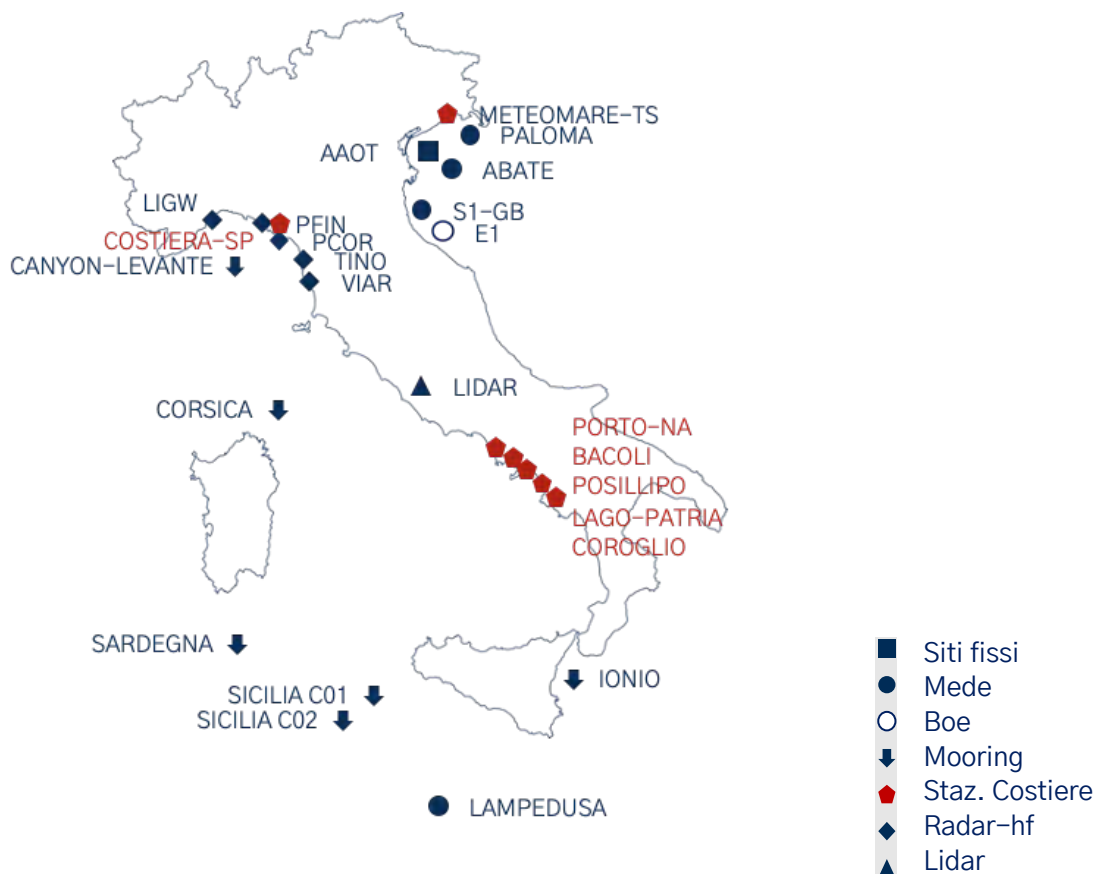




RETE NAZIONALE SITI OSSERVATIVI MARINI
Consiglio Nazionale delle Ricerche



a cura di:

Angela Pomaro, Mauro Bastianini, Marco Bellacico, Debora Bellafiore, Alvisè Benetazzo, Caterina Bergami, Maristella Berta, Carolina Cantoni, Jacopo Chiggiato, Simone Colella, Lorenzo Corgnati, Francesca De Pascalis, Davide Dionisi, Luca Gasperini, Gianluigi Liberti, Marcello Magaldi, Carlo Mantovani, Fabio Matano, Emanuele Organelli, Fabio Raicich, Katrin Schroeder, Giuseppe Stanghellini, Gianluca Volpe

con il contributo di:

Mireno Borghini, Lucilla Capotondi, Annamaria Correggiari, Marco Di Paolantonio, Giovanni Giuliano, Annalisa Griffa, Anna Luchetta, Mariangela Ravaioli, Francesco Riminucci, Stefania Sparnocchia

Venezia

Tesa 104 – Arsenale,
Castello 2737/F
30122 – Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 – Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 – La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto di Napoli snc
80133 – Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 – Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 – Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza – Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 – Trieste, IT
+39 040 3756872

