2010).

Lo stato trofico dell'Alto Adriatico non dipende solo dai fiumi, ma anche dalle caratteristiche della circolazione delle masse d'acqua. Negli strati più profondi (sotto 10 m di profondità), prevale una circolazione ciclonica, mentre gli strati più superficiali risentono principalmente dei venti dominanti: la Bora, da nord-est, e lo Scirocco, da sud-est. La circolazione delle masse d'acqua superficiali indotta dalla Bora, più frequente in autunno e in inverno, genera un vortice ciclonico, mentre lo scirocco favorisce una circolazione anticiclonica, con conseguenze molto diverse per quanto riguarda la distribuzione delle acque ricche di nutrienti nel bacino.

Acque oligotrofe e a elevata salinità entrano nell'Alto Adriatico al suo confine sud – orientale, provenienti dal bacino meridionale, attraverso la corrente adriatica orientale (Eastern Adriatic Current – EAC), che appare più consistente nei periodi più freddi. Oltre a questa corrente, che percorre il bacino in direzione settentrionale, ce n'è un'altra, molto rilevante, che percorre la costa italiana, verso sud (Western Adriatic Coastal Current – WACC). La concomitanza di periodi particolarmente freddi ed eventi di Bora può innescare la formazione delle cosiddette acque dense nord-adriatiche (Northern Adriatic Dense Water): masse d'acqua che si spostano lungo la costa occidentale dell'Adriatico e che, dopo 2-4 mesi, raggiungono l'Adriatico meridionale, dove sprofondano attraverso eventi a cascata multipli (Poulain e Raicich 2001). L'Alto Adriatico è uno dei tre siti di formazione di acque dense nel Mar Mediterraneo, assieme al Golfo del Leone e al Mare Egeo settentrionale. Le acque dense svolgono un ruolo ecologico molto importante: portano ossigeno alle masse d'acqua profonde, distribuiscono sostanza organica, nutrienti e organismi, influenzando in modo sostanziale la biodiversità delle comunità profonde, i cicli biogeochimici e, più in generale, tutto il funzionamento dell'ecosistema marino profondo (Boldrin *et al.* 2009).

L'Alto Adriatico è soggetto a un elevato e sempre crescente impatto antropico per quanto riguarda, oltre agli apporti di nutrienti dai fiumi, l'urbanizzazione costiera, le attività di pesca e acquacoltura, il turismo, il trasporto e il commercio marittimo. L'intera area ha un valore ecologico, economico e sociale che richiede che le attività di ricerca e monitoraggio siano svolte in modo continuo e avvengano in cooperazione fra istituti di ricerca, istituzioni politiche e società civile.

Le attività di ricerca sull'ecosistema Alto Adriatico sono svolte con regolarità dalla seconda metà del secolo scorso: questo ha fatto sì che l'Alto Adriatico fosse tra i primi “macro-siti” entrati a far parte, nel 2006, della Rete LTER italiana, europea e internazionale. Attualmente è uno dei 25 macrositi di LTER-Italia ed è composto da quattro siti di ricerca (Golfo di Trieste, Golfo di Venezia, Delta del Po e costa romagnola, Transetto Senigallia-Susak; Fig. 1), coordinati, rispettivamente, dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale-OGS-Trieste, CNR ISMAR-Venezia, CNR ISMAR-Bologna e CNR IRBIM-Ancona. Nel macrosito sono svolte attività di ricerca, su scale temporali da stagionali a decadal, riguardanti principalmente la variabilità delle proprietà meteo-oceanografiche, l'ecologia e la struttura delle comunità planctoniche, l'evoluzione trofica e i cicli biogeochimici. Queste tematiche vengono affrontate sia con campionamenti discreti durante campagne oceanografiche, sia attraverso una rete di sistemi avanzati di acquisizione “automatica” di dati di oceanografia fisica e chimica (Boa MAMBO, Piattaforma Acqua Alta, Boa E1 e Meda S1-GB, Meda TeleSenigallia; Fig. 1).

Le osservazioni a lungo termine hanno permesso di evidenziare le variazioni trofiche cui il bacino è andato incontro, passando da una fase di forte eutrofizzazione (Giani *et al.* 2012), a una successiva di oligotrofizzazione (Mozetic *et al.* 2010), fino a una più recente, caratterizzata da nuovo aumento della concentrazione dei nutrienti (Totti *et al.* 2019).

La posizione dell'Alto Adriatico in un'area di grande valore ecologico ma anche altamente antropizzata, soggetta a pressioni di diversa natura e al centro di molteplici attività economiche legate all'uso delle risorse marine, e la presenza contestuale delle attività LTER, rendono il sito ideale per avviare la costituzione di un osservatorio ecologico marino. È proprio questa la prospettiva verso cui si sta muovendo il macrosito, in accordo anche con quanto viene raccomandato a livello europeo. La

costruzione, lo sviluppo e il mantenimento sul lungo termine degli osservatori ecologici marini sono, infatti, considerati imprescindibili per raggiungere obiettivi nazionali ed europei legati alla conservazione e allo sviluppo sostenibile, per contribuire all'Agenda della Blue Growth e all'Agenda ONU 2030 e ottemperare le richieste che provengono dalle direttive in ambito marino, in particolare la Direttiva Quadro per la Strategia Marina (Benedetti Cecchi *et al.* 2018).

Lo sviluppo del macrosito Alto Adriatico verso un osservatorio ecologico è stato recentemente (2016-17) sostenuto dal progetto bandiera Ritmare, che ha permesso di definire e identificare la struttura e gli obiettivi dell'osservatorio, avviare azioni riguardanti la gestione, organizzazione, integrazione e visibilità dei dataset LTER (Minelli *et al.* 2018) e, infine, realizzare attività dimostrative per l'utilizzo dei dataset, delle informazioni e delle conoscenze.

La costruzione di un osservatorio ecologico Alto Adriatico, che valorizzi le attività LTER, richiede necessariamente una visione che superi i confini nazionali e affronti le principali problematiche socio ecologiche dell'area con un approccio transfrontaliero. A tale scopo, dal 2019 al 2021 è stato finanziato il progetto Interreg Italia-Croazia "ECOSS – ECOlogical observing System in the Adriatic Sea: oceanographic observations for biodiversity", che ha contribuito sostanzialmente a questo percorso, mettendo a disposizione i dati LTER del macrosito, integrandoli con altre attività osservative presenti in Adriatico e collegando le osservazioni ecologiche marine con le pratiche di conservazione in vigore nei siti Natura 2000 marini presenti nell'area.

Le prospettive di consolidamento del macrosito Alto Adriatico sono fortemente legate al suo ruolo, a livello nazionale ed europeo, nelle infrastrutture di ricerca (IR). L'Alto Adriatico è coinvolto, infatti, in più IR, che sono attualmente in diverse fasi di sviluppo: LifeWatch-ERIC, ICOS-ERIC, EMBRC-ERIC, Danubius-RI, LTER-RI, Jerico Next. In questo ampio contesto le attività e le conoscenze e i dati LTER del macrosito possono trovare sinergie, usi multipli, e integrazioni per sviluppare una strategia a lungo termine coordinata per le osservazioni ecologiche marine, in risposta alle richieste di ricerca, politica e società.

Abstract

The Northern Adriatic Sea is the northernmost basin of the Mediterranean Sea and one of its most productive areas, characterized by a shallow depth and by a dominant cyclonic circulation. The oceanographic and meteorological parameters show a marked seasonal and interannual variability. The major forcings of the system are represented by the significant river inputs along the Italian coast, by the Eastern Adriatic Current-EAC, which brings high salinity and oligotrophic waters from the southern basin, and by the notable sea-level range, relatively to the Mediterranean area. The NAS is subject to multiple anthropogenic impacts, e.g.: nutrient inputs, coastal urbanization, fishing activity, tourism, and maritime trade. The basin has undergone marked eutrophication followed by a phase of oligotrophication and then by a recent increase in nutrient concentrations. The NAS has also been subjected to frequent development of mucilage aggregates until the first decade of the 2000s. The LTER-Italy parent site NAS currently includes four research sites: the Gulf of Trieste, the Gulf of Venice, the Po Delta and Romagna Coast, and the Senigallia-Susak Transect. At each site meteo-oceanographic and biological data, mainly on plankton, are gathered both during oceanographic cruises and at fixed point observatories. Each site is supervised by a research institution that also manages the system of fixed sensors, which record data in near real-time.

Autori

Mauro Bastianini, Fabrizio Bernardi Aubry, Francesco Acri, Elisa Camatti, Marco Pansera, Stefania Finotto, Amelia De Lazzari, Simona Armeli Minicante, Alessandra Pugnetti

Affiliazione

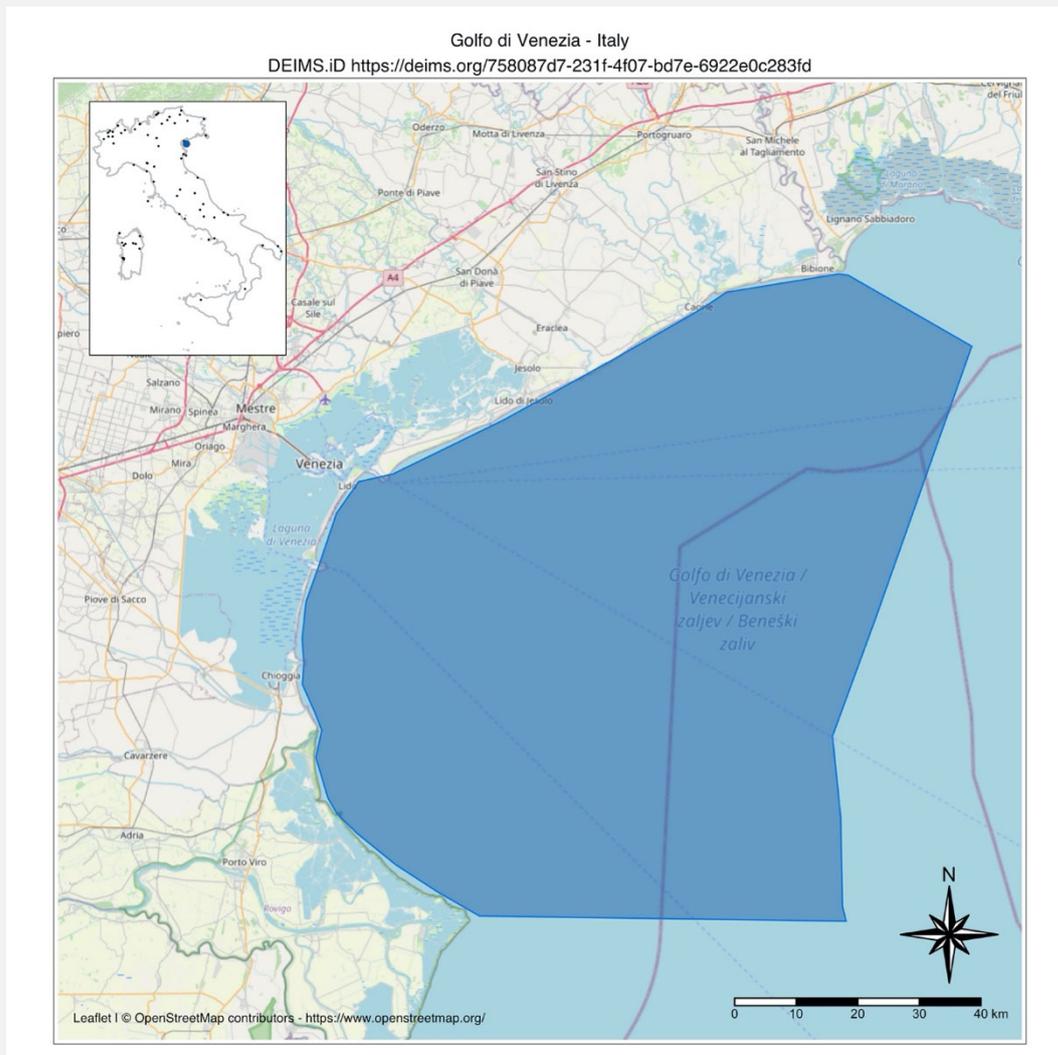
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR) Castello 2737f, Venezia.

Sigla: IT12-001-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/758087d7-231f-4f07-bd7e-6922e0c283fd>

Responsabile sito: Mauro Bastianini

Parole chiave: Mar Adriatico, plancton, biodiversità, serie a lungo termine, specie aliene



Descrizione del sito e delle sue finalità



Fig. 2 - Piattaforma oceanografica "Acqua Alta"

Il Golfo di Venezia è un'insenatura situata nella parte nord occidentale dell'Alto Adriatico, che va dalla punta di Goro, nel Delta del Po, fino a Capo Promontore (Fig. 1). Il CNR-ISMAR di Venezia raccoglie, dagli anni '50, dati fisici, chimici e biologici nel golfo. Il sito è soggetto a un notevole impatto antropico (apporti di nutrienti, urbanizzazione costiera, pesca, turismo, traffici marittimi, ecc.). In passato ha sofferto di fenomeni di eutrofizzazione e, all'inizio degli anni 2000, è stato soggetto a frequenti ed estesi eventi di mucillagine.

Osservazioni meteo-oceanografiche nel sito vengono svolte dalla fine del 19° secolo, anche se con cadenza irregolare. Dati idrologici, di concentrazione di nutrienti, di materiale particolato, di abbondanza e composizione delle comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche sono stati raccolti in modo discontinuo dalla metà degli anni '60 fino ai primi anni '90 e, in seguito, con periodicità regolare, pressoché mensile.

Nell'ultimo decennio le osservazioni LTER si sono concentrate nei pressi della piattaforma oceanografica infrastruttura unica nel mediterraneo localizzata a 15 km al largo di Venezia, equipaggiata con strumentazione di acquisizione automatica di dati atmosferici, idrologici e oceanografici. Nel tempo, è stato necessario ristrutturare la piattaforma e nel 2017, dopo ben 47 anni dalla prima posa, è stata sostituita in toto la struttura abitativa con un'altra più moderna ed efficiente. Sin dall'inizio, questa infrastruttura non è stata soltanto progettata e attrezzata come un vero laboratorio, ma è stata anche dotata di tutti

gli strumenti necessari a misurare i fenomeni meteorologici e marini che possono avere un impatto sul Golfo di Venezia, in particolare, per prevedere anticipatamente le maree che possono colpire Venezia.

La Piattaforma Acqua Alta è una delle strutture scientifiche italiane più apprezzate in ambito accademico internazionale e ogni anno riceve molte richieste di collaborazione da parte di Università e Centri di Ricerca di tutto il mondo.

Risultati

Il Golfo di Venezia è un ecosistema particolarmente sensibile alle variazioni stagionali e pluriannuali del carico di nutrienti provenienti dall'entroterra e regolati dalle portate dei fiumi. In quest'area, le dinamiche spazio-temporali del fitoplancton possono essere sostanzialmente modificate da cambiamenti meteo-climatici a breve scala temporale e da eventi estremi (tempeste, inondazioni, siccità). Tuttavia la ricorrenza degli eventi stagionali principali (fioriture o picchi di specie caratteristiche) e la loro corrispondenza con le variazioni di temperatura, salinità e disponibilità di nutrienti sono chiaramente rilevabili (Fig.3): la regolarità nella comparsa stagionale delle specie fitoplanctoniche principali, rispetto alla grande variabilità ambientale del Golfo di Venezia, suggerisce che i ritmi biologici potrebbero regolare le dinamiche temporali delle comunità fitoplanctoniche e che le forzanti ambientali potrebbero modulare i tempi e le ampiezze delle fasi di crescita. Gli apporti di acqua dolce insieme al modello generale di circolazione del bacino inducono cambiamenti quantitativi delle abbondanze totali e nella loro distribuzione. In generale la serie storica permette di descrivere una prima fioritura alla fine dell'inverno,

seguita da picchi irregolari che si susseguono per tutta l'estate e l'autunno, in relazione agli apporti fluviali e alla estensione della loro distribuzione nel bacino (Fig. 3; Bernardi Aubry *et al.* 2012; Morabito *et al.* 2018). I fattori che regolano le variazioni stagionali del fitoplancton influenzano indirettamente anche il mesozooplancton, attraverso un meccanismo bottom-up (Bernardi Aubry *et al.* 2012; Morabito *et al.* 2018). L'abbondanza totale del mesozooplancton nel Golfo di Venezia ha tipicamente un picco estivo, dominato da cladoceri, mentre i copepodi caratterizzano la primavera e l'autunno (Morabito *et al.* 2018).

Da qualche anno il Golfo di Venezia, così come l'intero Mare Adriatico, è interessato da intensi sviluppi dello ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz A. 1865). La specie, originaria delle coste atlantiche del continente americano, venne osservata solo una volta nel bacino Adriatico nel mese di ottobre 2005, per poi non venir più segnalato per oltre 10 anni. Pur essendo inoffensivo per l'uomo, *M. leidyi* ricopre un

ruolo importante nella rete trofica predando intensamente la componente planctonica, incluse le forme larvali di pesci anche di importanza commerciale come sardine e acciughe.

Un approccio open-science per la gestione e la condivisione dei dati LTER del sito è stato di recente intrapreso nell'ambito delle attività del progetto bandiera Ritmare (Minelli *et al.* 2018). I dati dal 1965 al 2015, relativi alle osservazioni oceanografiche e al plancton, formalmente corretti dal punto di vista strutturale e geografico, sono stati resi accessibili tramite doi

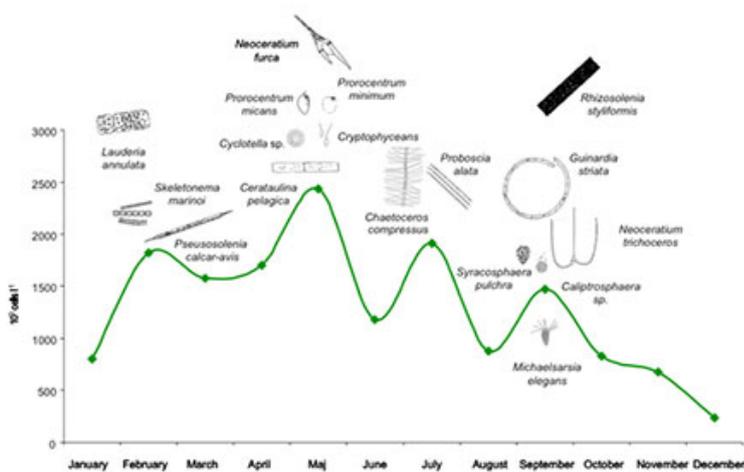


Fig. 3 - Successione stagionale delle specie fitoplanctoniche nel Golfo di Venezia (da Bernardi Aubry *et al.* 2012)

(<https://doi.org/10.5281/zenodo.3516717>; Acri *et al.* 2019, 2020) e consultabili sulla piattaforma GET-IT (Geoinformation Enabling ToolKIT starterkit®; Oggioni *et al.* 2017).

Nell'ambito delle attività di divulgazione promosse dalla Rete LTER-Italia, nell'estate 2016 è stato organizzato un "Cammino LTER" (Bergami *et al.* 2018) che ha attraversato il macro-sito e ha collegato i siti di ricerca Golfo di Trieste, Golfo di Venezia e Laguna di Venezia, attraversando habitat marini, lagunari e terrestri in un percorso ecologico a basso impatto: a nuoto, in canoa e in bicicletta (Armeli Minicante *et al.* 2018). Il percorso, della durata di otto giorni, ha avuto come obiettivo la sensibilizzazione dei partecipanti sui temi della biodiversità e della complessità degli ecosistemi marini, terrestri e lagunari e della loro delicata gestione. In particolare, in ogni tappa, sono stati organizzati eventi rivolti ai cittadini e agli amministratori locali al fine di mettere in evidenza l'importanza degli studi ecologici a lungo termine per imparare a valutare lo stato degli ecosistemi.

Prospettive future

Si intende continuare il campionamento e le analisi dei parametri fisici, chimici e biologici, introducendo l'analisi delle immagini da telecamera subacquea per la valutazione dei popolamenti ittici presenti presso la piattaforma "Acqua Alta". Per quanto riguarda le comunità planctoniche, all'analisi tradizionale con il metodo di microscopia si sono affiancate metodologie metagenomiche volte a incrementare le conoscenze della biodiversità del sito e a risolvere l'identificazione di specie criptiche di grande interesse ecologico. La piattaforma "Acqua Alta" è coinvolta in numerosi progetti di condivisione dell'infrastruttura, ospita strumentazioni e sperimentazioni tecniche e scientifiche che permettono di avviare attività interdisciplinari a copertura di uno spettro di conoscenze ecologiche sempre più ampio.

Abstract

The Gulf of Venice is located in the western region of the northern Adriatic sub-basin. The CNR-ISMAR of Venice have collected since the end of years '60s physical, chemical and biological data in different stations. During the last decade sampling is focused on monthly campaign and continuous measures at the "Acqua Alta" oceanographic tower, which represents an excellent observing site to perform ecological studies. Physical parameters, nutrient concentration, phytoplankton and zooplankton abundance and biomass are collected monthly. "Acqua Alta" tower is equipped with meteorological stations and several oceanographic sensors, at water depth of -3m, -6m and -16m, and is located at the western side of the gulf, in a key area to observe near-coastal processes (stratifications, biological productivity).

Autori

Bruno Cataletto, Paola Del Negro, Marina Cabrini, Marina Monti, Michele Giani, Tamara Cibic, Federica Cerino, Daniela Fornasaro, Cinzia Fabbro, Valentina Tirelli, Alessandra De Olazabal, Alenka Goruppi, Annalisa Franzo, Rocco Auriemma, Federica Nasi, Larissa Ferrante, Mauro Celussi, Cinzia De Vittor, Lidia Urbini, Martina Kralj, Federica Relitti, Marina Lipizer, Alessandra Giorgetti, Menashè Eliezer, Matteo Bazzaro, Alfred Beran.

Affiliazione

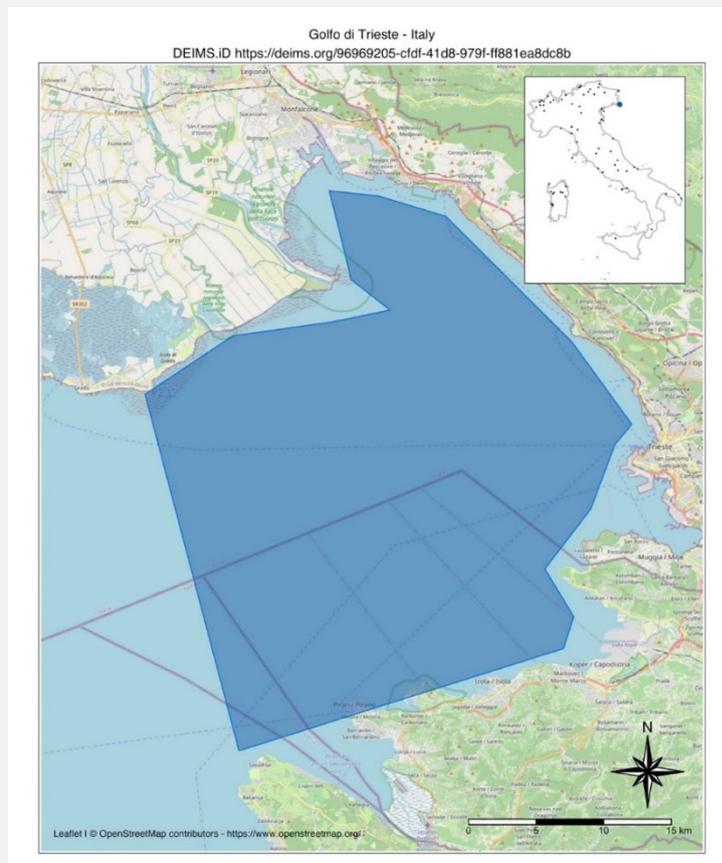
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C, 34010 Sgonico (TS).

Sigla: IT12-002-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/96969205-cfdf-41d8-979f-ff881ea8dc8b>

Responsabile sito: Bruno Cataletto.

Parole chiave: Serie a lungo termine, biodiversità, specie aliene, Mar Adriatico, sistemi osservativi, cicli biogeochimici.



Descrizione del sito e delle sue finalità

Il Golfo di Trieste si trova nella parte più settentrionale del Mare Adriatico ed è un bacino semichiuso con una superficie di circa 600 km² e una profondità massima di 25 metri.

L'area è soggetta a un notevole impatto antropico (apporti di nutrienti, urbanizzazione costiera, pesca, attività di molluschicoltura, turismo, traffici marittimi, ecc.) e riceve consistenti apporti di acque dolci soprattutto dal fiume Isonzo. La condizione trofica è passata dall'eutrofia (anni '70-'80 del secolo scorso) con la presenza di diffuse e frequenti maree colorate alla meso-oligotrofia degli ultimi anni. Nel periodo intermedio si sono verificati frequenti ed estesi fenomeni di mucillagine.

L'area è stata oggetto di numerosissime ricerche a carattere ecologico e oceanografico, dalla seconda metà del secolo scorso, condotte da istituzioni nazionali e internazionali.

Le prime osservazioni regolari sulla struttura dei popolamenti planctonici nella stazione denominata



Fig. 4 - Stazione "C1" e boa mambo

“C1” (Fig. 4) risalgono ai primi anni '70, quando iniziarono gli studi sullo zooplancton del Golfo di Trieste. Dal 1986 ebbero inizio campionamenti mensili regolari per lo studio delle caratteristiche idrologiche, chimiche e biologiche (fitoplancton e zooplancton di diverse classi dimensionali).

Tutti i dati acquisiti a partire dal 1986 sono archiviati presso il National Oceanographic Data Center (NODC) dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale. Dal 1999, il sito di ricerca ecologica è stato dotato di una boa meteoro-oceanografica (MAMBO) al fine di acquisire dati in continuo sulle condizioni meteorologiche in mare e sulle proprietà fisiche e biogeochimiche dell'acqua di mare. Proprio a causa delle elevate dinamiche temporali dei processi ecologici negli ecosistemi costieri, solo l'afflusso in continuo e in tempo reale dei principali dati meteorologici e delle proprietà fisiche e biogeochimiche permette una comprensione ottimale del funzionamento degli ecosistemi marini.

Risultati

La lunga serie temporale di dati ecologici raccolti nel sito LTER ha permesso di documentare e studiare le cause dei diversi cambiamenti delle comunità planctoniche nel Golfo di Trieste (Fig. 5). Ciò sta consentendo di passare dal monitoraggio all'osservazione cercando di comprendere le connessioni tra scale temporali e spaziali diverse. Obiettivo finale è controllare per capire il funzionamento dell'ecosistema, per prevedere e monitorare fenomeni anomali (eventi di piena, mareggiate, fioriture di specie tossiche, sciamature di organismi nocivi, presenza di specie non indigene) di origine naturale o legati all'attività antropica lungo la costa.

Nell'ambito delle attività di divulgazione promosse dalla Rete LTER-Italia, ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE, unitamente al CNR-ISMAR di Venezia, ha organizzato, nell'estate 2016, un "Cammino LTER" (Bergami *et al.* 2018) che ha attraversato il macrosito e ha collegato i siti di ricerca Golfo di Trieste, Golfo di Venezia e Laguna di Venezia. L'itinerario ha attraversato habitat marini, lagunari e terrestri in un percorso ecologico a basso impatto: a nuoto, in canoa e in bicicletta (Armeli Minicante *et al.* 2018). L'obiettivo principale dell'iniziativa, della durata complessiva di otto giorni, è stato quello di sensibilizzare i partecipanti sui temi della biodiversità e della complessità degli ecosistemi marini, terrestri e lagunari e della loro delicata gestione. In particolare, in ogni tappa, sono stati organizzati eventi pubblici rivolti ai cittadini e agli amministratori locali al fine di mettere in evidenza l'importanza degli studi ecologici a lungo termine per imparare a valutare lo stato degli ecosistemi e a fornire elementi per una migliore gestione degli stessi.

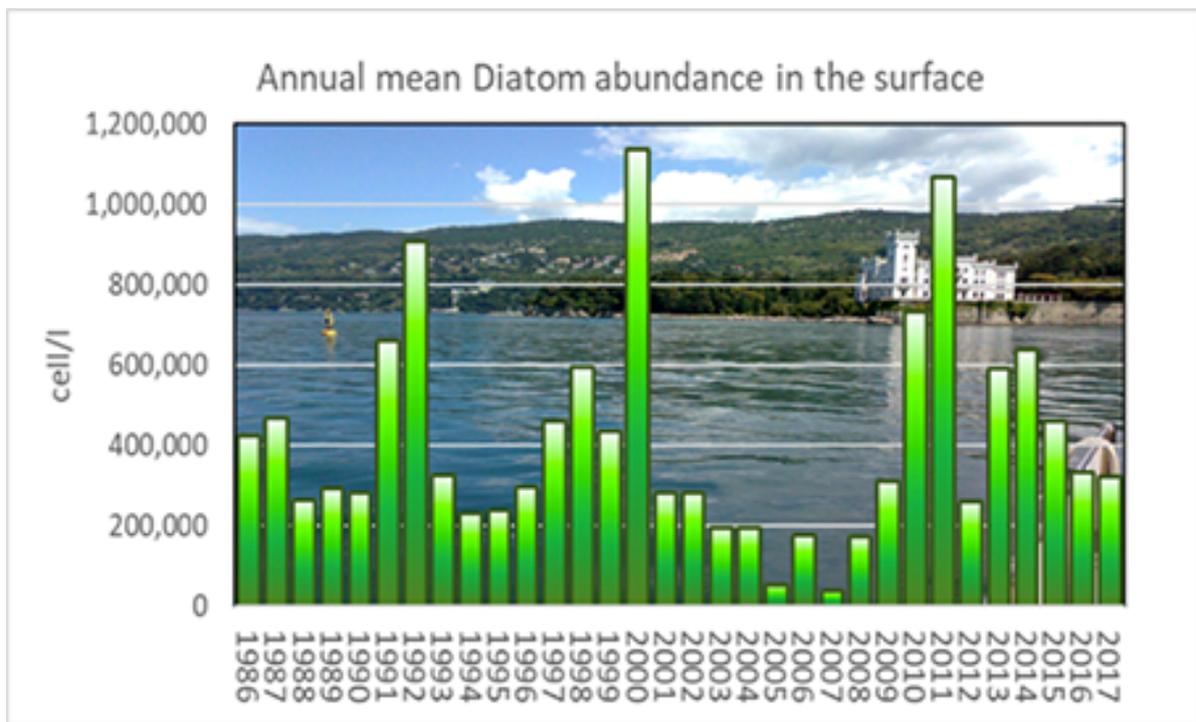


Fig. 5 - *Abbondanza media annuale di Diatomee in superficie*

Da diversi anni il Golfo di Trieste, come l'intero bacino Adriatico, è interessato dalla presenza sempre più numerosa del cosiddetto "plancton gelatinoso" e in particolare, in tempi recenti, dallo ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz A. 1865). La specie, originaria delle coste atlantiche del continente americano, venne osservata solo una volta nel bacino Adriatico nel mese di ottobre 2005, per poi non venir più segnalato per oltre 10 anni. Il suo ruolo nella rete trofica è estremamente importante, in quanto svolge un'intensa attività di predazione sulla componente planctonica, incluse le forme larvali di pesci anche di importanza commerciale come sardine e acciughe.

Prospettive future

Le attività di ricerca in atto sono dirette, oltre che a proseguire la serie storica di dati idrologici, biologici e biochimici, ad analizzare tematiche specifiche quali: il ciclo degli elementi biogenici, la trasformazione biochimica delle sostanze organiche, la struttura e la funzionalità delle comunità microbiche, gli effetti della CO₂ sui cicli biogeochimici e sulle comunità microbiche, le variazioni trofiche, le variazioni della struttura dei popolamenti planctonici e l'ecologia delle cosiddette specie aliene.

Si intende inserire il sito in una struttura interoperabile per la gestione di un sistema osservativo marino integrato in un'area, come il Golfo di Trieste e l'Adriatico Settentrionale, a consolidato know-how che

presenta un'elevata variabilità di habitat. Esiste infatti un patrimonio di conoscenze pregresse, di studi pilota, di stazioni di monitoraggio e di strumentazioni già funzionanti che possono essere collegati, integrati e valorizzati in un unico quadro infrastrutturale che porti ad una conoscenza piena, aggiornata e qualificata dello stato dell'ambiente marino e della sua evoluzione nel tempo.

Il progetto è stato già presentato con positivo riscontro al Ministero dell'Università e Ricerca, al Distretto Tecnologico Regionale Ditenave e alla Regione FVG per l'inserimento nel piano di attività della Macroregione Adriatico Ionica.

Abstract

The Gulf of Trieste is located in the northernmost part of the Adriatic Sea and is a semi-enclosed basin with an area of about 600 km² and a maximum depth of 25 meters. The first regular observations on the structure of planktonic populations in the station named "C1" (Fig. 1) date back to the early '70s, when they began their studies on the zooplankton of the Gulf of Trieste. Since 1986 regular monthly sampling has begun for the study of the hydrological, chemical and biological characteristics (phytoplankton and zooplankton of different size classes). All data acquired since 1986 are archived at the National Oceanographic Data Center (NODC) of ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE. Since 1999, the ecological research site has been equipped with a weather-oceanographic buoy (MAMBO) in order to acquire continuous data on weather conditions at sea and on the physical and biogeochemical properties of sea water. Precisely because of the high temporal dynamics of ecological processes in coastal ecosystems, only the continuous and real-time influx of the main meteorological data and of the physical and biogeochemical properties allows an optimal understanding of the functioning of marine ecosystems.

Delta del Po e Costa Romagnola

Autori

Mariangela Ravaioli¹, Caterina Bergami¹, Francesco Riminucci¹⁻², Lucilla Capotondi¹, Sonia Albertazzi¹, Alessandro Coluccelli³, Patrizia Giordano¹, Aniello Russo¹⁻³⁻⁴, Giuseppe Stanghellini¹, Leone Tarozzi¹

Affiliazione

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

² Consorzio PROAMBIENTE, Tecnopolo CNR Bologna, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia.

³ Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della vita e dell'Ambiente (DISVA), Via Brezze Bianche, 60131 Ancona, Italia.

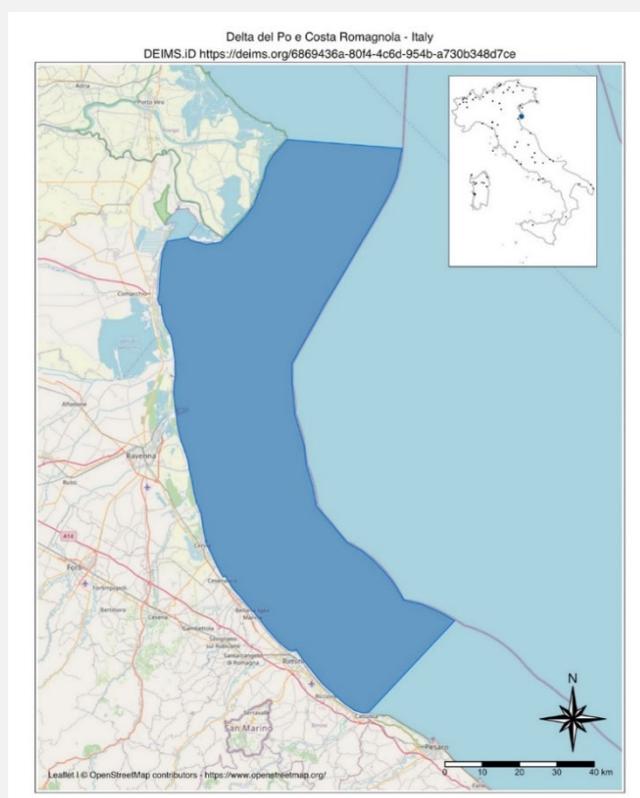
⁴ NATO Science and Technology Organization (STO), Centro per la ricerca e la sperimentazione marittima (CMRE), Viale San Bartolomeo 400, 19126 La Spezia, Italia.

Sigla: IT12-003-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/6869436a-80f4-4c6d-954b-a730b348d7ce>

Responsabile sito: Mariangela Ravaioli e Francesco Riminucci

Parole Chiave: Siti osservativi marini, Studi ecologici di lungo termine, biodiversità, Biogeochimica, ecologia, Paleoecologia, Modellistica.