Indice

1	Premessa	4
2	La rete dei siti osservativi marini del CNR-ISMAR	6
3	Progetti e networking	7
4	PNRR	10
5	Prospettive	11
6	Il sistema osservativo CNR-ISMAR in numeri	13
7	Le stazioni che compongono la rete	16
7.1	Piattaforma Oceanografica Acqua Alta	17
7.1.1	Variabili osservate	20
7.1.2	Pubblicazioni:	22
7.1.3	OpenData	30
7.2	Meda elastica PALOMA	31
7.2.1	Variabili osservate	32
7.2.2	Pubblicazioni	34
7.2.3	OpenData	35
7.3	Meda S1-GB	36
7.3.1	Variabili osservate	37
7.3.2	Pubblicazioni	39
7.3.3	OpenData	40
7.4	Meda Abate	41
7.4.1	Variabili osservate	42
7.5	Meda Lampedusa	43
7.5.1	Variabili osservate	44
7.5.2	Pubblicazioni	45
7.6	Boa meteo-oceanografica E1	46
7.6.1	Variabili osservate	47
7.6.2	Pubblicazioni	48
7.6.3	OpenData	50
7.7	Rete Radar HF	51
7.7.1	Variabili osservate	52
7.7.2	Pubblicazioni	52
7.7.3	OpenData	54
7.8	Catene correntometriche	56
7.8.1	Osservatorio Canale di Sicilia (SiCO1 e SiCO2).....	57
7.8.2	Canale di Corsica	61
7.8.3	EMSO SN1.....	65
7.8.4	Canale di Sardegna	66
7.8.5	Canyon di Levante	69
7.9	Transetti ripetuti	71
7.9.1	Pubblicazioni	72
7.9.2	OpenData	74

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10 Stazioni costiere	76
7.10.1 Golfo di Trieste	76
7.10.2 Golfo di Lerici (SP)	79
7.10.3 Golfo di Gaeta.....	81
7.10.4 Golfo di Napoli.....	83
7.11 Lidar atmosferico	88
7.11.1 Pubblicazioni	90
7.11.2 OpenData	92
7.12 Sistemi autonomi mobili	94
7.12.1 Veicoli autonomi di superficie (ASV)	94
7.12.2 Gliders	96
7.12.3 Boe Profilanti BioGeoChemical - Argo.....	99
7.12.4 Boe derivanti- Drifters	103
8 Conclusioni	107

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

1 Premessa

L'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISMAR) svolge attività di ricerca scientifica interdisciplinare nelle seguenti aree tematiche:

- Oceanografia fisica e biogeochimica per lo studio dei processi e della variabilità climatica, dal mare aperto alle aree di transizione;
- Servizi osservativi e operativi per il monitoraggio di variabili oceaniche (fisiche e biogeochimiche), climatiche e di biodiversità essenziali (EOVs, ECVs, EBVs) e per la valutazione dei rischi;
- Evoluzione geologica degli oceani, dei margini continentali e delle aree di transizione per la valutazione di potenziali risorse e la valutazione dei rischi geologici;
- Stratigrafia, paleoceanografia e studio dei meccanismi di cambiamento del regime climatico;
- Ricerca ecologica per lo studio della struttura, del funzionamento e dell'evoluzione degli ecosistemi;
- Gestione interoperabile dei dati marini per la pianificazione dello spazio marittimo e lo sviluppo di una economia del mare "ecosystem-based".

Il sistema osservativo marino creato e gestito dal CNR-ISMAR è un insieme di strumenti e tecnologie utilizzati per monitorare e studiare i processi marini, compresi gli aspetti fisici, chimici e biologici dei mari e degli oceani.

Comprende diverse piattaforme, fisse e mobili, quali imbarcazioni oceanografiche, boe oceanografiche e mede elastiche, stazioni di monitoraggio costiero, sensori fissi e piattaforme robotiche autonome mobili. Questo insieme di piattaforme consente di raccogliere dati in tempo reale su vari parametri ambientali, come temperatura dell'acqua, salinità, livello e stato del mare, correnti, concentrazione di nutrienti e clorofilla, oltre che di pianificare e realizzare attività e campagne sperimentali per lo studio di fenomeni e processi di specifico interesse.

I dati raccolti dal sistema osservativo marino CNR-ISMAR vengono utilizzati per studiare e comprendere i processi oceanografici, monitorare l'inquinamento marino, analizzare l'evoluzione delle aree costiere, valutare la biodiversità marina, analizzare gli effetti del cambiamento climatico sugli ecosistemi marini e fornire informazioni utili per la gestione sostenibile delle risorse marine. Le misure rivestono particolare importanza anche per la validazione di strumenti modellistici, sviluppati dall'Istituto e dalla comunità scientifica in generale, nonché di prodotti di osservazione satellitare.

Inoltre, il CNR-ISMAR collabora con istituzioni scientifiche, università, organizzazioni internazionali ed enti governativi per promuovere la ricerca marina e realizzare gli obiettivi di aumento della conoscenza nell'ambito di progetti internazionali di monitoraggio e studio degli oceani.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

In questo quadro, il sistema osservativo marino CNR-ISMAR costituisce un'importante risorsa per la ricerca e la comprensione degli ambienti marini, fornendo dati cruciali per il monitoraggio e la gestione sostenibile degli oceani.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

2 La rete dei siti osservativi marini del CNR-ISMAR

Il CNR ha consolidato negli ultimi 30 anni una rete osservativa basata su sistemi di misura fissi, rappresentati da una rete di piattaforme oceanografiche, boe meteo-marine e mooring di lungo periodo localizzati in ambiente costiero e di mare aperto per il monitoraggio in continuo dei parametri meteorologici e fisico bio-chimici nella colonna d'acqua e all'interfaccia aria-acqua e terra-mare (costa e fondale), per studi di qualità ambientale e processi oceanografici e della variabilità climatica.

Questi sistemi sono importanti per la generazione e la continuazione delle serie storiche climatologiche, indispensabili anche per l'*early warning* di fenomenologie di particolare criticità ambientale.