Descrizione del Sito e delle sue finalità

Le aree antistanti il Delta del Po e il litorale romagnolo sono fortemente influenzate dalla variabilità degli apporti di nutrienti e sostanza organica da parte del Po e dei suoi affluenti. Parallelamente questo tratto di costa è soggetto a una crescente urbanizzazione e alla presenza del turismo prevalentemente estivo. Spesso in mare si registrano estesi fenomeni di eutrofizzazione, fioriture algali e condizioni di ipossia/anossia.

Per lo studio e il monitoraggio di tali fenomeni a scala decennale, a partire dal 2004, sono stati installati nell'area due sistemi meteo-marini autonomi (Fig.6), grazie alle risorse finanziarie di numerosi Progetti Nazionali e Internazionali a carattere interdisciplinare (Prisma, Sinapsi, Adricosm, Anocsia, Interreg Requisite, Cipe, Emma Life+, Vector, Life+ EnvEurope, Progetto Bandiera Ritmare, FP7 Jerico, H2020 Jerico-Next, Marine Strategy Framework Directive, POR-FESR Informare, ecc.). I sistemi sono stati posizionati in due siti chiave per l'area: E1 al largo della città di Rimini e S1 a sud del delta del Po.

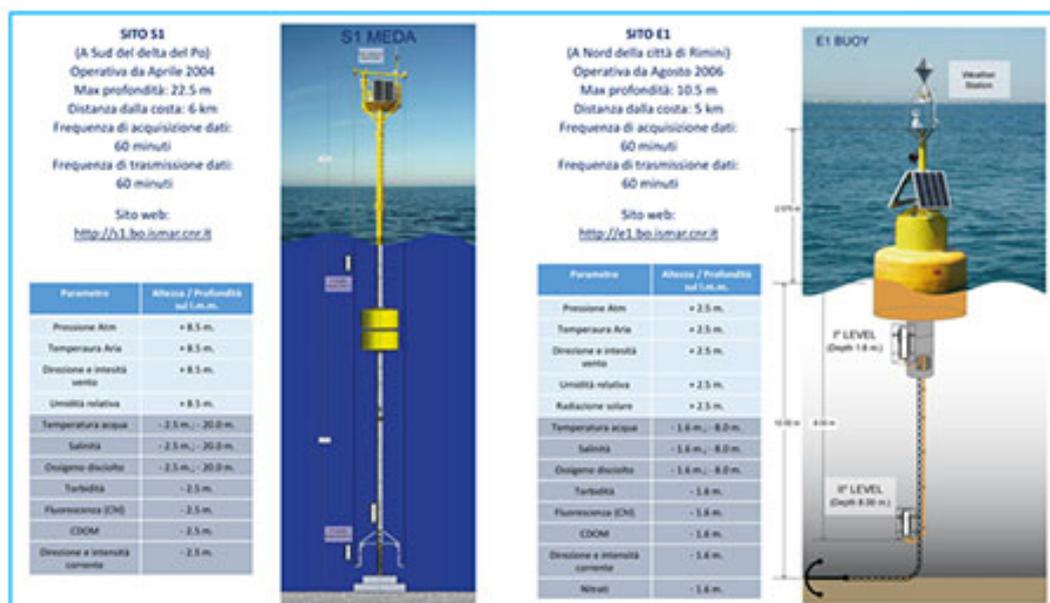


Fig. 6 - Configurazione dei sistemi Meda S1-GB e Boa E1 a novembre 2018

Nel sito S1 (Lat 44,74° N; Lon. 12,45° E), localizzato a S-E del delta del Po di Goro, è stata installata per la prima volta una boa meteo-oceanografica nel 2003 (operativa in maniera continuativa da marzo 2004) per monitorare il flusso principale del fiume Po e le sue interazioni con la circolazione del Mar Adriatico (Bortoluzzi *et al.* 2006). In quest'area sono stati studiati parametri sia biotici sia abiotici nel sedimento e lungo la colonna d'acqua. Nell'agosto 2015 la "Boa S1" è stata sostituita con un sistema a meda elastica strumentata e rinominata "Meda S1-GB" (Bastianini *et al.* 2017a, 2017b).

La boa meteo-oceanografica E1 è stata posizionata nell'agosto 2006 a nord di Rimini (Lat. 44,14° N; Lon. 12,57° E), con la finalità di comprendere i processi di anossia nei fondali dell'Emilia-Romagna, ottenere dati per validare modelli di previsione oceanografica (Russo *et al.* 2009) e implementare i database utilizzati dai Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS).

Le due stazioni, nate per acquisire principalmente parametri meteorologici (temperatura dell'aria, pressione atmosferica, direzione e intensità del vento, umidità relativa, radiazione solare) e oceanografici (temperatura del mare, salinità, direzione e intensità delle correnti, contenuto di ossigeno disciolto nell'acqua), sono state implementate nel tempo con strumentazione ottica per l'acquisizione di parametri ambientali e biologici (torbidità, clorofilla in fluorescenza, Colored Dissolved Organic Matter – CDOM – nitriti). Tale implementazione ha permesso di avviare collaborazioni con il gruppo di oceanografia

satellitare di ISMAR e con il Consorzio Proambiente (Böhm *et al.* 2015), ampliando le ricerche anche ad altre tematiche quali l'osservazione del colore del mare da telerilevamento da satellite.

I dati acquisiti dalle stazioni E1 ed S1-GB vengono trasmessi ogni ora al centro di calcolo del CNR-ISMAR di Bologna e collezionati nelle banche dati dedicate e disponibili sul web in tempo quasi reale (pagine: s1.bo.ismar.cnr.it, e1.bo.ismar.cnr.it). L'installazione dei due sistemi S1 (poi S1-GB) ed E1 ha permesso di acquisire dati meteorologici, fisici, chimici e biologici in continuo (cadenza media di acquisizione 60 minuti) dal 2004/2006 ad oggi.

L'integrazione dei dati misurati dai due sistemi con quelli relativi ai processi biogeochimici derivati da campagne di misurazione in tutto l'Adriatico, ha contribuito ad aumentare la conoscenza sui cambiamenti climatici dell'area adriatica centro-settentrionale.

Dal 2016 in entrambi i siti si conducono ricerche sulla distribuzione della fauna a foraminiferi bentonici nel sedimento, quale indicatore dello stato di salute dell'ambiente marino costiero.

Risultati

L'attività di ricerca nei siti E1 e S1 (poi S1-GB) è iniziata nei primi anni '90 su progettualità specifiche di ISMAR-CNR, sede di Bologna, per lo studio dei flussi biogeochimici e per il monitoraggio delle proprietà oceanografiche dell'area a sud del Po. L'installazione nei siti dei due sistemi autonomi E1 e S1 ha permesso di migliorare la qualità e la risoluzione temporale dei dati raccolti. Dalla costituzione del sito "Delta del Po e Costa Romagnola" e dal suo inserimento nelle reti LTER internazionale, Europea e italiana si sono sviluppate collaborazioni con i gruppi di ricerca attivi nella rete e nel macrosito (in particolare: ISMAR-CNR sede di Venezia, IRBIM-CNR – Sede Ancona, ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE) sviluppando nell'area attività connesse agli studi ecologici a lungo termine (Es. Catalano *et al.* 2014).

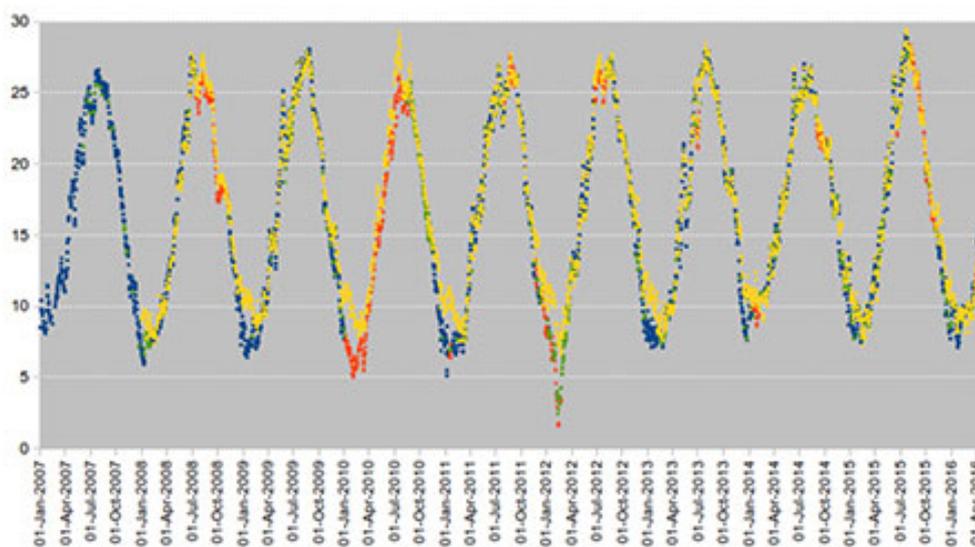


Fig. 7 - Medie giornaliere di SST nel sito E1 – anni 2007-2016 (In blu la media giornaliera da dati provenienti dai sensori posizionati sulla Boa E1; in rosso media giornaliera da dati del modello ROMS; in giallo dati da satellite ed in verde media giornaliera che integra dati orari da modello ROMS e da sensori su Boa E1)

Dal 2006 i siti E1 e S1 sono oggetto di campagne multidisciplinari congiunte per la raccolta di dati biotici e abiotici sulla colonna d'acqua e sul sedimento. Questi dati hanno permesso di affinare la modellistica biogeochimica ROMS, nata nel progetto EMMA Life+, validandola con dati raccolti nell'area "Delta del Po e Costa Romagnola" (Fig. 7). L'attività di validazione di modelli con dati raccolti nei siti E1 e S1 è stata estesa nel tempo alla previsione oceanografica (Russo *et al.* 2009; Guarnieri *et al.* 2013) e atmosferica (Davolio *et al.* 2015). Dal 2012 è iniziata un'attività di validazione di metodi e algoritmi satellitari con misure bio-ottiche raccolte in-situ, in particolare per il parametro di clorofilla *a*, mediante

comparazione tra dati satellitari, misure da sensore ottico superficiale e analisi di laboratorio su campionamenti d'acqua (Böhm *et al.* 2015; Braga *et al.* 2017). Quest'attività sta proseguendo per i parametri CDOM, torbidità e nitrati nel sito E1. I sistemi E1 e S1-GB vengono visitati con cadenza bimestrale per effettuare le operazioni ordinarie di manutenzione e verifica dei sistemi. Nel corso di questa attività sono programmati i campionamenti sistematici sulla colonna d'acqua per la determinazione in laboratorio del contenuto di Total Suspended Matter (TSM), CDOM, nutrienti e clorofilla *a*. Dal 2016 si è aggiunto, a queste operazioni, il campionamento sistematico del fondo per studi sulla distribuzione della fauna a foraminiferi bentonici nel sedimento (Bastianini *et al.* 2017). Questa attività ha il duplice scopo di: i) utilizzare i foraminiferi come indicatori ambientali dello stato di salute dell'area e ii) studiare la variazione stagionale delle popolazioni.

Nel corso degli anni sono state promosse numerose iniziative di divulgazione scientifica, descrittive degli studi ecologici a lungo termine nell'area "Delta del Po e Costa Romagnola", sia nelle scuole sia in diversi ambiti sociali attraverso conferenze, seminari, mostre e articoli in alcune testate giornalistiche nazionali e locali. Le varie azioni hanno avuto lo scopo principale di sensibilizzare e promuovere la tutela e la salvaguardia dell'ecosistema marino-costiero. I siti E1 ed S1-GB sono inseriti nella progettualità di ricerca industriale INFORMARE (POR-FESR 2014-2020, www.informare-er.it) il cui obiettivo è la creazione di un sistema informativo meteo-marino per il litorale dell'Emilia-Romagna. I dati delle stazioni E1 ed S1-GB e del modello ROMS sono utilizzati nelle applicazioni sviluppate nel progetto (Es. Informare Mobile) per informare i turisti della riviera Emiliano-romagnola sulle condizioni meteo-marine e creare servizi innovativi per le attività ricettive presenti sul territorio.

I dati ottenuti e le osservazioni effettuate dai due sistemi S1-GB ed E1 hanno contribuito e contribuiscono a numerosi progetti e reti sia nazionali che internazionali, tra questi:

- RITMARE – IFON (Rete Italiana di siti fissi per l'osservazione del mare, Ravaoli *et al.* 2016, 2017);
- JERICO-Next (Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatory – Novel European eXpertise for coastal observatories, <http://www.jerico-ri.eu/>);
- Network INFORMARE (Network osservativo del sistema INFORMATIVO integrato per il litorale Emiliano-Romagnolo, www.informare-er.it);
- COPERNICUS – Marine environment monitoring service (<http://marine.copernicus.eu/>);
- SeaDataNet – Pan-European infrastructure for ocean & marine data management (<https://www.seadatanet.org/>);
- EMODNet Chemistry (European Marine Observation and Data Network for Chemistry, <http://www.emodnet-chemistry.eu/>);
- RMM – CNR-ISMAR (Rete Meteo Marina CNR-ISMAR, Menegon *et al.* 2016)
- GNOO (Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa).

Le principali collaborazioni comprendono: UNIVPM-DISVA (Università Politecnica delle Marche – Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente), Proambiente S.c.r.l. – Tecnopolo Bologna CNR, HCMR (Institute of Oceanography Hellenic Centre for Marine Research), ISMAR-CNR – Sedi di Venezia, Trieste, Roma (Istituto di Scienze Marine – Consiglio Nazionale delle Ricerche), IRBIM-CNR – Sede Ancona (Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine – Consiglio Nazionale delle Ricerche), ISAC-CNR (Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima – Consiglio Nazionale delle Ricerche), INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia), CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), ARPAE (Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna), Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, ASTER S. Cons. p. A. (Società consortile dell'Emilia-Romagna per l'innovazione e il trasferimento tecnologico), V.S.M (Volontari Soccorso in Mare – Rimini).

Abstract

The areas in front of the Po river delta and the Romagna coast are affected by wide eutrophication and mucilaginous phenomena by decades so they are considered favorable environments for the development of ipo-anoxic events. For these reason two fixed buoys (E1 and S1) has been installed with the aim to monitor and study these phenomena.

The site is equipped with two fixed stations: a meteo-oceanographic buoy (E1 buoy) off the coast of Rimini and an elastic beacon at the Po river delta equipped with meteo-oceanographic sensors (S1-GB beacon).

The fixed stations were deployed in the framework of multidisciplinary research projects that uses automated stations to study the marine environment, in cooperation between the Institute of Marine Science (ISMAR) in Bologna (CNR) and other public and governmental Research Institutes. The S1 buoy was installed in 2004 and then implemented being now an elastic beacon. The E1 buoy measures in near real-time meteo and physico-chemical oceanographic parameters at different depths in the water column every 5-10-15-30 minutes (atmospheric pressure, air temperature, relative humidity, wind speed, wind gust, wind direction, net solar radiation, water temperature, salinity, dissolved oxygen, fluorescence, turbidity, CDOM, nitrate, current speed and direction).

The data are transmitted via 3G and downloaded (on average every 60 minutes) at the Data Center of the Institute of Marine Science in Bologna. Data are daily validated and analysed, in order to be used for different studies.

The main purposes of the site are:

- Implementation of forecasting oceanographic model to detect and monitor ipo-anoxic events (modelling and forecasting of O₂ concentrations);
- climatologic study of the variability of the oceanographic properties of the Northern Adriatic sea;
- study of the Po River impact on the continental Adriatic Sea platform;
- study on the role of the seabed in the dystrophic processes of the Northern Adriatic sea;
- validate of ocean colour satellite observation;
- study of the recent benthic foraminiferal assemblages and their relationship to environmental variables.

Autori

Federica Grilli¹, Mauro Marini¹, Tiziana Romagnoli², Mattia Betti¹, Giuseppe Caccamo¹, Alessandra Campanelli¹, Emanuela Frapiccini¹, Pierluigi Penna¹, Elio Paschini¹, Stefano Accoroni², Sonia Giulietti², Alessandro Coluccelli², Cecilia Totti²

Affiliazione

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine (CNR-IRBIM), Largo Fiera della Pesca 2, 60125 Ancona, Italia.

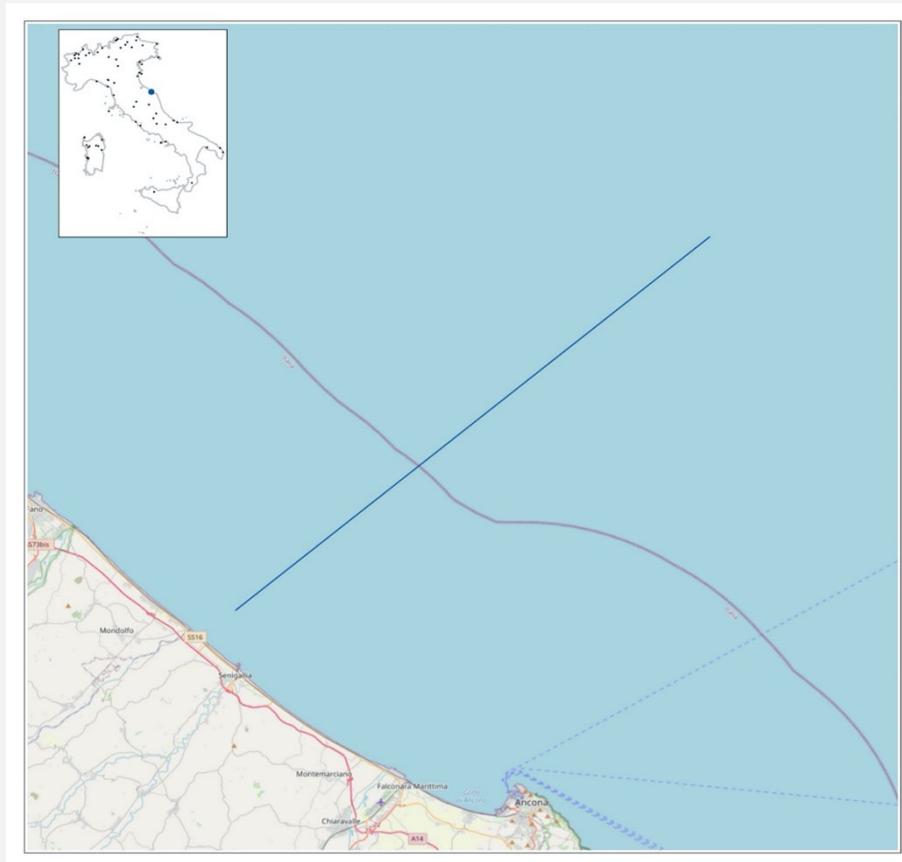
² Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della vita e dell'Ambiente (DISVA), Via Brecce Bianche, 60131, Ancona, Italia.