Attualmente sono operativi nei mari italiani diversi siti osservativi fissi realizzati e gestiti dal CNR-ISMAR: la Piattaforma Oceanografica Acqua Alta nel nord Adriatico, la boa costiera E1 in Adriatico, le mede elastiche S1-GB (Mare Adriatico) e PALOMA (Golfo di Trieste), diverse catene correntometriche multiparametriche (Canale di Corsica, Canale di Sicilia (C01 e C02) e Canale di Sardegna, oltre ad una consolidata rete radar HF lungo la costa ligure e a stazioni costiere per il monitoraggio di variabili meteo-oceanografiche e di aspetti di rilevanza geologico-costiera (Golfo di Trieste, Golfo di Venezia, Golfo di La Spezia, Golfo di Gaeta e Golfo di Napoli). Ulteriori stazioni sono strumentate e gestite dal CNR-ISMAR in collaborazione con gli enti gestori, tra cui le mede Abate (Mare Adriatico), di proprietà di ARPAV, e Lampedusa, lungo la costa occidentale dell'isola omonima, di proprietà ENEA, oltre alle catene correntometriche, Canyon di Levante, nel Mar Ligure, ed EMSO nel Mar Ionio.

Queste stazioni sono integrate dalle ulteriori stazioni gestite dal CNR (ISP, IRBIM e IAS), tra cui si annoverano i mooring nel canyon di Bari, la meda Tele-Senigallia (Adriatico), la boa d'altura ODAS nel Mar Ligure, la piattaforma Kobold nello Stretto di Messina e le stazioni costiere nel Golfo di Genova.

Infine, la rete osservativa di ISMAR è rafforzata dalla componente robotica autonoma e mobile costituita da piattaforme robotiche come le boe profilanti Biogeochemical-Argo, i glider e i drifter lagrangiani. Questa componente rappresenta un'estensione della rete osservativa ISMAR verso le acque più lontane dalla costa per studi di oceanografia fisica, biologica e biogeochimica su molteplici scale spaziali e temporali. Queste piattaforme forniscono anche osservazioni fondamentali per integrare osservazioni satellitari, ottimizzare modelli oceanici e ricostruire la componente 3D dell'oceano (Digital Twin of the Ocean).

Le infrastrutture osservative gestite dal CNR completano lo sforzo della comunità scientifica italiana nella comprensione dei processi che caratterizzano il bacino Mediterraneo, ma non solo.

Sono parte integrante di questa rete una serie di stazioni e transetti di misura localizzati in aree di notevole interesse di cui esistono serie storiche di rilevanza

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

scientifico, che sono inseriti in reti osservative nazionali ed internazionali, quali ad esempio i transetti di Senigallia, della Fossa di Pomo, di Mazara del Vallo–Capo Bon, di Sardegna–Sicilia, di Capraia–Corsica ed il sistema di stazioni idrobiologiche nella laguna di Venezia.

Allo stato attuale, la rete corrisponde ad un investimento dell'ordine dei 3 M€ e necessita di un impegno annuale per la gestione pari a 650 k€, esclusa l'incidenza del costo del personale. Circa 300 k€ sono coperti da un contributo disposto dal CNR–UPGO per il sito Piattaforma Oceanografica Acqua Alta e i mezzi navali collegati. Il residuo necessario alla gestione ordinaria viene assicurato dalla rete scientifica attraverso la partecipazione a progetti e infrastrutture di ricerca ed altre opportunità di finanziamento.

3 Progetti e networking

Il CNR vanta una pluriennale esperienza nella gestione, manutenzione ed operatività in numerose stazioni fisse e mobili multi-parametriche ubicate nei mari italiani e nel Mediterraneo in generale. Alcune di queste fanno parte delle attuali reti regionali, nazionali ed internazionali ed hanno contribuito o contribuiscono tuttora alla realizzazione di progetti e programmi a carattere nazionale ed internazionale.

Il sistema osservativo marino CNR–ISMAR contribuisce allo sviluppo di progettualità, all'integrazione delle infrastrutture di ricerca e alla formazione di network legati alla ricerca e al monitoraggio degli ambienti marini, tra cui:

1. EuroGOOS: CNR–ISMAR è coinvolto in EuroGOOS (Global Ocean Observing System in Europe), un network che promuove l'integrazione dei sistemi di osservazione marina in Europa. EuroGOOS facilita la cooperazione tra i paesi membri per migliorare la raccolta, l'archiviazione e la condivisione dei dati oceanografici.
2. MonGOOS: CNR–ISMAR è membro attivo della Regional Alliance di GOOS per il Mediterraneo, che ha come obiettivi: far progredire continuamente la comprensione scientifica e lo sviluppo tecnologico su cui si basa il sistema osservativo, promuovere la visibilità e il riconoscimento del sistema osservativo presso le agenzie governative e le aziende private, incoraggiandone l'integrazione a livello nazionale, regionale, europeo e globale, promuovere la partecipazione dei Paesi mediterranei non appartenenti all'UE al sistema osservativo.
3. JERICO–RI: CNR–ISMAR partecipa alla JERICO–RI (Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatory – Research Infrastructure), una rete di osservatori costieri in Europa. JERICO–RI coordina l'accesso e la condivisione dei dati raccolti da stazioni di monitoraggio costiero in diverse regioni europee.
4. DANUBIUS–ESFRI: L'Italia partecipa a DANUBIUS–RI, attraverso il CNR–ISMAR, coordinando uno dei 4 nodi tematici, quello modellistico, ed essendo parte integrante di uno dei 10 Supersiti, quello del delta Po e lagune del Nord Adriatico. DANUBIUS–RI è un'infrastruttura di ricerca distribuita ESFRI che sostiene la ricerca

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

interdisciplinare sui grandi sistemi fiume–delta–mare (River–Sea systems), sulla base delle eccellenze europee esistenti.