Sigla: IT12-004-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/be8971c2-c708-4d6e-a4c7-f49fcf1623c1>

Responsabile sito: Federica Grilli.

Parole Chiave: Mare Adriatico, Siti osservativi marini, Serie a lungo termine, Fitoplancton, Biodiversità, Biogeochimica.



Descrizione del sito e delle sue finalità

Il transetto Senigallia-Susak (SS) è situato nel basso Adriatico settentrionale e si estende dalla zona costiera occidentale posta di fronte la città di Senigallia fino all'area costiera orientale prospiciente l'isola di Susak (Fig. 8). Il transetto è costituito da 14 stazioni dalla costa italiana alla costa croata. Il CNR-IRBIM (ex ISMAR) di Ancona e il DiSVA (Università Politecnica delle Marche) raccolgono dal 1988 ad oggi dati idrologici, chimici e biologici (temperatura, salinità, densità, torbidità, fluorescenza, ossigeno disciolto, nutrienti e fitoplancton) dal 1988 al 1998 su metà transetto (ovvero in 7 stazioni, dalla costa italiana alla mid-line a circa 30 miglia nautiche) e dal 1999 al 2002 sull'intero transetto. Il campionamento sta proseguendo con cadenza pressoché bimestrale su metà transetto dal 2002 fino ad oggi.

La stazione costiera occidentale (SG1, 1.2 nM, fondo 12 m) è quella campionata più di frequente e i dati sono raccolti con cadenza pressoché mensile. In tale stazione è posizionata dal 1988 la meda meteomarina teleSenigallia che misura e registra autonomamente parametri meteo-oceanografici (dati

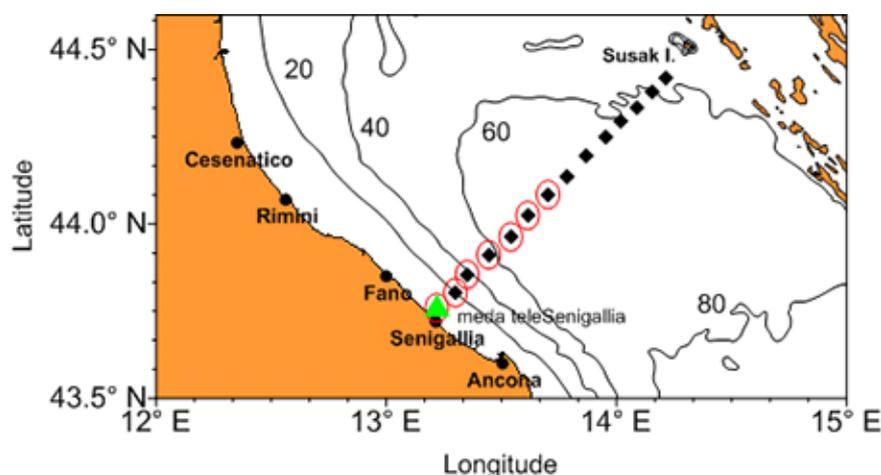


Fig. 8 - Transetto di Senigallia-Susak (cerchiate in rosso le stazioni attualmente monitorate) e posizione della meda teleSenigallia (triangolo verde)

acquisiti ogni 10 minuti) che sono trasmessi sul web in real time (Ravaioli *et al.* 2016). I dati meteo registrati consistono in velocità, raffica, temperatura, umidità e pressione dell'aria mentre i dati registrati dai sensori oceanografici posti alla profondità di 2m, 5m e 12m consistono in temperatura, salinità, clorofilla, torbidità, CDOM (Colored Dissolved Organic Matter), corrente di fondo e livello del mare. Tali dati sono stati resi disponibili per la rete LTER dal 2018.

Il transetto SS rappresenta un eccellente sito di osservazione per le acque che transitano dentro e fuori l'Alto Adriatico. In particolare, la parte più costiera del transetto (fino a ca 6 nM) è attraversata dalla Western Adriatic Coastal Current (WACC) che, fluendo verso sud lungo la costa italiana, trasporta le acque continentali provenienti dai grandi fiumi del nord, in particolare dal Po (Grilli *et al.* 2005). Tali acque continentali influenzano profondamente le dinamiche fisiche e chimiche e i processi biologici condizionando la circolazione e l'apporto di nutrienti (Degobbi & Gilmartin 1990; Marini *et al.* 2002, 2008; Campanelli *et al.* 2011). Le stazioni da 6 a 30 nM permettono di caratterizzare i parametri idrobiologici delle acque del largo, caratterizzate da una marcata oligotrofia.

Risultati

L'analisi dei dati oceanografici storici, che ricade quindi nel campo delle indagini climatologiche, è utile per investigare le possibili anomalie nelle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche e per poter fare delle valutazioni sulle tendenze evolutive dell'ecosistema marino nell'intero bacino adriatico.

Lungo il transetto si osserva il passaggio dell'acqua densa che si forma nel Nord Adriatico nei mesi invernali (NAdDW-Nord Adriatic Dense Water). La presenza della NAdDW, legata al raffreddamento superficiale del nord Adriatico in inverno a causa della bora, è stata osservata in modo evidente lungo il transetto negli anni 1999, 2000, 2002, 2004, 2012 e 2017 con valori di densità sul fondo superiori a 29.2 kg m⁻³. Questo raffreddamento causa un forte aumento di densità che provoca l'affondamento della massa d'acqua che poi scorre sul fondo del lato occidentale del Mar Adriatico intercettando il transetto

SS. La Fig. 9 illustra l'evoluzione temporale dei valori di densità rilevati sul fondo delle sette stazioni monitorate durante gli anni 1998-2017.

Sul lato occidentale del transetto è ben visibile anche il segnale di acqua dolce (Campanelli *et al.* 2011) proveniente dai fiumi dell'Italia settentrionale, il fiume Po in particolare, che si amplifica negli anni in cui

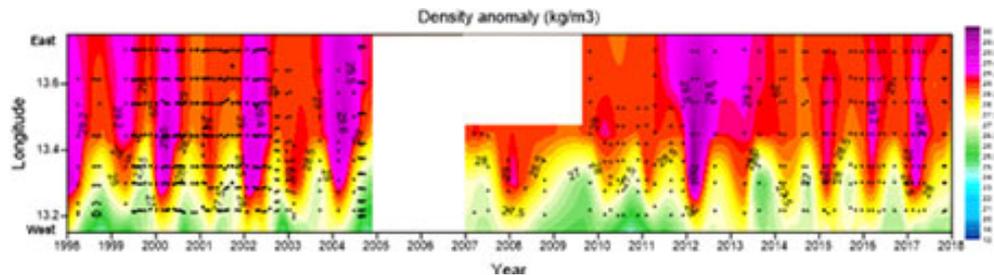


Fig. 9 - Transetto Senigallia-Susak: evoluzione pluriennale dei valori di densità ($kg\ m^{-3}$; strato di fondo) nelle prime sette stazioni

si verificano portate eccezionali come a ottobre-novembre del 2000.

I dati registrati in continuo nella meda teleSenigallia ci aiutano a integrare ed interpretare i dati puntuali raccolti

lungo il transetto. La Fig. 10 mostra ad esempio l'andamento temporale della temperatura alla profondità di 5m registrata negli anni 2013-2017. Si può evidenziare un andamento piuttosto regolare negli anni con un valore minimo registrato nell'inverno 2016 e un valore massimo registrato nell'estate 2017.

L'analisi di serie storiche di fitoplancton e dei parametri chimici, fisici e meteorologici nella stazione costiera occidentale ha messo in evidenza alcuni eventi significativi: nel periodo 1988-2002 caratterizzato da lunghi periodi di alta pressione a inizio inverno (Totti *et al.* 2002), il ciclo annuale medio del fitoplancton era caratterizzato da una intensa fioritura a diatomee a inizio inverno (gennaio) che rappresentava l'evento più significativo dell'anno, cui seguivano una fioritura primaverile e una autunnale

le cui intensità erano fortemente influenzate dal regime delle piogge; il periodo estivo era caratterizzato dalla comparsa di estesi aggregati mucilluginosi in tutto in nord Adriatico e la comunità fitoplanctonica presentava i valori minimi: le dinoflagellate raggiungevano il loro massimo annuale, ma la comunità era dominata da fitoflagellate e diatomee

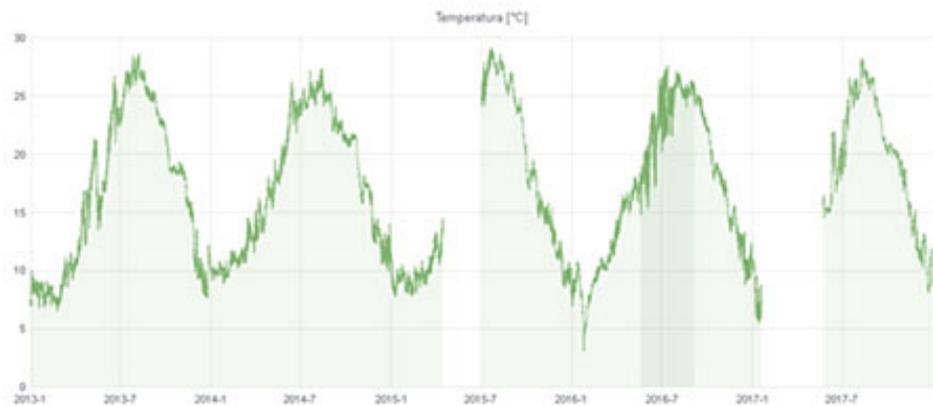


Fig. 10 - Andamento temporale della temperatura ($^{\circ}C$) dell'acqua a circa 5 m dalla superficie registrata nella meda meteo-marina teleSenigallia

che erano presenti con specie di grossa taglia tipiche degli aggregati mucilluginosi (Totti *et al.* 2005). Nel periodo 2002-2007 a causa di una prolungata siccità il regime delle portate del Po è drasticamente diminuito riflettendosi in un forte calo delle biomasse fitoplanctoniche. Nell'ultima decade importanti cambiamenti si sono verificati nella struttura di comunità e nel ciclo stagionale del fitoplancton, come conseguenza dell'aumento di eventi meteorologici eccezionali. Le concentrazioni di nutrienti inorganici e le abbondanze fitoplanctoniche sono aumentate significativamente rispetto al periodo 1988-2002 e il ciclo annuale del fitoplancton ha mostrato che fioriture improvvise ed eccezionali si verificavano nel corso dell'anno con irregolarità, come conseguenza degli eventi meteorologici intensi (Totti *et al.* 2019). Mentre l'abbondanza delle diatomee aumentava in modo significativo nell'ultima decade, quella dei coccolitofori diminuiva, in particolare nel periodo invernale. L'analisi dei taxa indicatori delle diverse stagioni ha messo in evidenza profonde modificazioni nelle specie più significative di ciascuna stagione.

Prospettive future

Si intende continuare il campionamento e le analisi dei parametri fisico chimici e biologici introducendo l'analisi del fosforo organico e del fosforo totale utile per comprendere la dinamica del fitoplancton in condizioni di forte limitazione da P inorganico. Per quanto riguarda le comunità fitoplanctoniche, all'analisi tradizionale con il metodo di microscopia si sono affiancate metodologie molecolari volte a risolvere l'identificazione di specie criptiche di grande interesse ecologico quali ad esempio quelle del genere *Pseudo-nitzschia*.

I dati ottenuti e le osservazioni effettuate hanno contribuito e contribuiscono a numerosi progetti e reti sia nazionali che internazionali:

- RITMARE – IFON (Rete Italiana di siti fissi per l'osservazione del mare, Ravaioli *et al.* 2016);
- JERICO (Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatory – Novel European eXpertise for coastal observatories, <http://www.jerico-ri.eu/>);
- SeaDataNet – Pan-European infrastructure for ocean & marine data management (<https://www.seadatanet.org/>);
- EMODNet Chemistry (European Marine Observation and Data Network for Chemistry, <http://www.emodnet-chemistry.eu/>);
- RMM – CNR-ISMAR (Rete Meteo Marina CNR-ISMAR, Menegon *et al.* 2016)
- GNOO (Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa).

Le principali collaborazioni comprendono: UNIVPM-DISVA (Università Politecnica delle Marche – Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente), ISMAR-CNR – Sedi di Venezia, Trieste, Bologna (Istituto di Scienze Marine – Consiglio Nazionale delle Ricerche), IRBIM-CNR – Sede Lesina (Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine – Consiglio Nazionale delle Ricerche), Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Consorzio Proambiente S.c.r.l. (Bologna).

Abstract

The Senigallia-Susak (SS) transect is located in the lower part of the northern Adriatic sub-basin. The CNR-IRBIM (ex ISMAR) of Ancona and the DiSVA (Università Politecnica delle Marche) have collected since the end of years '80s physical, chemical and biological data along the transect. The SS transect is an excellent observing site to analyse the characteristics of water masses entering and leaving the North Adriatic Sea and their possible modifications. Physical parameters, nutrient concentration and phytoplankton abundance and biomass were collected monthly from 1988 to 2002 and bimonthly thereafter until today. The teleSenigallia pylon is equipped with a meteorological station and several oceanographic sensors at water depth of 5m, and is located at the western station of the SS transect in a key area to observe near-coastal processes (upwelling, stratifications, biological productivity) and the water masses transiting from or towards the northern Adriatic.

Bibliografia citata nel testo

- Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Bergami C., Boldrin A., De Lazzari A., Finotto S., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Sarretta A., Socal G. and Pugnetti A. (2019). LTER Northern Adriatic Sea (Italy) marine data from 1965 to 2015 [Data set], Zenodo, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3266246>.
- Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Boldrin A., Bergami C., Cassin D., De Lazzeri A., Finotto S., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Sarretta A., Socal G. and Pugnetti A. (2020). A long term (1965-2015) ecological marine database from the LTER-Italy site Northern Adriatic Sea: plankton and oceanographic observations, *Earth System Science Data*, 12(1), 215-230. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-12-215-2020>.
- Armeli Minicante S., Bastianini M., Sassetto G., Cataletto B., Del Negro P. (2018). Terramare – Il racconto del cambiamento tra terra, mare e laguna. In: Bergami C., L'Astorina A., Pugnetti A. (a cura di) (2018). *I Cammini della Rete LTER-Italia. Il racconto dell'ecologia in cammino*. Roma: CNR Edizioni. ISBN: (online) 978888080304-1, ISBN: (cartaceo) 978888080312-6. DOI: 10.32018/978888080304-1.
- Bastianini M., Riminucci F., Capondi L., Barra E., Pasqual S., Casotti R., Trano A.C., Van Dijk M., Mauro C., Fabbro C. (2017a). Rapporto sulle attività oceanografiche, biologiche, geologiche e di manutenzione della stazione medea S1-GB svolte durante la campagna oceanografica LTER-ANOC16 (26-30 aprile 2016) con N/O Dallaporta nel Mare Adriatico settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR, N° 145, pp. 1-27, DOI: 10.13140/RG.2.2.22197.68326.
- Bastianini M., Riminucci F., Pansera M., Coluccelli A., Casotti R., Dal Passo E., Datto L., Van Dijk M., Russo E., Titocci J., Pazzaglia J., Virgili S. (2017b). Rapporto sulle attività biologiche, oceanografiche, geologiche e di manutenzione della stazione Boa E1 svolte durante la campagna INTERNOS17 (14-21 marzo 2017) con N/O Minerva Uno nel Mare Adriatico centro-settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR N° 146, 2017, pp. 1-37. DOI: 10.13140/RG.2.2.24714.26569.
- Benedetti-Cecchi L., Crowe T., Boehme L., Boero F., Christensen A., Grémare A., Hernandez F., Kromkamp J.C., Nogueira García E., Petihakis G., Robidart J., Sousa Pinto I. & Zingone A. (2018). Strengthening Europe's Capability in Biological Ocean Observations. Muñiz Piniella, Á., Kellett, P., Larkin, K., Heymans, J.J. Eds. *Future Science Brief 3 of the European Marine Board*, Ostend, Belgium. 76 pp. ISBN: 9789492043559, ISSN: 2593-5232.
- Bergami C., L'Astorina A., Pugnetti A. (a cura di) (2018). *I Cammini della Rete LTER-Italia. Il racconto dell'ecologia in cammino*. Roma: CNR Edizioni. ISBN: (online) 978888080304-1, ISBN: (cartaceo) 978888080312-6. DOI: 10.32018/978888080304-1.
- Bernardi Aubry F., Cossarini G., Acri F., Bastianini M., Bianchi F., Camatti E., De Lazzari A., Pugnetti A., Solidoro C., Socal G. (2012). Plankton communities in the northern Adriatic Sea: Patterns and changes over the last 30 years. *Estuar Coast Shelf Sci* 115:125-137.
- Böhm E., Riminucci F., Bortoluzzi G., Colella S., Acri F., Santoleri R., Ravaioli M. (2015). Operational use of continuous surface fluorescence measurements off shore Rimini to validate satellite-derived chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9 (S1), 167-175. DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117763.
- Boldrin A., Carniel S., Giani M., Marini M., Bernardi Aubry F., Campanelli A., Grilli F., Russo A. (2009). Effects of bora wind on physical and biogeochemical properties of stratified waters in the northern Adriatic. *Journal of Geophysical Research*, VOL. 114, C08S92. DOI: 10.1029/2008JC004837.
- Bortoluzzi G., Frascari F., Giordano P., Ravaioli M., Stanghellini G., Coluccelli A., Biasini G. and Giordano A. (2006). The S1 Buoy station, Po River Delta: data handling and presentation. *Acta Adriatica*, 47(Suppl):113-131.
- Braga F., Zaggia L., Bellafiore D., Bresciani M., Giardino C., Lorenzetti G., Maicu F., Manzo C., Riminucci F., Ravaioli M., Brando V.E. (2017). Mapping turbidity patterns in the Po river prodelta

- using multi temporal Landsat 8 imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.11.003>.
- Campanelli A., Grilli F., Paschini E., Marini M. (2011). The influence of an exceptional Po River flood on the physical and chemical oceanographic properties of the Adriatic Sea. *Dynamics of Atmosphere and Oceans*, 52: 284-297.
- Catalano G., Azzaro M., Bastianini M., Bellucci L.G., Bernardi Aubry F., Bianchi F., Burca M., Cantoni C., Caruso G., Casotti R., Cozzi S., Del Negro P., Fonda Umani S., Giani M., Giuliani S., Kovacevic V., La Ferla R., Langone L., Luchetta A., Monticelli L.S., Piacentino S., Pugnetti A., Ravaioli M., Socal G., Spagnoli F., Ursella L. (2014). The carbon budget in the northern adriatic sea, a winter case study. *J Geophys Res G Biogeosciences* 119:1399-1417.
- Davolio S., Stocchi P., Benetazzo A., Böhm E., Riminucci F., Ravaioli M., Li X.-M., Carniel S. (2015). Exceptional Bora outbreak in winter 2012: Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, pp. 1-20, DOI: information: 10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002.
- Degobbis D., Gilmartin M. (1990). Nitrogen, phosphorus and biogenic silicon budgets for the Northern Adriatic Sea. *Oceanologica Acta*, 13: 31-45.
- Giani M., Djakovac T., Degobbis D., Cozzi S., Solidoro C. and Fonda Umani S. (2012). Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 115, 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.08.023>.
- Grilli F., Paschini E., Precali R., Russo A., Supic N. (2005). Circulation and horizontal fluxes in the northern Adriatic Sea in the period June 1999-July 2002 Part I: Geostrophic circulation and current measurement. *Science of the Total Environment*, 353: 115-25.
- Guarnieri A., Pinardi N., Oddo P., Bortoluzzi G. and Ravaioli M. (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea, *J. Geophys. Res. Oceans*, 118, 166-183. DOI: 10.1029/2012JC007921.
- Marini M., Fornasiero P. & Artegiani A. (2002). Variations of hydrochemical features in the coastal waters of Monte Conero: 1982-1990. *Mar. Ecol.*, 23(1): 258-271.
- Marini M., Jones B.H., Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. (2008). Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *Journal of Geophysical Research*, 113, C05S90. DOI: 10.1029/2007JC004370.
- Marini M., Grilli F., Guarnieri A., Jones B. H., Klajic Z., Pinardi N., Sanxhaku M. (2010). Is the southeastern Adriatic Sea coastal strip an eutrophic area? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2010, Vol. 88, Issue 3, 395-406. DOI: 10.1016/j.ecss.2010.04.020.
- Menegon S., Penna P., Bastianini M., Stanghellini G., Riminucci F., Minuzzo T., Sarretta A. (2016). CNR-ISMAR in situ observations network: new approaches for an interactive, high performance, interoperable system, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Vol. 57(Supplement), (2016), 104-105, ISSN: 0006-6729.
- Minelli A., Oggioni A., Pugnetti A., Sarretta A., Bastianini M., Bergami C., Bernardi Aubry F., Camatti E., Scovacricchi T., Socal G. (2018). The project EcoNAOS: vision and practice towards an open approach in the Northern Adriatic Sea ecological observatory. *Research Ideas and Outcomes* 4: e24224. <https://doi.org/10.3897/rio.4.e24224>.
- Morabito G., Mazzocchi M.G., Salmaso N., Zingone A., Bergami C., Flaim G., Accoroni S., Basset A., Bastianini M., Belmonte G., Bernardi Aubry F., Bertani I., Bresciani M., Buzzi F., Cabrini M., Camatti E., Caroppo C., Cataletto B., Castellano M., Del Negro P., de Olazabal A., Di Capua I., Elia A.C., Fornasaro D., Giallain M., Grilli F., Leoni B., Lipizer M., Longobardi L., Ludovisi A., Lugliè A., Manca M., Margiotta F., Mariani M.A., Marini M., Marzocchi M., Obertegger U., Oggioni A., Padedda B.M., Pansera M., Piscia R., Povero P., Pulina S., Romagnoli T., Rosati I., Rossetti G., Rubino F., Sarno D., Satta C.T., Sechi N., Stanca E., Tirelli V., Totti C., Pugnetti A. (2018). Plankton dynamics across the

freshwater, transitional and marine research sites of the LTER-Italy Network. Patterns, fluctuations, drivers. *Science of the Total Environment*, 627: 373-387.

- Mozetic P., Solidoro C., Cossarini G., Socal G., Precali R., Francé J., Bianchi F., De Vittor C., Smoldaka N. and Umami S.F. (2010). Recent trends towards oligotrophication of the northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series, *Estuaries and Coasts*, 33, 362-375, <https://doi.org/10.1007/s12237-009-9191-7>.
- Oggioni A., Tagliolato P., Fugazza C., Pepe M., Menegon S., Pavesi F., Carrara P. (2017). Interoperability in Marine Sensor Networks through SWE Services: The RITMARE Experience. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0700-0.ch009>.
- Poulain P.M., Raicich F. (2001). Forcings. In: Cushman-Roisin B., Gačić M., Poulain P.M., Artegiani A. (eds) *Physical Oceanography of the Adriatic Sea*. Springer, Dordrecht DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-015-9819-4_2.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., Di Sarra A., Aracri S., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D'Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miserochi S., Paschini E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9 (S1), 201-214. DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806.
- Russo A., Coluccelli A., Iermano I., Falcieri F., Ravaioli M., Bortoluzzi G., Focaccia P., Stanghellini G., Ferrari C.R., Chiggiato J., Deserti M. (2009). An operational system for forecasting hypoxic events in the northern Adriatic Sea. *Geofizika*. 26(2):191-212.
- Socal G., Aciri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bianchi F., Cassin D., Coppola J., De Lazzari A., Bandelj V., Cossarini G. & Solidoro C. (2008). Hydrological and Biogeochemical Features of the Northern Adriatic Sea in the Period 2003-2006. *Marine Ecology* 29:449-68.
- Solidoro S., Bastianini M., Bandelj V., Codermatz R., Cossarini G., Melaku Canu D., Ravagnan E., Salon S. & Trevisani S. (2009). Current State, Scales of Variability and Decadal Trends of Biogeochemical Properties in the Northern Adriatic Sea. *Journal of Geophysical Research* 114.
- Totti C., Marzocchi M., Cucchiari E.M., Romagnoli T., Barletta D., Artegiani A., Solazzi A. (2002). The winter diatom bloom of the northern Adriatic Sea: long-term recurrence (1979-2001) and possible relationships with climate, in: 2nd National Conference SINAPSI, Climate Variability and Effects on the Mediterranean Marine Ecosystems. Portonovo (Ancona) 13-15 May 2002.
- Totti C., Cangini M., Ferrari C., Kraus R., Pompei M., Pugnetti A., Romagnoli T., Vanucci S., Socal G. (2005). Phytoplankton size-distribution and community structure in relation to mucilage occurrence in the northern Adriatic Sea. *Science of the Total Environment*, 353: 204-217.
- Totti C., Romagnoli T., Accoroni S., Coluccelli A., Pellegrini M., Campanelli A., Grilli F., Marini M. (2019). Phytoplankton communities of the northern Adriatic Sea: interdecadal variability over a 30 years period (1988-2016) and possible relationships with meteorological drivers. *Journal of Marine Systems*, 193, 137-153. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2019.01.007>.

Prodotti del macrosito. Ultimi 10 anni

Bibliografia Golfo di Venezia

Lavori ISI

- Appiotti F., Krželj M., Russo A., Ferretti M., Bastianini M., Marincioni F. (2014). A multidisciplinary study on the effects of climate change in the northern Adriatic Sea and the Marche region (central Italy). *Reg Environ Chang* 14:2007-2024.

-
- Armeli Minicante S., Piredda R., Quero G.M., Finotto S., Bernardi Aubry F., Bastianini M., Pugnetti A., Zingone A. (2019). Habitat heterogeneity and connectivity: effects on the planktonic protist community structure at two adjacent coastal sites (the Lagoon and the Gulf of Venice, Northern Adriatic Sea, Italy) revealed by metabarcoding. *Front. Microbiol.* 10:2736. doi: 10.3389/fmicb.2019.02736.
- Bastianini M., Cavaleri L., La Rocca T. (2012). An extreme meteorological event at the ISMAR oceanographic tower. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 12:281-285.
- Bastianini M., Totti C., Penna A., De Lazzari A., Montresor M. (2016). Dinoflagellate cyst production in the north-western Adriatic Sea. *Mediterr Mar Sci* 17.
- Bearzi G., Azzellino A., Politi E., Costa M. & Bastianini M. (2008). Influence of Seasonal Forcing on Habitat Use by Bottlenose Dolphins *Tursiops Truncatus* in the Northern Adriatic Sea. *Ocean Science Journal* 43:175-82.
- Bernardi Aubry F., Berton A., Bastianini M., Bertaggia R., Baroni A. and Socal G. (2000). Dinophysis seasonal dynamics in the coastal waters of the NW Adriatic Sea (1990-1996). *Botanica Marina*, 43: 423-430.
- Bernardi Aubry F., Berton A., Bastianini M., Socal G. and Acri F. (2004). Phytoplankton succession in a coastal area of the NW Adriatic over a 10-year sampling period (1990-1999). *Cont. Shelf Res.*, 24: 97-115.
- Bernardi Aubry F., Acri F., Bastianini M., Bianchi F., Cassin D., Pugnetti A. & Socal G. (2006). Seasonal and Interannual Variations of Phytoplankton in the Gulf of Venice (Northern Adriatic Sea). *Chemistry and Ecology* 22:71-91.
- Bernardi Aubry F., Cossarini G., Acri F., Bastianini M., Bianchi F., Camatti E., De Lazzari A., Pugnetti A., Solidoro C., Socal G. (2012). Plankton communities in the northern Adriatic Sea: Patterns and changes over the last 30 years. *Estuar Coast Shelf Sci* 115:125-137.
- Bernardi Aubry F., Falcieri F.M., Chiggiato J., Boldrin A., Luna G.M., Finotto S., Camatti E., Acri F., Sclavo M., Carniel S., Bongiorno L. (2018). Massive shelf dense water flow influences plankton community structure and particle transport over long distance. *Sci Rep*:1-13.
- Boldrin A., Carniel S., Giani M., Marini M., Bernardi Aubry F., Campanelli A., Grilli F., Russo A. (2009). Effects of bora wind on physical and biogeochemical properties of stratified waters in the northern Adriatic. *Journal of Geophysical Research*, VOL. 114, C08S92. DOI: 10.1029/2008JC004837.
- Camatti E., Comaschi A., de Olazabal A., Fonda Umani S. (2008). Annual dynamics of the mesozoo plankton communities in a highly variable eco system (North Adriatic Sea, Italy). *Mar Ecol*, 29: 387-398.
- Catalano G., Azzaro M., Bastianini M., Bellucci L.G., Aubry F.B., Bianchi F., Burca M., Cantoni C., Caruso G., Casotti R., Cozzi S., Negro P.D., Umani S.F., Giani M., Giuliani S., Kovacevic V., La Ferla R., Langone L., Luchetta A., Monticelli L.S., Piacentino S., Pugnetti A., Ravaioli M., Socal G., Spagnoli F., Ursella L. (2014). The carbon budget in the northern adriatic sea, a winter case study. *J Geophys Res G Biogeosciences* 119:1399-1417.
- Celussi M., Paoli A., Bernardi Aubry F., Bastianini M., Del Negro P. (2008). Diel microbial variations at a coastal Northern Adriatic station affected by Po River outflows. *Estuar Coast Shelf Sci* 76:36-44.
- Celussi M., Fabbro C., Bastianini M., Urbani R., Del Negro P. (2015). Polysaccharide degradation and utilisation during a spring phytoplankton bloom in the northwestern Adriatic Sea. *Hydrobiologia* 757:209-222.
- Del Negro P., M. Celussi E. Crevatin A. Paoli F. Bernardi Aubry F. & Pugnetti A. (2008). Spatial and Temporal Prokaryotic Variability in the Northern Adriatic Sea. *Marine Ecology* 29:375-86.
- Depellegrin D., Bastianini M. Fadini A., Menegon S. (2020). The effects of COVID-19 induced lockdown measures on maritime settings of a coastal region *Science of the Total Environment*, 740, 140123. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140123.

- Djakovac T., Supi N., Bernardi Aubry F., Degobbi D., Giani M. (2014). Mechanisms of hypoxia frequency changes in the northern Adriatic Sea during the period 1972 – 2012. *J Mar Syst*:1-11.
- Fedele F., Gallego G., Yezzi A., Benetazzo A., Cavaleri L., Sclavo M., Bastianini M. (2011). Euler characteristics of oceanic sea states. *Math Comput Simul*.
- Ianora A., Bastianini M., Carotenuto Y., Casotti R., Roncalli V., Miralto A., Romano G., Gerech A., Fontana A., Turner J.T. (2015). Non-volatile oxylipins can render some diatom blooms more toxic for copepod reproduction. *Harmful Algae* 44:1-7.
- Lauritano C., Romano G., Roncalli V., Amoresano A., Fontanarosa C., Bastianini M., Braga F., Carotenuto Y., Ianora A. (2016). New oxylipins produced at the end of a diatom bloom and their effects on copepod reproductive success and gene expression levels. *Harmful Algae* 55.
- Magaletti E., Garaventa F., David M., Castriota L., Kraus R., Luna G.M., Silvestri C., Forte C., Bastianini M., Falautano M., Maggio T., Rak G., Gollasch S. (2018). Developing and testing an Early Warning System for Non Indigenous Species and Ballast Water Management. *J Sea Res* 133:100-111.
- Marini S., Corgnati L., Mantovani C., Bastianini M., Ottaviani E., Fanelli E., Aguzzi J., Griffa A., Poulain P.-M. (2018). Automated estimate of fish abundance through the autonomous imaging device GUARD1. *Meas J Int Meas Confed* 126:72-75.
- Minelli A., Sarretta A., Oggioni A., Bergami C., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E. and Pugnetti, A. (2021). Opening Marine Long-Term Ecological Science: Lesson Learned From the LTER-Italy Site Northern Adriatic Sea. *Front. Mar. Sci.* 8:659522. doi: 10.3389/fmars.2021.659522.
- Morabito G., Mazzocchi M.G., Salmaso N., Zingone A., Bergami C., Flaim G., Accoroni S., Basset A., Bastianini M., Belmonte G., Bernardi Aubry F., Bertani I., Bresciani M., Buzzi F., Cabrini M., Camatti E., Caroppo C., Cataletto B., Castellano M., Del Negro P., de Olazabal A., Di Capua I., Elia A.C., Fornasaro D., Giallain M., Grilli F., Leoni B., Lipizer M., Longobardi L., Ludovisi A., Lugliè A., Manca M., Margiotta F., Mariani M.A., Marini M., Marzocchi M., Obertegger U., Oggioni A., Padedda B.M., Pansera M., Piscia R., Povero P., Pulina S., Romagnoli T., Rosati I., Rossetti G., Rubino F., Sarno D., Satta C.T., Sechi N., Stanca E., Tirelli V., Totti C., Pugnetti A. (2018). Plankton dynamics across the freshwater, transitional and marine research sites of the LTER-Italy Network. Patterns, fluctuations, drivers. *Sci Total Environ* 627:373-387.
- Mozetič P., Solidoro C., Cossarini G., Socal G., Precali R., Francé J., Bianchi F., Smodlaka N., De Vittor C., Fonda Umani S. (2009). Recent trends towards oligotrophication of the northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series. *Estuar Coast.* 33, 362-375.
- Mozetič P., Cangini M., Francé J., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bužančić M., Cabrini M., Cerino F., Čalić M., D'Adamo R., Drakulović D., Finotto S., Fornasaro D., Grilli F., Kraus R., Kužat N., Marić Pfannkuchen D., Ninčević Gladan Ž., Pompei M., Rotter A., Servadei I., Skejić S. (2017). Phytoplankton diversity in Adriatic ports: Lessons from the port baseline survey for the management of harmful algal species. *Mar Pollut Bull*.
- Norici A., Bazzoni A.M., Pugnetti A., Raven J.A. & Giordano M. (2011). Impact of Irradiance on the C Allocation in the Coastal Marine Diatom *Skeletonema Marinoides* Sarno and Zingone. *Plant, Cell & Environment* 34:1666-77.
- Oggioni A., Tagliolato P., Fugazza C., Pepe M., Menegon S., Pavesi F., Carrara P. (2017). Interoperability in Marine Sensor Networks through SWE Services: The RITMARE Experience, <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0700-0.ch009>.
- Penna A., Casabianca S., Perini F., Bastianini M., Riccardi E., Pigozzi S., Scardi M. (2012). Toxic *Pseudo-nitzschia* spp. in the northwestern Adriatic Sea: characterization of species composition by genetic and molecular quantitative analyses. *J Plankton Res* 0:1-15.
- Piazzola J., Mihalopoulos N., Canepa E., Tedeschi G., Prati P., Zampas P., Bastianini M., Missamou T., Cavaleri L. (2016). Characterization of aerosols above the Northern Adriatic Sea: Case studies of offshore and onshore wind conditions. *Atmos Environ* 132:153-162.