5. eLTER–RI: CNR–ISMAR coordina tre dei siti italiani coinvolti in eLTER–RI (Laguna di Venezia, Golfo di Venezia e Delta del Po e Costa Romagnola) e il Macrosito Alto Adriatico. eLTER–RI è una infrastruttura di ricerca ESFRI paneuropea distribuita, che ha come missione lo studio delle variazioni ecologiche a lungo termine (scala multidecadale) di strutture, processi e funzioni in ecosistemi terrestri, d’acqua dolce e di transizione attraverso un approccio olistico “whole system”.
6. ICOS: La partecipazione italiana, a coordinamento CNR, comprende 3 stazioni atmosferiche, 10 ecosistemiche e 4 marine, fra le quali la stazione del CNR–ISMAR PALOMA, situata nel Golfo di Trieste (Nord Adriatico). Acronimo di *Integrated Carbon Observing System*, ICOS è un’infrastruttura di ricerca europea (ERIC) che ha l’obiettivo di fornire dati accessibili e di alta qualità per migliorare la nostra comprensione delle emissioni e degli assorbimenti di gas effetto serra. L’infrastruttura è basata su tre centri tematici: atmosferico, ecosistemico e marino che coordinano i tre diversi tipi di stazioni, la standardizzazione dei sistemi di acquisizione dati ed il loro processo di validazione e diffusione.
7. EMBRC: Acronimo di *European Marine Biological Resource Centre*, EMBRC è un’infrastruttura di ricerca europea dedicata alle risorse biologiche marine. Fornisce l’accesso alle risorse marine, nonché ai servizi e alle strutture di ricerca partecipanti che consentono ai ricercatori, sia del mondo accademico che industriale, di studiare l’oceano e di sviluppare soluzioni innovative per affrontare i problemi della società.
8. EuroARGO: CNR–ISMAR partecipa ad EuroARGO con una boa BGC–Argo, dedicandosi allo sviluppo di metodi di controllo–qualità per la variabile radiometria, alla valorizzazione scientifica del network BGC–Argo, ad attività di divulgazione e promozione e alla formazione di giovani ricercatori, e alla partecipazione attiva a gruppi di lavoro strategici (G7 FSOI e EuroGOOS). EuroARGO è un’infrastruttura di ricerca europea (ERIC) che ha l’obiettivo di coordinare, contribuire e rafforzare il contributo europeo al programma internazionale Argo, che rappresenta una componente principale del *Global Ocean Observing System* (GOOS) e del *Global Climate Observing System* (GCOS). Fornisce profili verticali tra 0–2000 m di variabili idrologiche e biogeochimiche in Near–Real–Time per servizi di oceanografia operativa (e.g., Copernicus) nonché dati di elevata qualità per attività di ricerca in ambito climatico e oceanografico. In particolare, EuroARGO ha l’obiettivo di (i) garantire l’osservazione dei mari Europei, (ii) mettere in opera le componenti osservative di Argo legate allo studio dei processi biogeochimici, dei mari profondi e dei mari polari, (iii) coordinare e fornire accesso a dati di elevata qualità.
9. EuroFLEETS: CNR–ISMAR ha partecipato sia come utente sia come operatore di infrastruttura ad EuroFLEETS, *An Alliance of European Research Fleets*, attualmente un progetto H2020, che aspira a diventare una RI europea e che è stato inserito nel PNIR Italiana come “RI di categoria europea”. Il progetto EUROFLEETS+ facilita

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

l'accesso aperto e gratuito a una flotta di navi da ricerca integrata e avanzata, progettata per soddisfare le esigenze in continua evoluzione della comunità degli utenti. I ricercatori europei e internazionali, provenienti dal mondo accademico e dall'industria, sono in grado di presentare domanda per diversi programmi di accesso, attraverso un sistema di ingresso unico. EUROFLEETS+ dà priorità al sostegno della ricerca su oceani sostenibili, puliti e sani, collegandosi alle infrastrutture di osservazione oceanica esistenti e sostenendo l'innovazione attraverso una stretta collaborazione con l'industria.