- Pugnetti A., Acri F., Alberighi L., Barletta D., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Berton A., Bianchi F., Socal G., Totti C. (2004). Phytoplankton Photosynthetic activity and growth rates: observations in the NW Adriatic Sea. *Chemistry and Ecology*, 20 (6): 399-409.
- Pugnetti A., Bazzoni A., Beran A., Bernardi Aubry F., Camatti E., Celussi M., Coppola J., Crevatin E., Del Negro P., Paoli A. (2008). Changes in biomass structure and trophic status of the plankton communities in a highly dynamic ecosystem (Gulf of Venice, Northern Adriatic Sea). *Mar Ecol* 29:367-374.
- Pugnetti A., Armeni M., Camatti E., Crevatin E., Dell'Anno A., Del Negro P., Milandri A., Socal G., Fonda Umani S. and Danovaro R. (2005). Unbalance between phytoplankton production and bacterial carbon demand in relation with mucilage formation in the Northern Adriatic Sea. *Sci. Total Environ*, 353 162-77.
- Pugnetti A., Camatti E., Mangoni O., Morabito G., Oggioni G. & Saggiomo V. (2006). Phytoplankton Production in Italian Freshwater and Marine Ecosystems: State of the Art and Perspectives. *Chemistry and Ecology* 22:s49-s69.
- Pugnetti A., Bazzoni A., Beran A., Bernardi Aubry F., Camatti E., Celussi M., Coppola J., Crevatin E., Del Negro P., Paoli A. (2008). Changes in biomass structure and trophic status of the plankton communities in a highly dynamic ecosystem (Gulf of Venice, Northern Adriatic Sea), *Marine Ecology* 29: 367-374.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., Di Sarra A., Aracri S., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D'Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miseroocchi S., Paschini E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2016). The RITMARE Italian Fixed-Point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *J Oper Oceanogr* 9:s202–s214
- Ribalet F., Bastianini M., Vidoudez C., Acri F., Berges J., Ianora A., Miralto A., Pohnert G., Romano G., Wichard T. others (2014). Phytoplankton cell lysis associated with polyunsaturated aldehyde release in the Northern Adriatic Sea. *PLoS One* 9:e85947.
- Russo A., Rabitti S., Bastianini M. (2002). Decadal climatic anomalies in the Northern Adriatic Sea inferred from a new oceanographic data set. *P.S.Z.N.: Mar. Ecol.*, 23 Suppl. 1: 340-351.
- Quero G.M., Perini L., Pesole G., Manzari C., Lionetti C., Bastianini M., Marini M., Luna G.M. (2017). Seasonal rather than spatial variability drives planktonic and benthic bacterial diversity in a microtidal lagoon and the adjacent open sea. *Mol Ecol* 26:5961-5973
- Socal G., Pugnetti A., Alberighi L. (2002). Observations on phytoplankton productivity in relation to hydrography in NW Adriatic. *Chemistry and Ecology*, 18: 61-73.
- Socal G., Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bianchi F., Cassin D., Coppola J., De Lazzari A., Bandelj V., Cossarini G. & Solidoro C. (2008). Hydrological and Biogeochemical Features of the Northern Adriatic Sea in the Period 2003-2006. *Marine Ecology* 29:449-68.
- Socal G., Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bianchi F., Camatti E., Conversi A., De Lazzari A., Pugnetti A. (2011). The Study and the Impact of Plankton communities Over the Northern Adriatic pelagic Ecosystem. In: Brugnoli *et al.* (Eds) *Marine Research at CNR*: 141-152.
- Solidoro C., Bandelj V., Barbieri P., Cossarini G., Fonda Umani S. (2007). Understanding dynamic of biogeochemical properties in the northern Adriatic Sea by using self-organizing maps and k-means clustering. *J Geophys Res*, 112, 1-12.
- Solidoro S., Bastianini M., Bandelj V., Codermatz R., Cossarini G., Melaku Canu D., Ravagnan E., Salon S., & Trevisani S. (2009). Current State, Scales of Variability and Decadal Trends of Biogeochemical Properties in the Northern Adriatic Sea. *Journal of Geophysical Research* 114.
- Totti C., Cangini M., Ferrari C., Kraus R., Milic D., Pompei M., Pugnetti A., Romagnoli T., Vannucci S. and Socal G. (2005). Phytoplankton size-distribution and community structure in relation to mucilage occurrence in the northern Adriatic Sea. *Sci Total Environ* 353:204-217

Trincardi F., Barbanti A., Bastianini M., Benetazzo A., Cavaleri L., Chiggiato J., Papa A., Pomaro A., Sclavo M., Tosi L., Umgiesser G. (2016). The 1966 flooding of Venice: What time taught us for the future. *Oceanography* 29.

Vidoudez C., Casotti R., Bastianini M., Pohnert G. (2011). Quantification of dissolved and particulate polyunsaturated aldehydes in the Adriatic sea. *Mar Drugs* 9:500-513.

Zilioli M., Bergami C., Carrara P., Fugazza C., Oggioni A., Pugnetti A., Tagliolato P. (2021) Enabling the reuse of long-term marine biological observations in Essential Variables frameworks through a practical approach. *Front. Mar. Sci.* 8:645997. DOI: 10.3389/fmars.2021.645997.

Lavori non ISI

Minelli A., Oggioni A., Pugnetti A., Sarretta A., Bastianini M., Bergami C., Bernardi Aubry F., Camatti E., Scovacricchi T., Socal G. (2018). The project EcoNAOS: vision and practice towards an open approach in the Northern Adriatic Sea ecological observatory. *Research Ideas and Outcomes* 4: e24224. <https://doi.org/10.3897/rio.4.e24224>.

Capitoli di libro

Armeli Minicante S., Bastianini M., Sassetto G., Cataletto B., Del Negro P. (2018). Terramare – Il racconto del cambiamento tra terra, mare e laguna. In: C. Bergami, A. L'Astorina, A. Pugnetti (a cura di). (2018). *I Cammini della Rete LTER-Italia. Il racconto dell'ecologia in cammino*. Roma: CNR Edizioni. ISBN: (online) 978888080304-1, ISBN: (cartaceo) 978888080312-6. DOI: 10.32018/978888080304-1.

Bergami C., L'Astorina A., Pugnetti A. (a cura di) (2018). *I Cammini della Rete LTER-Italia. Il racconto dell'ecologia in cammino*. Roma: CNR Edizioni. ISBN: (online) 978888080304-1, ISBN: (cartaceo) 978888080312-6, DOI: 10.32018/978888080304-1.

Pugnetti A., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Conversi A., Socal G., Ravaioli M. (2011). Long Term Ecological Research (LTER) in the marine coastal environment: basic concepts and keystones from the plankton communities. In: Brugnoli *et al.* (Eds) *Marine Research at CNR*: 903-914.

Bibliografia Golfo di Trieste

Lavori ISI

Baldrighi E., Dovgal I., Zeppilli D., Abibulaeva A., Michelet C., Michaud E., Franzo A., Grassi E., Cesaroni L., Guidi L., Balsamo M., Sandulli R., Semprucci F., 2020. The Cost for Biodiversity: Records of Ciliate-Nematode Epibiosis with the Description of Three New Suctorian Species. *Diversity* 2020, 12, 224; doi:10.3390/d12060224.

Cabrini M., Fornasaro D., Cossarini G., Lipizer M., Virgilio D. (2012). Phytoplankton temporal changes in a coastal Northern Adriatic site during the last 25 years. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 113-124, 10.1016/j.ecss.2012.07.007.

Camatti E., Comaschi A., de Olazabal A., Fonda Umani S. (2008). Spatial variability of mesozooplankton communities in the northern Adriatic Sea. *Marine Ecology* 29 (3): 387-398.

Celussi M., Cataletto B. (2007). Annual dynamics of bacterioplankton assemblages in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Gene* 406: 113-123.

Celussi M., Del Negro P. (2012). Microbial degradation at a shallow coastal site: Long-term spectra and rates of exoenzymatic activities in the NE Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75-86, DOI: 10.1016/j.ecss.2012.02.002.

Cerino F., Fornasaro D., Kralj M., Cabrini M. (2019). Seasonal and interannual variability of phytoplankton at a coastal station in the northern Adriatic Sea (Mediterranean Sea). *Nature Conservation*, 34: 343-372.

-
- Cerino F., Malinverno E., Fornasaro D., Kralj M., Cabrini M. (2017). Coccolithophore diversity and dynamics at a coastal site in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 196: 331-345.
- Cibic T., Acquavita A., Aleffi F., Bettoso N., Blasutto O., De Vittor C., Falconi C., Falomo J., Faresi L., Predonzani S., Tamberlich F., Fonda Umani S. (2008). Integrated approach to sediment pollution in the Gulf of Trieste. *Marine Pollution Bulletin* 56: 1650-1667.
- Cibic T., Blasutto O., Burba N., Fonda Umani S. (2008). Microphytobenthic primary production as ¹⁴C uptake in sublittoral sediments of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea): methodological aspects and data analyses. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 75: 50-62.
- Cibic T., Blasutto O., Falconi C., Fonda Umani S. (2007). Microphytobenthic biomass, species composition and nutrient availability in sublittoral sediments of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 75: 50-62.
- Cibic T., Blasutto O., Fonda Umani S. (2007). Biodiversity of settled material in a sediment trap in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Hydrobiologia* 580: 57-75.
- Cibic T., Cerino F., Karuza A., Fornasaro D., Comici C., Cabrini M. (2018). Structural and functional response of phytoplankton to reduced river inputs and anomalous physical-chemical conditions in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Science of The Total Environment* 636, 838-853.
- Cibic T., Comici C., Bussani A., Del Negro P. (2012). Benthic diatom response to changing environmental conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 158-169. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.03.033.
- Cibic T., Comici C., Falconi C., Fornasaro D., Karuza A., Lipizer M. (2018). Phytoplankton community and physical-chemical data measured in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea) over the period March 2006-February 2007. *Data in Brief* 19: 586-593, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.05.054>.
- Cibic T., Virgilio D. (2010). Different fixative and HCl concentrations in microphytobenthic primary production estimates using radiolabeled carbon. Their use and misuse. *Limnol Oceanogr-Meth* 8:453-461.
- Conversi A., Fonda Umani S., Peluso T., Molinero J.C., Santojanni A., Edwards M. (2010). The Mediterranean Sea Regime Shift at the End of the 1980s, and Intriguing Parallelisms with Other European Basins. *PLoS ONE* 5(5): e10633. DOI: 10.1371/journal.pone.0010633.
- Conversi A., Peluso T., Fonda Umani S. (2009). The Gulf of Trieste: a changing ecosystem. *J Geophys Res, Oceans* 114 C03S90. DOI: 10.1029/2008JC004763.
- Corriero G., Pierri C., Accoroni S., Alabiso G., Bavestrello G., Barbone E., Bastianini M., Bazzoni A.M., Bernardi Aubry F., Boero F., Buia M.C., Cabrini M., Camatti E., Cardone F., Cataletto B., Cattaneo Vietti R., Cecere E., Cibic T., Colangelo P., De Olazabal A., D'Onghia G., Finotto S., Fiore N., Fornasaro D., Frascchetti S., Gambi M.C., Giangrande A., Gravili C., Guglielmo R., Longo C., Lorenti M., Lugliè A., Maiorano P., Mazzocchi M.G., Mercurio M., Mastrototaro F., Mistri M., Monti M., Munari C., Musco L., Nonnis-Marzano C., Padedda B.M., Patti F.P., Petrocelli A., Piraino S., Portacci G., Pugnetti A., Pulina S., Romagnoli T., Rosati I., Sarno D., Satta C.T., Sechi N., Schiapparelli S., Scipione B., Sion L., Terlizzi A., Tirelli V., Totti C., Tursi A., Ungaro N., Zingone A., Zupo V., Basset A. (2016). Ecosystem vulnerability to alien and invasive species: a case study on marine habitats along the Italian coast. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 26: 392-409.
- Cossarini G., Solidoro C. (2008). Global sensitivity analysis of a trophodynamic model of the Gulf of Trieste. *Ecological Modelling*, 212 (1-2). DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2007.10.009.
- Cossarini G., Solidoro C., Umani S.F. (2012). Dynamics of biogeochemical properties in temperate coastal areas of freshwater influence: Lessons from the Northern Adriatic Sea (Gulf of Trieste), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 63-74. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.02.006.
- Cozzi S., Cabrini M., Kralj M., De Vittor C., Celio M., Giani M. (2020). Climatic and Anthropogenic Impacts on Environmental Conditions and Phytoplankton Community in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Water* 2020, 12, 2652; doi:10.3390/w12092652.

- De Pooter D., Appeltans W., Bailly N., Bristol S., Deneudt K., Eliezer M, Fujioka E., Giorgetti A., Goldstein P., Lewis M., Lipizer M., Mackay K., Marin M., Moncoiffé G., Nikolopoulou S., Provoost P., Rauch S., Roubicek A., Torres C., van de Putte A., Vandepitte L., Vanhoorne B., Vinci M., Wambiji N., Watts D., Salas E.K., Hernandez F. (2017). Toward a new data standard for combined marine biological and environmental datasets – expanding OBIS beyond species occurrences. *Biodiversity Data Journal* 5, 1-37, e10989, <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e10989>.
- De Vittor C., Larato C., Fonda Umani S. (2009). The application of a plug-flow reactor to measure the biodegradable dissolved organic carbon (BDOC) in seawater. *Bioresource Technology* 100: 5721-5728.
- De Vittor C., Paoli A., Fonda Umani S. (2008). Carbon variabilità in a shallow coastal marine system (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 78 (2): 280-290.
- Fabbro C., Cataletto B., Del Negro P. (2010). Detection of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* through biochemical and molecular-based methodologies in coastal waters of the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *FEMS Microbiology Letters* 307: 158-164.
- Fonda Umani S., Del Negro P., Larato C., De Vittor C., Cabrini M., Celio M., Falconi C., Tamberlich F., Azam F. (2007). Major interannual variations in microbial dynamics in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) and their ecosystems implications. *Aquatic Microbial Ecology* 46: 163-175.
- Fonda Umani S., Malfatti F., Del Negro P., (2012). Carbon fluxes in the pelagic ecosystem of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 170-185, DOI: 10.1016/j.ecss.2012.04.006.
- Franzo A., Celussi M., Bazzaro M., Relitti F., Del Negro P. (2019). Microbial re-working of sedimentary organic matter at a shallow LTER site of the northern Adriatic Sea: a 8-year case study. *Nature Conservation*, 34: 397-415.
- Franzo A., Cibic T., Del Negro P. (2016). Integrated approach for the assessment of the benthic ecosystem functioning at a coastal site in the northern Adriatic Sea. *Continental Shelf Research*, 121: 35-47 <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2015.12.005>.
- Franzo A., Guilini K., Cibic T., Del Negro P. (2018). Interactions between free-living nematodes and benthic diatoms: insights from the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Mediterranean Marine Science*, <http://dx.doi.org/10.12681/mms.15549>.
- Giani M., Djakovac T., Degobbis D., Cozzi S., Solidoro C., Fonda Umani S. (2012). Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1-13, DOI: 10.1016/j.ecss.2012.08.023.
- Inghrosso G., Giani M., Comici C., Kralj M., Piacentino S., De Vittor C., Del Negro P. (2016). Drivers of the carbonate system seasonal variations in a Mediterranean gulf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 168: 58-70. DOI: 10.1016/j.ecss.2015.11.001.
- Kamburska L., Fonda Umani S. (2009). Seasonal and inter-annual variability of mesozooplankton biomass in the Northern Adriatic Sea (Gulf of Trieste). *J Mar Syst* 78: 490-504, DOI: 10.1016/j.jmarsys.2008.12.
- Karuza A., Del Negro P., Crevatin E., Fonda Umani S. (2010). Viral production in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): preliminary results using different methodological approaches. *J Exp Mar Biol Ecol* 383:96-104.
- Karuza A., Fonda Umani S., Del Negro P. (2012). The (un)coupling between viruses and prokaryotes in the Gulf of Trieste. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87-97, <doi.org/10.1016/j.ecss.2012.03.030>.
- Kopf A., Bicak M., Kottmann R., Schnetzer J., Kostadinov I., Lehmann K., Fernandez-Guerra A., Jeanthon C., Rahav E., Ullrich M., Wichels A., Gerdts G., Polymenakou P., Kotoulas G., Siam R., Abdallah R.Z., Sonnenschein E.C., Cariou T., O’Gara F., Jackson S., Orlic S., Steinke M., Busch J., Duarte B., Caçador I., Canning-Clode J., Bobrova O., Marteinson V., Reynisson E., Loureiro E.M., Luna G.M., Quero G.M., Löscher C.R., Kremp A., Delorenzo M.E., Øvreås L., Tolman J., LaRoche J., Penna A., Frischer M., Davis T., Katherine B., Meyer C.P., Ramos S., Magalhães C., Jude-Lemelleur F., Aguirre-Macedo M.L., Wang S., Poulton N., Jones S., Collin R., Fuhrman J.A., Conan P., Alonso