10. OceanSITES: CNR-ISMAR partecipa a questo network con i due mooring nel Canale di Sicilia. OceanSITES un sistema globale di stazioni di riferimento a lungo termine in mare aperto che misurano decine di variabili e monitorano l'intera profondità dell'oceano, dalle interazioni aria-mare fino al fondale marino. Si tratta di una rete di stazioni o osservatori che misurano molti aspetti della superficie e della colonna d'acqua dell'oceano. Le osservazioni riguardano la meteorologia, l'oceanografia fisica, il trasporto delle acque, la biogeochimica e i parametri relativi al ciclo del carbonio, all'acidificazione degli oceani, all'ecosistema e alla geofisica.
11. EMSO (*European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory*): un'infrastruttura distribuita le cui strutture di osservazione sono situate in siti chiave dei mari europei e la cui missione è quella di supportare la ricerca scientifica e tecnologica per comprendere le complesse interazioni tra geosfera-biosfera-idrosfera attraverso l'acquisizione di lunghe serie temporali di osservabili per mezzo di piattaforme fisse in ambiente marino profondo, relative a diversi settori disciplinari (dall'oceanografia alla sismologia e alla biologia) per offrire un dato adatto a promuovere un approccio multidisciplinare per lo studio dell'evoluzione del clima e degli ecosistemi marini, nonché dell'insorgenza e dell'evoluzione di eventi estremi sia di origine naturale che antropica. CNR-ISMAR attualmente ha candidato l'inclusione nell'infrastruttura dei due mooring nel Canale di Sicilia.

L'istituto collabora inoltre, nell'ambito di progetti con organizzazioni e istituzioni scientifiche nazionali e internazionali per promuovere la ricerca e la comprensione degli ambienti marini, nonché per promuovere sinergie e migliorare le reti osservative marine. Queste collaborazioni consentono lo scambio di conoscenze, l'integrazione dei dati e la condivisione delle risorse per un monitoraggio più completo, una migliore comprensione degli ambienti marini e il miglioramento della qualità dei dati, con l'obiettivo di favorire la ricerca interdisciplinare. Nell'ambito dell'interdisciplinarietà e con l'obiettivo di accoppiare le osservazioni marine a quelle atmosferiche, CNR-ISMAR è anche coinvolto nell'infrastruttura di ricerca ACTRIS (the Aerosol, Cloud and Trace gases Research InfraStructure) che coordina le osservazioni e la ricerca scientifica europea su aerosol, nubi e gas in traccia. L'istituto fa parte della Joint Research Unit di ACTRIS-IT che è la componente italiana dell'infrastruttura di ricerca distribuita ACTRIS.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Il CNR partecipa inoltre a diversi progetti per lo studio di cambiamenti climatici, biodiversità e sostenibilità delle zone costiere e per le analisi di rischio, il monitoraggio e la previsione costiera.

Va poi ricordato che alcune stazioni fisse rientrano in altri network internazionali ed italiani fra cui: Hydrochanges network (CIESM), MARS Network (The European Network of Marine Research Institutes and Stations), Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL, Liverpool), Global Sea Level Observing System (GLOSS) Network, International Observation Network for Ocean Acidification, Global Sea Surface Carbon Observing System, Rete Italiana per la Costa (RIC).

4 PNRR

Le progettualità PNRR a cui il CNR-ISMAR contribuisce offrono importanti opportunità di potenziamento infrastrutturale per i siti osservativi e per l'integrazione delle infrastrutture di ricerca europee, insieme al sostegno per il loro mantenimento con un orizzonte temporale fissato in 10 anni.

In particolare, il progetto PNRR-ITINERIS costruirà il Polo italiano delle infrastrutture di ricerca nel settore scientifico ambientale per l'osservazione e lo studio dei processi ambientali nell'atmosfera, nel dominio marino, nella biosfera terrestre e nella geosfera, fornendo accesso a dati e servizi e supportando il Paese nell'affrontare le sfide ambientali attuali e previste. In particolare, ITINERIS coordina una rete di nodi nazionali di 22 RI (18 del settore ambientale, 2 del settore agroalimentare con un forte legame con l'ambiente e 2 del settore PSE, che supportano i servizi per il settore marino).

L'obiettivo principale del progetto è quello di sviluppare la ricerca interdisciplinare nelle scienze ambientali attraverso l'uso e il riutilizzo di dati e servizi esistenti (o pre-operativi) e di nuove osservazioni, per affrontare questioni scientificamente e socialmente rilevanti come l'uso sostenibile delle risorse naturali, l'implementazione delle cosiddette *nature-based solutions*, la *Green Economy* e la *Blue Economy*, la riduzione dell'inquinamento, la gestione e il ripristino delle zone critiche e degli ecosistemi, il ciclo del carbonio, la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici e ambientali. ITINERIS, in sinergia con il quadro europeo delle RI, sosterrà la partecipazione degli scienziati italiani a iniziative paneuropee (ENVRIFAIR, EOSC) e nell'ambito dell'istruzione superiore (Primo Pilastro, Missioni, Partenariati, Cluster), contribuendo a determinare un impatto significativo sulla ricerca ambientale nazionale e fornendo supporto scientifico alla progettazione di strategie ambientali attuabili. ITINERIS consente agli utenti di beneficiare del sistema integrato di RI e delle conoscenze da queste prodotte, disegnando il quadro di riferimento per i prossimi decenni.

Inoltre, la proposta ITINERIS promuoverà lo scambio di competenze in ciascuno dei sottodomini ENV, facilitando il trasferimento delle migliori pratiche dalle RI più mature a quelle nuove e in via di sviluppo e sostenendo uno sviluppo complementare e sinergico di competenze, servizi e osservazioni, contribuendo a rafforzare il panorama nazionale delle RI nel settore ambientale.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

In linea con la visione del Sistema Terra di cui sopra, ITINERIS propone un insieme di azioni interdisciplinari (attraverso i diversi sottodomini ambientali) in cui i dati, le informazioni e le conoscenze generate dalle diverse RI nei quattro sottodomini saranno utilizzati per creare un sistema di Ambienti Virtuali di Ricerca (VRE) che forniranno nuovi servizi per affrontare questioni rilevanti dal punto di vista scientifico e sociale, come gli impatti dei cambiamenti climatici e di uso del suolo e i relativi effetti ambientali a valle, la quantificazione del ciclo del carbonio nelle sue molteplici componenti, l'adozione di programmi di monitoraggio basati su variabili essenziali, l'analisi dei parassiti negli agroecosistemi, l'identificazione dei processi di zona critica e la creazione di una banca dati isotopica nazionale.

Infine, il progetto sosterrà la creazione del cosiddetto HUB ITINERIS, dove tutti gli utenti avranno accesso a dati e servizi, con un sistema di gestione degli accessi adeguato e un catalogo completo di dati e servizi, realizzato armonizzando i datacenter e cataloghi esistenti.

5 Prospettive

La rete osservativa che è stata sviluppata nasce da un'attività prolungata in ambito internazionale, nazionale e regionale. La valorizzazione di questo importante potenziale è necessaria per il futuro e permette di rafforzare la posizione del CNR negli studi relativi alla biodiversità, i cambiamenti climatici, l'oceanografia (operativa e non), le coste e offre al CNR autorevolezza e visibilità.

Il ricco patrimonio di dati raccolti è, infatti, insostituibile e deve essere valorizzato e sostenuto. Il mantenimento e il potenziamento di questa preziosa rete può offrire al CNR un ruolo competitivo in ambito nazionale e internazionale. La rete osservativa, per l'estensione e il grado di complessità raggiunto, può essere di riferimento per l'Europa e la nazione, ma anche entrare nei parchi tecnologici regionali e connettersi con i Ministeri competenti e gli stakeholder.

Sarà inoltre strategico connettere all'attività di misura e di implementazione delle stazioni fisse anche un'attività di comunicazione scientifica, con una rinnovata attenzione ai media anche attraverso la disseminazione di informazioni tramite siti online, e formazione destinata a vari soggetti, con qualifica scientifica eterogenea, interessati alla gestione ambientale.

Il sistema osservativo marino ISMAR ha altresì prospettive molto promettenti per il futuro. L'importanza della ricerca e del monitoraggio degli ambienti marini costituisce una risorsa ampiamente riconosciuta a livello globale, sia per la comprensione dei processi oceanografici che per la gestione sostenibile delle risorse marine.

L'Istituto negli ultimi 4 anni ha inoltre avviato un gruppo di lavoro interdisciplinare e coordinato a cui partecipano i referenti dei principali siti e infrastrutture osservative, orientato allo sviluppo delle infrastrutture oceanografiche e dei sistemi autonomi mobili con particolare riguardo a:

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Coordinamento scientifico per l'individuazione di strategie di sviluppo futuro della rete nel suo insieme con orizzonte temporale a medio-lungo termine
- Coordinamento tecnico per la condivisione di best-practices
- Monitoraggio costante variabili osservate
- Monitoraggio costi ed esigenze manutentive
- Coordinamento per l'individuazione di risorse per la gestione (in termini sia economici che tecnici)
- Coordinamento delle attività con l'obiettivo di realizzare una gestione più efficiente

Di seguito sono riportate alcune delle prospettive per il sistema osservativo ISMAR:

1. Avanzamento tecnologico: con i continui progressi nella tecnologia e l'innovazione nel settore degli strumenti di monitoraggio e della sensoristica, il sistema osservativo ISMAR potrà beneficiare di nuovi dispositivi e metodi di rilevamento sempre più accurati ed efficienti, in grado di raccogliere, elaborare e trasmettere in Near-Real Time sempre maggiori quantità di misure. Ciò consentirà di raccogliere dati di alta qualità e di ampliare le capacità di monitoraggio.

2. Integrazione di dati: L'elaborazione e l'integrazione dei dati raccolti da diverse fonti e piattaforme di osservazione marina saranno fondamentali per ottenere una visione più completa degli ambienti marini. ISMAR potrà svolgere un ruolo chiave nella gestione e nell'analisi di grandi quantità di dati provenienti da diverse fonti, consentendo una migliore comprensione dei processi e dei cambiamenti in corso.

3. Collaborazioni e partnership: ISMAR potrà continuare a stabilire collaborazioni e partnership con altre istituzioni di ricerca, università, organismi governativi e organizzazioni internazionali. Queste collaborazioni permetteranno lo scambio di conoscenze, l'accesso a risorse aggiuntive e la possibilità di partecipare a progetti di ricerca internazionali, contribuendo così a promuovere la ricerca marina a livello globale.