- C., Stambler N., Goodwin K., Yakimov M.M., Baltar F., Bodrossy L., Van De Kamp J., Frampton D.M., Ostrowski M., Van Ruth P., Malthouse P., Claus S., Deneudt K., Mortelmans J., Pitois S., Wallom D., Salter I., Costa R., Schroeder D.C., Kandil M.M., Amaral V., Biancalana F., Santana R., Pedrotti M.L., Yoshida T., Ogata H., Ingleton T., Munnik K., Rodriguez-Ezpeleta N., Berteaux-Lecellier V., Wecker P., Cancio I., Vaultot D., Bienhold C., Ghazal H., Chaouni B., Essayeh S., Ettamimi S., Zaid El H., Boukhatem N., Bouali A., Chahboune R., Barrijal S., Timinouni M., El Otmani F., Bennani M., Mea M., Todorova N., Karamfilov V., Ten Hoopen P., Cochrane G., L'Haridon S., Bizsel K.C., Vezzi A., Lauro F.M., Martin P., Jensen R.M., Hinks J., Gebbels S., Rosselli R., De Pascale F., Schiavon R., dos Santos A., Villar E., Pesant S., Cataletto B., Malfatti F., Edirisinghe R., Silveira J.A., Barbier M., Turk V., Tinta T., Fuller W.J., Salihoglu I., Serakinci N., Ergoren M.C., Bresnan E., Iriberrri J., Nyhus P.A., Bente E., Karlsen H.E., Golyshin P.N., Gasol J.M., Moncheva S., Dzhembekova N., Johnson Z., Sinigalliano C.D., Gidley M.L., Zingone A., Danovaro R., Tsiamis G., Clark M.S., Costa A.C., El Bour M., Martins A.M., Collins R.E., Ducluzeau A.L., Martinez J., Costello M.J., Amaral-Zettler L.A., Gilbert J.A., Davies N., Field D., Glöckner F.O. (2015). *GigaScience* 4(1): 27.
- Larato C., Celussi M., Virgilio D., Karuza A., Falconi C., De Vittor C., Del Negro P., Fonda Umani S. (2010). Production and utilization of organic matter in different P-availability conditions: A mesocosm experiment in the Northern Adriatic Sea. *J Exp Mar Biol Ecol* 391: 131-142.
- Libralato S., Coli M., Tempesta M., Santojanni A., Spoto M., Palomera I., Arneri E., Solidoro C. (2010). Food-web traits of protected and exploited areas of the Adriatic Sea. *Biol Conserv* 143: 218-194.
- Lipizer M., Cossarini G., Falconi C., Solidoro C., Fonda Umani S. (2011). Impact of different forcing factors on N:P balance in a semi-enclosed bay: the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *Cont Shelf Res*, 31 (16), 1651-1662.
- Lipizer M., De Vittor C., Falconi C., Comici C., Tamberlich F., Giani M. (2012). Effects of intense physical and biological forcing factors on CNP pools in coastal waters (Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea). (2012), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40-50. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.03.024.
- Malej A., Tirelli V., Lučić D., Paliaga P., Vodopivec M., Goruppi A., Ancona S., Benzi M., Bettoso N., Camatti E., Ercolessi M., Ferrari C. R., Shiganova T. (2017). *Mnemiopsis leidyi* in the northern Adriatic: here to stay? *Journal of Sea Research*, 124: 10-16.
- Malone, T.C., Malej, A. and Faganeli, J. (Eds) 2021. *Coastal Ecosystems in Transition: A Comparative Analysis of the Northern Adriatic and Chesapeake Bay*, Geophysical Monograph 256. John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781119543626.ch4.
- Manna V., De Vittor C., Giani M., Del Negro P., Celussi M. (2021). Long-term patterns and drivers of microbial organic matter utilization in the northernmost basin of the Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 164 105245.
- Monti M., Minocci M., Milani L., Fonda Umani S. (2012). Seasonal and interannual dynamics of microzooplankton abundances in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea, Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 149-157. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.03.032.
- Monti-Birkenmeier M., Diociaiuti T., Fonda Umani S. (2019). Long-term changes in abundance and diversity of tintinnids in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea, Italy). *Nature Conservation*, 34: 373-395.
- Morabito G., Mazzocchi M.G., Salmaso N., Zingone A., Bergami C., Flaim G., Accoroni S., Basset A., Bastianini M., Belmonte G., Bernardi Aubry F., Bertani I., Bresciani M., Buzzi F., Cabrini M., Camatti E., Caroppo C., Cataletto B., Castellano M., Del Negro P., de Olazabal A., Di Capua I., Elia A.C., Fornasaro D., Giallain M., Grilli F., Leoni B., Lipizer M., Longobardi L., Ludovisi A., Lugliè A., Manca M., Margiotta F., Mariani M.A., Marini M., Marzocchi M., Obertegger U., Oggioni A., Padedda B.M., Pansera M., Piscia R., Povero P., Pulina S., Romagnoli T., Rosati I., Rossetti G., Rubino F., Sarno D., Satta C.T., Sechi N., Stanca E., Tirelli V., Totti C., Pugnetti A. (2018). plankton dynamics across the freshwater, transitional and marine research sites of the LTER-Italy Network. Patterns, fluctuations, drivers. *Science of the Total Environment*, 627: 373-387.

- Mozetič P., Solidoro C., Cossarini G., Socal G., Precali R., Francé J., Bianchi F., Smodlaka N., De Vittor C., Fonda Umani S. (2009). Recent trends towards oligotrophication of the northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series. *Estuaries and Coasts*. DOI: 10.1007/s12237-009-9191-7.
- Paoli A., Celussi M., Del Negro P., Fonda Umani S., Talarico L. (2008). Ecological advantages from light adaptation and heterotrophic-like behavior in *Synechococcus* harvested from the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *FEMS Microbiol Ecol* 64 (2): 219-229.
- Piontkovski S.A., Fonda Umani S., Stefanova K., Kamburska L., de Olazabal A. (2011). An impact of atmospheric anomalies on zooplankton communities in the Northern Adriatic and Black Seas. *Int J Oceans Oceanogr*. ISSN 0973-2667 Vol. 5(1): 53-71.
- Piontkovski S.A., Fonda-Umani S., De Olazabal A., Gubanova A.D. (2012). *Penilia avirostris*: Regional and Global Patterns of Seasonal Cycles. *Int J Oceans Oceanogr.*, 6 (1), 9-25.
- Querin S., Crise A., Deponte D., Solidoro C. (2007). Numerical study of the role of wind forcing and freshwater buoyancy input on the circulation in a shallow embayment (Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea). *J Geophys Res*, 112 (C3), 1-19.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., Di Sarra A., Aracri S., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D'Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miserochi S., Paschini E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9 (S1), 201-214. DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806.
- Rogelja M., Cibic T., Rubino F., Belmonte M., Del Negro P. (2018). Active and resting microbenthos in differently contaminated marine coastal areas: insights from the Gulf of Trieste (northern Adriatic, Mediterranean Sea). *Hydrobiologia* 806 (1): 283-301.
- Solidoro C., Bandelj V., Barbieri P., Cossarini G., Fonda Umani S. (2007). Understanding of dynamic of biogeochemical properties in the northern Adriatic Sea by using self-organizing maps and k-means clustering. *J Geophys Res*, 112: 1-12.
- Suarez-Morales E., Goruppi A., de Olazabal A., Tirelli V. (2017). Monstrilloids (Crustacea. Copepoda) from the Mediterranean Sea (Northern Adriatic Sea), with a description of six species. *Journal of Natural History*, 51: 31-32, 1795-1834, DOI: 10.1080/00222933.2017.1359698.
- Turk Dermastia T., Cerino F., Stankovic D., Francé J., Ramšak A., Tušek Žnidarič M., Beran A., Natali V., Cabrini M., Mozetič P. (2020). Ecological time series and integrative taxonomy unveil seasonality and diversity of the toxic diatom *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo in the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae*, 93 101773.

Lavori non ISI

- Cabrini M. (2010). Phytoplankton and Microphytobenthos. *Biol. Mar. Medit.* 17 (Suppl. 1): 685 e 698-753.
- Cabrini M., de Olazabal A., Fornasaro D., Lipizer M., Minocci M., Monti M., Tirelli V. (2012). Calcifying planktonic organisms in the LTER-Gulf of Trieste site (North Adriatic). *Biol. Mar. Medit.*, 19: 228-229.
- Cerino F., Virgilio D., Cabrini M. (2008). Dinoflagellate cysts in recent sediments at a coastal station in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Biol Mar Medit* 15 (1): 378-379.
- Cibic T., Facca C. (2010). Microphytobenthos. In: Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte II. *Biol Mar Medit* 17 (suppl. 1): 754-800.
- Guardiani B., Bussani A., Cabrini M. (2008). Analisi dei rapporti autotrofi/eterotrofi nel nanoplancton del Golfo di Trieste. *Biol Mar Medit* 15(1): 388-389.

-
- Lipizer M., Gerin R., Spoto M., Mosetti R. (2007). Optical properties and light penetration in the waters of the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *Boll Geofis Teor Appl.* 48(1): 65-78.
- Partescano E., Brosich A., Giorgetti A., Lipizer M., Cardin V. (2016). (Near) real-time data publication for coastal and deep-sea observing system using OGC Sensor Web Enablement (SWE) standards (2016) *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 57, n.Suppl. 1, pp. 34-36. ISSN: 0006-6729.

Libri o capitoli di libri

- Armeli Minicante S., Bastianini M., Sassetto G., Cataletto B., Del Negro P. (2018). Terramare – Il racconto del cambiamento tra terra, mare e laguna. In: C. Bergami, A. L'Astorina, A. Pugnetti (a cura di). (2018). *I Cammini della Rete LTER-Italia. Il racconto dell'ecologia in cammino*. Roma: CNR Edizioni. ISBN: (online) 978888080304-1, ISBN: (cartaceo) 978888080312-6. DOI: 10.32018/978888080304-1.
- Bastianini M., Ravaioli M., Cataletto B., Marini M., Raicich F. (2012). Alto Adriatico. In: *La rete italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER-Italia)*. Aracne Editrice: 177-188.
- Bergami C., L'Astorina A., Pugnetti A. (a cura di) (2018). *I Cammini della Rete LTER-Italia. Il racconto dell'ecologia in cammino*. Roma: CNR Edizioni. ISBN (online) 978888080304-1, ISBN (cartaceo) 978888080312-6, DOI: 10.32018/978888080304-1.
- Cibic T., Blasutto O. (2011). Living marine benthic diatoms as indicators of nutrient enrichment: a case study in the Gulf of Trieste. In: J.C. Compton (Ed), *Diatoms: Classification, Ecology and Life Cycle*, Nova Science Publishers, Inc. ISBN 978-1-61761-979-3, pp. 169-184.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Miserocchi M., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., di Sarra A.G., Sarretta A., Schroeder K., Stanghellini G., Vetrano A. (2017). *La rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare – IFON*. A cura di: Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F. Roma, CNR Pubblicazioni 2017. pp. 50, ISBN: 978-88-80802-44-0 (online).

Report

- Bode A., Bange H.W., Boersma M., Bresnan E., Cook K., Goffart A., Isensee K. *et al.* (2017). North Atlantic Ocean. In *What are Marine Ecological Time Series telling us about the ocean? A status report*, pp. 5582. Ed. by O'Brien T.D., Lorenzoni L., Isensee K. and Valdés L.. IOC-UNESCO, IOC Technical Series, No. 129, pp. 297.
- Piontkovski S.A., Fonda Umani S., Olita A., de Olazabal A., Stemmann L., Rubio C.G., Gasparini S., Mazzocchi M.G., Siokou-Frangou I., Zervoudaki S., Gubanova A., Altukhov D. (2010). The 2003 heat wave and marine plankton communities. *ICES Cooperative Research Report No. 300*: 57-60.
- Tirelli V., de Olazabal A., Fonda Umani S. (2013). Gulf of Trieste (Site 60) in *ICES Zooplankton Status Report 2010/2011*, ICES Cooperative Research report No.318, pp. 174-177, O'Brien T.D., Wiebe P.H. and Falkenhaus T. (Eds).

Bibliografia Delta Po e Costa Romagnola

Lavori ISI

- Barra E., Riminucci F., Dinelli E., Albertazzi S., Giordano P., Ravaioli M., Capotondi L. (2020). Natural Versus Anthropic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. *Applied Science*, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595.
- Böhm E., Riminucci F., Bortoluzzi G., Colella S., Aciri F., Santoleri R., Ravaioli M. (2015). Operational use of continuous surface fluorescence measurements off shore Rimini to validate satellite-derived

-
- chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9 (S1), 167-175, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117763.
- Bortoluzzi G., Frascari F., Giordano P., Ravaioli M., Stanghellini G., Coluccelli A., Biasini G. and Giordano A. (2006). The S1 Buoy station, Po River Delta: data handling and presentation. *Acta Adriatica*, 47(Suppl):113-131.
- Braga F., Zaggia L., Bellafiore D., Bresciani M., Giardino C., Lorenzetti G., Maicu F., Manzo C., Riminucci F., Ravioli M., Brando V.E. (2016). Mapping turbidity patterns in the Po river prodelta using multi-temporal Landsat 8 imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 198, pp. 555-567. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.11.003>.
- Capotondi L., Bergami C., Orsini G., Ravaioli M., Colantoni P., Galeotti S. (2015). Benthic foraminifera for environmental monitoring: a case study in the central Adriatic continental shelf. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 6034-6049, DOI: 10.1007/s11356-014-3778-7. 0944-1344. IF 2.741.
- Capotondi L., Mancin N., Cesari V., Dinelli E., Ravaioli M., Riminucci F. (2019). Recent agglutinated foraminifera from the North Adriatic Sea: What the agglutinated tests can tell. *marine Micropaleontology*, 147, pp. 25-42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2019.01.006>.
- Catalano G., Azzaro M., Bastianini M., Bellucci L. Aubry F.B., Bianchi F., Burca M., Cantoni C., Caruso G., Casotti R., Cozzi S., Del Negro P., Fonda Umani S., Giani M., Giuliani S., Kovacevic V., La Ferla R., Langone L., Luchetta A., Monticelli L.S., Piacentino S., Pugnetti A., Ravaioli M., Socal G., Spagnoli F. (2014). The carbon budget in the northern Adriatic Sea, a winter case study, Ursella, L, *Journal Of Geophysical Research-Biogeosciences*, 119 (7):1399-1417.
- Davolio S., Stocchi P., Benetazzo A., Böhm E., Riminucci F., Ravaioli M., Li X.-M., Carniel S. (2015). Exceptional Bora outbreak in winter 2012: Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, pp. 1-20. DOI information: 10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002.
- Grati F., Fabi G., Scarcella G., Guicciardi S., Penna P., Scanu M., Leoni S., Riminucci F., Frittelloni C., Gagliardini L., Bolognini L. (2018). Artificial spawning substrates and participatory research to foster cuttlefish stock recovery: A pilot study in the Adriatic Sea. *PLoS ONE* 13(10):e0205877. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205877>.
- Guarnieri, A., N. Pinardi, P. Oddo, G. Bortoluzzi, and M. Ravaioli (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea, *J. Geophys. Res. Oceans*, 118, 166-183, DOI: 10.1029/2012JC007921.
- Menegon S., Penna P., Bastianini M., Stanghellini G., Riminucci F., Minuzzo T., Sarretta A. (2016). CNR-ISMAR in situ observations network: new approaches for an interactive, high performance, interoperable system, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Vol. 57(Supplement), (2016), 104-105. ISSN: 0006-6729.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., di Sarra A., Aracri S., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D'Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miserochi S., Paschini E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2016). The RITMARE Italian Fixed-Point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9, 202-214. DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806 May 2016.
- Russo A., Coluccelli A., Iermano I., Falcieri F., Ravaioli M., Bortoluzzi G., Focaccia P., Stanghellini G., Ferrari C.R., Chiggiato J., Deserti M. (2009). An operational system for forecasting hypoxic events in the northern Adriatic Sea. *Geofizika*. 26(2):191-212.

Lavori NON ISI

- Bastianini M., Bernardi Aubry F., Aciri F., Bortoluzzi G., Camatti E., Campanelli A., Cantoni C., Cataletto B., Finotto S., Focaccia P., Lipizer M., Marini M., Pugnetti A., Raicich F., Ravaioli M., Riminucci F., Romagnoli T., Russo N., Totti C. (2013). La rete di stazioni adriatiche: un sistema osservativo al servizio della ricerca ecologica a lungo termine (LTER). AIOL – XXI Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia: Limnologia e Oceanografia nel Terzo Millennio: nuove frontiere o assenza di frontiere? (Lignano Sabbiadoro (UD), 23-26 settembre 2013). Abstract, pp. 67. Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, 2013.
- Claudia B., Coluccelli A., Valentini A., Benetazzo A., Bonaldo D., Bortoluzzi G., Carniel S., Falcieri F., Paccagnella T., Ravaioli M., Riminucci F., Sclavo M., Russo A. (2014). Performance analysis of coupled and uncoupled hydrodynamic and wave models in the northern Adriatic Sea. Geophysical Research. Abstracts. Vol. 16, EGU2014-14411-1, 2014, Vienna, EGU General Assembly 2014.
- Coluccelli A., Riminucci F., Stanghellini G., Capotondi L., Bergami C., Giordano P., Russo A., Ravaioli M. (2018). Simulazione del funzionamento dell'ecosistema marino Adriatico attraverso un sistema operativo di previsione a breve termine. Abstract in: Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018, pp. 214.
- Davolio S., Stocchi P., Carniel S., Benetazzo A., Böhm E., Ravaioli M., Riminucci F. and Li X.-M (2014). High-resolution simulation of an intense cold Bora outbreak: Importance of SST initialization. EMS Annual Meeting Abstracts Vol. 11, EMS2014-555-2, 2014, 14th EMS / 10th ECAC.
- Grilli F., Bernardi Aubry F., Bastianini M., Bergami C., Cabrini M., Camatti E., Campanelli A., Cataletto B., Cozzi S., Del Negro P., Giani M., Guicciardi S., Marini M., Penna A., Penna P., Pugnetti A., Ravaioli M., Riminucci F., Rinaldi A., Ricci F., Totti C., Viaroli P. (2018). Seasonal and interannual trends of trophic status in northern Adriatic Sea in relation to nutrient loadings. Abstract in: 49° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina, Cesenatico (FC), 4-8 giugno 2018, pp. 41-42.
- Oggioni A., Bertani I., Tortora C., Adamescu M., Campanaro A., Colangelo P., Coci M., Bernardi Aubry F., Bastianini M., Bertoni R., Bravo M.A., Cabrini M., Camatti E., Cataletto B., Cazacu C., Cindolo C., Díaz-Delgado R., Focaccia P., Georgieva Y., Grandin U., Hiebaum G., Karamfilov V., Lipizer M., Lugliè A., Margiotta F., Morabito G., Padedda B.M., Palffy K., Palomäki A., Pettersson K., Pugnetti A., Ravaioli M., Riminucci F., Rogora M., Rönnback P., Rossetti G., Tolonen K., Vörös L., Yang Y., Zingone A. (2013). Analysis phenological trends based on the aquatic environments of the European Long Term Ecosystem Network (LTER). AIOL – XXI Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia: Limnologia e Oceanografia nel Terzo Millennio: nuove frontiere o assenza di frontiere? (Lignano Sabbiadoro (UD), 23-26 settembre 2013). Abstract, pp. 69-70. Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, 2013.
- Penna P., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Brunetti F., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Di Sarra A., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Miseroocchi S., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Sarretta A., Schroeder K., Scirocco T., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Ravaioli M. (2018). A contribute to mediterranean marine enviromental monitoring: the italian fixed-point observatory network (IFON). Abstract in: Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018, pp. 179.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Brunetti F., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Di Sarra A.G., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Miseroocchi S., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Sarretta A., Schroeder K., Scirocco T., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A. (2018). The Italian Fixed-point Observatory Network for marine environmental monitoring-IFON State of the art and upgrades during the Italian flagship project RITMARE (2012-2016). Abstract in: Proceeding of IMEKO TC19 Workshop on Metrology for the

Sea (MetroSea 2017) – Naples, Italy 11-13 October 2017. Curran Associates Inc., ISBN: 978-1-5108-5211-2, pp. 22-27, 2017.

Riminucci F., Davolio S., Coluccelli A., Ferrarin C., Ravaioli M., Carrara G., Marucci F., Stanghellini G., Landi T.C., Malguzzi P., Bonasoni P. (2018). INFORMARE: an integrated information system for weather-marine observations and forecasts for the Emilia-Romagna. Abstract in: Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018, pp. 100.

Libri o Capitoli di libro

Ravaioli M., Bortoluzzi G., Focaccia P., Stanghellini G., Russo A., Riminucci F., Giordano P. (2012). Delta del Po e costa romagnola. In: *La rete italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER-Italia). Situazione e prospettive dopo un quinquennio di attività (2006-2011)*. Aracne ed. pp. 182-183. Roberto Bertoni (ed.), via Raffaele garofalo 133/A-B 00173 – Roma: Aracne, 2012.

Ravaioli M., Mazzocchi M.G., Pugnetti A., Bergami C., Capotondi L., Mangia C., Stanisci I.A., Cesarini C. (2015). Il contributo delle donne alla ricerca ecologica a lungo termine: l'esempio della rete LTER-Italia". In *Scienza, genere e società. Prospettive di genere in una società che si evolve*. A cura di Sveva Avveduto, Maria Luigia Paciello, Tatiana Arrigoni, Cristina Mangia, Lucia Martinelli (2015). Roma: CNR-IRPPS e-Publishing., pp. 91-103. DOI: 10.14600/978-88-98822-08-9-13 ISBN: 978-88-98822-08-9 (online) 2015.

Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Miserocchi M., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., di Sarra, A.G. Sarretta A., Schroeder K., Stanghellini G., Vetrano A. (2017). La rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare – IFON. A cura di: Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F. Roma, CNR Pubblicazioni 2017. pp. 50, ISBN: 978-88-80802-44-0. Online http://www.ismar.cnr.it/file/divulgazione/libri/Ravaioli_et_al_IFON_CNR.pdf.

Proceedings – Comunicazioni orali – Poster

Bastianini M., Aciri F., Albertazzi S., Bergami C., Bernardi Aubry F., Camatti E., Capotondi L., Cataletto B., Coluccelli A., Del Negro P., Giordano P., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Penna P., Ravaioli M., Riminucci F., Sarretta A., Stanghellini G., Totti C., Socal G., Pugnetti A. (2017). The northern Adriatic sea: a long term ecological site and an ecological observatory – structure and perspectives. IMEKO International Conference on Metrology for The Sea Naples, Italy, October 11-13. Comunicazione orale.

Bracaglia M., Brando V.E., Volpe G., Colella S., Dionisi D., Falcini F., Bohm E., Riminucci F., Ravaioli M., Braga F., Santoleri R. (2018). Using overlapping VIIRS scenes to observe short term variations in dissolved and particulate matter in the North Adriatic Sea. MED 2018 conference, 11-12 December 2018, ESA-ESRIN Frascati (Rome), Italy. Poster.

Braga F., Brando V.E., Giardino C., Bresciani M., Bellafiore D., Maicu F., Riminucci F., Lorenzetti G., Ravaioli M., Zaggia L. (2015). Mapping total suspended sediments in the Po River prodelta with multi-temporal Landsat-8 OLI data. ECSA 55 – 55th Conference of Estuarine Coastal Sciences Association, London, Wednesday, 9th of September 2015, Poster session 3.

Campanaro A., Colangelo P., Acosta A.T.R., Boggero A., Carranza M.L., Cindolo C., Cocciufa C., Cutini M., Cecere E., Focaccia P., Lami A., Lugliè A., Malvasi M., Manca M., Mason F., Matteucci G., Morabito G., Musazzi S., Oggioni A., Petrocelli A., Pompei E., Pugnetti A., Ravaioli M., Riminucci F., Rossetti G., Sani D., Sarno D., Santoro R., Satta C.T., Tartari G.A., Zingone A. (2011). Lter-Italy network: examples and opportunities for biogeographic research. XXXVIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Biogeografia. (Rome 15-17 December 2011). Poster.

-
- Coluccelli A., Riminucci F., Stanghellini G., Capotondi L., Bergami C., Giordano P., Russo A., Ravaioli M. (2018). Simulazione del funzionamento dell'ecosistema marino Adriatico attraverso un sistema operativo di previsione a breve termine. Abstract in: Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018. Poster.
- Coluccelli A., Riminucci F., Stanghellini G., Russo A., Capotondi L., Bergami C., Ravaioli M. (2018). Previsione operativa a breve termine per la biogeochimica del Mar Adriatico settentrionale. XII Assemblea Nazionale Rete LTER-Italia, Convegno scientifico "La Rete LTER – Italia verso una infrastruttura aperta e sostenibile", 29 Maggio 2018, Bolzano. Comunicazione Orale.
- Grilli F., Bernardi Aubry F., Bastainini M., Bergami C., Cabrini M., Camatti E., Campanelli A., Cataletto B., Cozzi S., Del Negro P., Giani M., Guicciardi S., Marini M., Penna A., Penna P., Pugnetti A., Ravaioli M., Rinaldi A., Ricci F., Totti C., Viaroli P. (2018). Seasonal and interannual trends of trophic status in northern Adriatic Sea in relation to nutrient loadings. 49° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina, Cesenatico (FC), 4-8 giugno 2018. Poster.
- Manzo C., Braga F., Zaggia L., Brando V., Giardino C., Bresciani M., Bellafiore D., Riminucci F., Ravaioli M. (2016). Multi-temporal analysis of suspended sediments in the Po River prodelta by means of Landsat-8 OLI data. Prague, Conference: ESA Living Planet Symposium 2016, DOI: 10.13140/RG.2.2.30763.44324. Poster.
- Marucci F., Carrara G., Riminucci F., Nuccetelli M., Bonasoni P. (2019). Il Progetto INFORMARE: un esempio di applicazione per la gestione di dati geografici meteorologici e marini in ambito Open Source. Convegno Foss4g-it 2019, Padova, 20-24 Febbraio 2019. Poster – sezione POSITIONING.
- Penna P., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Brunetti F., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Di Sarra A.G., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Miserochi S., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Sarretta A., Schroeder K., Scirocco T., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Ravaioli M. (2018). A contribute to mediterranean marine enviromental monitoring: the italian fixed-point observatory network (IFON). Abstract in: Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018. Poster.
- Penna P., Menegon S., Bastianini M., Cantoni C., Colucci R.R., Marconi M., Riminucci F., Sarretta A., Stanghellini G. (2017). The new CNR-ISMAR Adriatic in-situ Meteo Marine NETWORK. EUROCEAN – Conference on Ocean Observation Systems, Island of Capri, Italy, 24 October 2017. Poster / Comunicazione orale.
- Pugnetti A., Aciri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Bergami C., Camatti E., Cataletto B., Del Negro P., Finotto S., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Pansera M., Ravaioli M., Riminucci F. (2017). The northern Adriatic Sea: a long term ecological research site (LTER-Italy), structure and perspectives. EUROCEAN – Conference on Ocean Observation Systems, Island of Capri, Italy, 24 October 2017. Poster / Comunicazione orale.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Miserochi S., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., di Sarra A.G., Sarretta A., Schroeder K., Stanghellini G., Vetrano A. (2017). The RITMARE Italian Fixed-Point Observatory Network (IFON). EUROCEAN – Conference on Ocean Observation Systems, Island of Capri, Italy, 24 October 2017. Poster / Comunicazione orale.
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., Di Sarra A., Aracri A., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D'Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miserochi S., Paschini E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2015). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON)

for marine environmental monitoring: a case study. *La geologia marina in Italia – Primo convegno dei geologi marini italiani*, 18-19 febbraio 2016, CNR, Roma. Poster.

- Ravaoli M., Bortoluzzi G., Riminucci F., Miserocchi S. (2012). E1 and S1 meteo-oceanographic buoys (North Adriatic Sea) – Technical details, data, open problems and “Best practices”. JERICO Project, Best Practice Workshop, 4-5 October 2012, Heraklion, Creta. Comunicazione orale.
- Ravaoli M., Bortoluzzi G., Riminucci F., Russo A., Focaccia P. (2012). Segnali dell'evento di febbraio 2012 nelle Boe S1 ed E1 (Area Emilia Romagna). Workshop sul raffreddamento delle acque nel nord Adriatico del febbraio 2012, 20 Aprile 2012, OGS, Trieste. Comunicazione orale.
- Ravaoli M., Riminucci F., Capotondi L., Bergami C., Albertazzi S., Giordano P., Stanghellini G., Tarozzi L., Coluccelli A., Russo A. (2016). Indagini e tecnologie nel sito LTER Delta del Po e costa Romagnola, nell'ambito dell'osservatorio Ecologico Alto Adriatico. Convegno nazionale LTER -10 anni ... e li dimostra: Risultati e prospettive della Rete LTER-Italia, Mantova, 16 Novembre 2016. Poster.
- Ravaoli M., Russo A., Bortoluzzi G., Coluccelli A., Falcieri F., Focaccia P., Riminucci F., Stanghellini G. (2009). Misure pluriennali in continuo da due boe meteo-oceanografiche al largo della costa romagnola. XIX Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, Venezia, 22-25 Settembre 2009. Comunicazione orale.
- Riminucci F., Böhm E., Bortoluzzi G., Santoleri R., Colella S., Ravaoli M., Acri F. (2013). Estimating chlorophyll from continuous fluorescence measurements offshore Rimini (E1 buoy, Emilia-Romagna coast) to validate satellite remotely-sensed observations. III convegno del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa – GNOO, Oristano, 3-5 giugno 2013. Comunicazione orale.
- Riminucci F., Davolio S., Coluccelli A., Ferrarin C., Ravaoli M., Carrara G., Marucci F., Stanghellini G., Landi T.C., Malguzzi P., Bonasoni P. (2018). INFORMARE: an integrated information system for weather-marine observations and forecasts for the Emilia-Romagna. Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018. Comunicazione Orale.
- Riminucci F., Ravaoli M., Bortoluzzi G., Bergami C. (2015). E1 and S1 coastal observatories in the JERICO Project (Northern Adriatic sea, Italy). JERICO Project, Final meeting, 27-30 April 2015, Infremer Brittany Center, Brest, France. Poster.

Rapporti Tecnici e deliverable di progetto

- Bastianini M., Ravaoli M., Bernardy Aubry F., Braga F., Camatti E., Finotto S., Socal G., Chiarini F., Dal Passo E., Del Bianco F., Focaccia P., Giglio F., Lipparini E., Riminucci F., Caccamo G., Campanelli A., Frapiccini E., Del Negro P., Fabbro C., Ianora A., Lauritano C., Roncalli V., Colluccelli A., Carone E., Santangeli S., Miccoli A. (2011). Report on the oceanographical, bio-geochemical, geophysical and geological activities during Cruise ENVADRI2011 with R/V Urania: Adriatic Sea (2011-04-07-2011-04-20). Projects ENVEUROPE and LTER. CNR – ISMAR Bologna Cruise Report, http://ricerca.ismar.cnr.it/CRUISE_REPORTS/SRC/ISMAR-VE/2011/ENVADRI2011/ENVADRI2011_ENG_REP/.
- Bastianini M., Riminucci F., Bernardi Aubry F., Casotti R., Coluccelli A., Trano A.C., Epinoux A., Donnarumma V. (2019). Rapporto sulle attività biologiche, oceanografiche, geologiche svolte durante la campagna INTERNOS19 (20-28 Febbraio 2019) con N/O Dallaporta nel mare Adriatico centro-settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR N° 2, 2019, pp. 1-35. <http://www.ismar.cnr.it/file/prodotti/rapporti-tecnici/REPORT%20INTERNOS2019.pdf>.
- Bastianini M., Riminucci F., Capondi L., Barra E., Pasqual S., Casotti R., Trano A.C., Van Dijk M., Mauro C., Fabbro C. (2017). Rapporto sulle attività oceanografiche, biologiche, geologiche e di manutenzione della stazione meda S1-GB svolte durante la campagna oceanografica LTER-ANOC16 (26-30 aprile 2016) con N/O Dallaporta nel Mare Adriatico settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR, N° 145, pp. 1-27, DOI: 10.13140/RG.2.2.22197.68326.
- Bastianini M., Riminucci F., Pansera M., Coluccelli A., Casotti R., Dal Passo E., Datto L., Van Dijk M., Russo E., Titocci J., Pazzaglia J., Virgili S. (2017). Rapporto sulle attività biologiche, oceanografiche,

geologiche e di manutenzione della stazione Boa E1 svolte durante la campagna INTERNOS17 (14-21 marzo 2017) con N/O Minerva Uno nel Mare Adriatico centro-settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR N° 146, 2017, pp. 1-37. DOI: 10.13140/RG.2.2.24714.26569.

Bortoluzzi G., Chiarini F., Riminucci F., Falcieri F., Katia K. (2010). Rapporto sulle attività oceanografiche, manutenzione boe e campionamento fondo durante la Crociera LTES1-10 02 (R/V Mariagrazia: Nord Adriatico, 2010-11-22 – 2010-11-30). ISMAR Bologna Cruise Report, Novembre 2010, <http://www.ismar.cnr.it/prodotti/reports-campagne/2010-2019>.

Bortoluzzi G., Del Bianco F., Giglio F., Riminucci F., Coluccelli A., Falcieri F., Bastari A., Giordano G., Pacitti D., Giordano A., Keller N. (2009). Rapporto sulle operazioni di manutenzione boe ed esecuzione di transetti oceanografici in Mare Adriatico (R/V Urania, 24 Febbraio – 2 Marzo 2009). (Progetto FISR – VECTOR), CNR – ISMAR Bologna Cruise Report, Marzo 2009, http://projects.bo.ismar.cnr.it/CRUISE_REPORTS/2009/VELTUR09_REP/.

Ravaioli M., Bergami C. *et al.* (2013). Progetto Bandiera RITMARE, Deliverable SP5_WP3_AZ1_UOO1_D01 “Stato dell’arte e parziale upgrade delle stazioni fisse: mede Paloma e TeleSenigallia, Boe E1 ed S1”, pp. 15PROT. CNR N. 0025706 del 18/04/2016.

Ravaioli M., Bergami C. *et al.* (2013). Progetto Bandiera RITMARE, Deliverable SP5_WP3_AZ1_UOO1_D02 “Relazione dello stato dell’arte della rete di siti osservativi”, pp. 39, PROT. CNR N. 0025707 del 18/04/2016.

Ravaioli M., Bergami C. *et al.* (2014). Progetto Bandiera RITMARE, Deliverable P5_WP3_AZ1_UOO1_D03 “Relazione sulle varie progettualità nazionali ed europee sulle reti di siti fissi per il mare”, pp. 21 PROT. CNR N. 0025708 del 18/04/2016.

Riminucci F., Bergami C., Ravaioli M. (2015). Installazione di stazione a Meda Elastica nel sito S1GB (Delta del Po). ISMAR, CNR, Sede di Geologia Marina di Bologna. ISMAR CNR Bologna Technical Report n. 137, pp. 24.

Bibliografia Transetto Senigallia Susak

Lavori ISI

Campanelli A., Grilli F., Paschini E., Marini M. (2011). The influence of an exceptional Po River flood on the physical and chemical oceanographic properties of the Adriatic Sea. *Dynamics of Atmosphere and Oceans*, 52: 284-297.

Degobbis D., Gilmartin M. (1990). Nitrogen, phosphorus and biogenic silicon budgets for the Northern Adriatic Sea. *Oceanologica Acta*, 13: 31-45.

Grilli F., Accoroni S., Acri F., Bernardi Aubry F., Bergami C., Cabrini M., Campanelli A., Giani M., Guicciardi S., Marini M., Neri F., Penna A., Penna P., Pugnetti A., Ravaioli M., Riminucci F., Ricci F., Totti C., Viaroli P. and Cozzi S. (2020). Seasonal and Interannual Trends of Oceanographic Parameters over 40 Years in the Northern Adriatic Sea in Relation to Nutrient Loadings Using the EMODnet Chemistry Data Portal. *Water* 12: 2280 doi:10.3390/w12082280.

Grilli F., Paschini E., Precali R., Russo A., Supic N. (2005). Circulation and horizontal fluxes in the northern Adriatic Sea in the period June 1999-July 2002 Part I: Geostrophic circulation and current measurement. *Science of the Total Environment*, 353: 115-25.

Marini M., Fornasiero P. & Artegiani A. (2002). Variations of hydrochemical features in the coastal waters of Monte Conero: 1982-1990. *Mar. Ecol.*, 23(1): 258-271.

Marini M., Jones B.H., Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. (2008). Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *Journal of Geophysical Research*, 113, C05S90: DOI: 10.1029/2007JC004370.

Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., Di Sarra A., Aracri S., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D’Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miseroocchi S., Paschini

E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2016). The RITMARE Italian Fixed-Point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9 (S1), s202-s214, <http://dx.doi.org/10.1080/1755876X.2015.1114806>.

Totti C., Cangini M., Ferrari C., Kraus R., Pompei M., Pugnetti A., Romagnoli T., Vanucci S., Socal G. (2005). Phytoplankton size-distribution and community structure in relation to mucilage occurrence in the northern Adriatic Sea. *Science of the Total Environment*, 353: 204-217.

Totti C., Romagnoli T., Accoroni S., Coluccelli A., Pellegrini M., Campanelli A., Grilli F., Marini M. (2019). Phytoplankton communities of the northern Adriatic Sea: interdecadal variability over a 30 years period (1988-2016) and possible relationships with meteorological drivers. *Journal of Marine Systems*, 193, 137-153. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2019.01.007>.

Comunicazioni orali – Poster

Totti C., Marzocchi M., Cucchiari E.M., Romagnoli T., Barletta D., Artegiani A., Solazzi A. (2002). The winter diatom bloom of the northern Adriatic Sea: long-term recurrence (1979-2001) and possible relationships with climate, in: 2nd National Conference SINAPSI, Climate Variability and Effects on the Mediterranean Marine Ecosystems. Portonovo (Ancona) 13-15 May 2002.