4. Applicazioni e impatto sociale: le attività di ricerca condotte attraverso il sistema osservativo ISMAR potranno avere un impatto significativo nella gestione delle risorse marine, nella valutazione degli impatti del cambiamento climatico sugli ecosistemi marini, nella prevenzione dell'inquinamento marino e nella conservazione della biodiversità. Il sistema osservativo ISMAR potrà continuare a sviluppare e applicare le proprie conoscenze e risultati per sostenere la pianificazione e la gestione sostenibile delle aree marine e costiere.

5. Educazione e comunicazione della scienza: ISMAR potrebbe promuovere l'educazione e la comunicazione della scienza, sensibilizzando l'opinione pubblica sull'importanza degli ambienti marini e sulla necessità di preservarli. Questo potrebbe essere realizzato attraverso programmi educativi, eventi pubblici, pubblicazioni scientifiche accessibili e la promozione di una maggiore consapevolezza riguardo al funzionamento e alla tutela degli oceani.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

6 Il sistema osservativo CNR-ISMAR in numeri

Il sistema osservativo ISMAR comprende almeno una stazione fissa in grado di coprire l'acquisizione di quasi tutte le EOVI ed ECV rilevanti, la Piattaforma Oceanografica Acqua Alta, che essendo una stazione installata in uno specchio di mare è dotata dell'infrastrutturazione necessaria per pianificare e realizzare esperimenti e attività di inter-calibrazione. Anche presso le principali mede strumentate, quali PALOMA e S1-GB, l'attività di acquisizione dati si orienta a criteri di multidisciplinarietà per la copertura di più del 50% delle variabili essenziali.

STATO DATA:	AADT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING COTI	MOORING COTI	MOORING SARDEGN A	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGRAFICA TS	METEOMARE-TS	LIDAR	METEOPOSILLIP O	METEOPORTO NAPOLI	METEOPORTO BACOLI	METEOLAGO PATRIA	METEOCOROGGI O
ECV - Aerosols	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Carbon Dioxide, Methane & Other Greenhouse Gases	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ozone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Precursors for Aerosols and Ozone	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ECV - Atmosphere, Surface: Precipitation	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	2	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Sea Level Pressure	4	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	1	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Radiation Budget	2	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Air Temperature	4	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1	2
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Water Vapour	4	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Wind Speed and Direction	9	6	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	4	4	0
ECV - Ocean, Physical: Ocean Surface Heat Flux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Level	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea State	14	4	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Currents	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Salinity	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Stress	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Temperature	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Subsurface Currents	1	1	0	0	0	0	0	5	6	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Subsurface Salinity	3	0	3	2	1	1	15	12	7	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Subsurface Temperature	3	8	3	2	1	3	18	16	12	4	5	0	0	7	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Inorganic Carbon	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Nitrous Oxide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Nutrients	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Ocean Colour	4	0	2	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Oxygen	2	4	1	1	0	1	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Transient Tracers	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biogeochemistry: Particulate Matter	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biogeochemistry: Stable Carbon Isotopes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biogeochemistry: Dissolved Organic Carbon	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Phytoplankton Biomass and Diversity	6	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Zooplankton Biomass and Diversity	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Fish Abundance and Distribution	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Microbe Biomass and Diversity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Invertebrate Abundance and Distribution	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Cross-Disciplinary: Ocean Sound	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	29	18	16	11	7	10	6	4	3	3	4	2	2	7	3	5	5	5	6	1
PERCENTUALE ECV/EOV	83%	51%	46%	31%	20%	29%	17%	11%	9%	9%	11%	6%	6%	20%	9%	14%	14%	14%	17%	3%
INCREMENTO ITINERIS	20%	-%	9%	2%	9%															

Tabella 1 – Prospetto riassuntivo delle EOVI ed ECV osservate presso ciascuna delle stazioni che compongono il sistema osservativo CNR-ISMAR

Da un punto di vista economico l'insieme delle infrastrutture oceanografiche fisse gestite dal CNR-ISMAR corrisponde ad un investimento dell'ordine dei 3 M€ e necessita di un impegno economico annuale per la gestione pari a 700 k€, esclusa l'incidenza del costo del personale. A questa cifra si aggiunge l'incidenza di costo per i giorni nave necessari ad eseguire le operazioni di manutenzione delle catene correntometriche, stimato in circa 10 giorni di operatività nave ogni 6 mesi. Circa 300 k€ sono coperti da un contributo annuale disposto dal CNR-UPGO per il sito Piattaforma Oceanografica Acqua Alta e i mezzi navali collegati. Il residuo necessario alla gestione ordinaria viene assicurato dalla rete scientifica attraverso la partecipazione a progetti e infrastrutture di ricerca ed altre opportunità di finanziamento.

Per i sistemi autonomi mobili è in corso la valutazione dei costi di gestione (quali ad esempio costi di telemetria satellitare), che comprendono in molti casi anche la necessità della disponibilità di navi oceanografiche per la messa a mare e il recupero e i costi delle connessioni satellitari per la trasmissione dati. Questi ultimi sono anche molto diversificati per tipologia di veicolo (ad es. veicolo utilizzato per campagne di misura limitate vs strumentazione lagrangiana utilizzata per il tracciamento in continuo di parametri

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

ambientali fino al suo recupero o allo spiaggiamento) e incidono per circa il 15% dei costi di manutenzione complessivi relativi ai sistemi autonomi mobili. Tali tipologie di strumenti sono in fase di crescente acquisizione e utilizzo all'interno dell'Istituto, in analogia a quanto riscontrato nel panorama internazionale.

Il seguente prospetto riporta i costi medi annuali per la gestione ordinaria di ciascun sito osservativo fisso, escluso il costo del personale tecnico e scientifico dedicato alla gestione di strumentazione e infrastruttura e l'eventuale costo nave.

COSTO annuale [k€]:																			
AAOT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING C01	MOORING C02	MOORING SARDEGNA	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGR AFICA-TS	METEOMA RE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIPO	METEO-PORTO NAPOLI	METEO-BACOLI	METEO-LAGO PATRIA	METEO-COROGLIO
300	56,5	37,5	31	5	30	30	50	50	1,5	N/A	70,5	0,5	0,9	35	0,3	0,3	0,3	0,3	2

Tabella 2 – Prospetto riassuntivo dei costi di manutenzione (annuale) per ciascuna stazione

Per quanto riguarda la disponibilità di accesso ai dati si evidenzia l'opportunità di definire una *Data Policy* di Istituto e di strutturare un catalogo dati completo e uniforme almeno a livello di Istituto, conforme ai principali standards internazionali. In questo processo, la progettualità PNRR ITINERIS potrà fornire risorse adeguate alla sua implementazione nei prossimi 3 anni.

Attualmente, circa il 40% dei dati acquisiti dal sistema osservativo CNR-ISMAR sono disponibili su richiesta al gestore del dato, mentre il 15% è accessibile mediante interrogazione di una banca dati CNR-ISMAR.

Un ulteriore 40% dei dati infine è disponibile in modalità *open* su banca dati internazionale.

Accesso ai dati:	AAOT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING C01	MOORING C02	MOORING SARDEGNA	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGR AFICA-TS	METEOMA RE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIPO	METEO-PORTO NAPOLI	METEO-BACOLI	METEO-LAGO PATRIA	METEO-COROGLIO
su richiesta al gestore del dato	61%	41%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	80%	20%	100%	0%	43%	56%	50%	0%	100%	0%	100%	0%
accessibile su banca dati CNR-ISMAR	32%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
accessibile su banca dati internaz. (NON OPEN)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
accessibile su banca dati internaz. (OPEN)	8%	44%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	80%	0%	100%	57%	0%	50%	100%	0%	100%	0%	100%
accessibile su altra banca dati naz. (NON OPEN)	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Accesso ai dati:	AAOT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING C01	MOORING C02	MOORING SARDEGNA	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGR AFICA-TS	METEOMA RE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIPO	METEO-PORTO NAPOLI	METEO-BACOLI	METEO-LAGO PATRIA	METEO-COROGLIO
METADATAZIONE (SI)	77%	77%	100%	100%	100%	0%	11%	16%	40%	80%	0%	100%	100%	100%	50%					
QC (SI)	10%	81%		61%	0%	100%	96%	100%	100%	100%		100%		100%	0%					

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

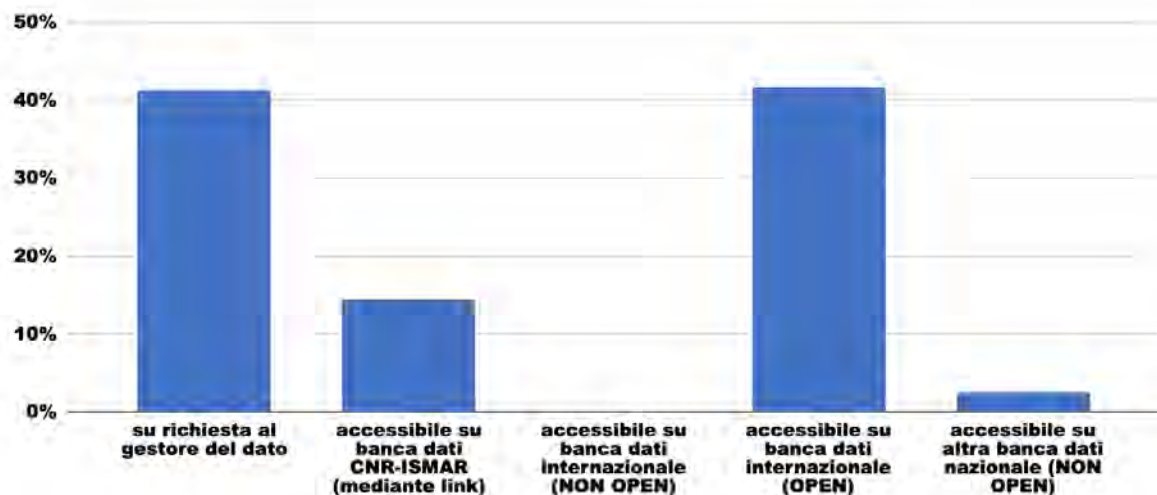


Tabella 3 – Prospetto riassuntivo delle modalità di accesso e di maturità dei dati, articolato per stazione, oltre ad istogramma riassuntivo.

Mediamente i dati del sistema osservativo CNR-ISMAR presentano un livello di metadattazione pari al 69,5% e un livello di quality control (QC) pari al 76,6%, come riassunto nei grafici riportati di seguito.

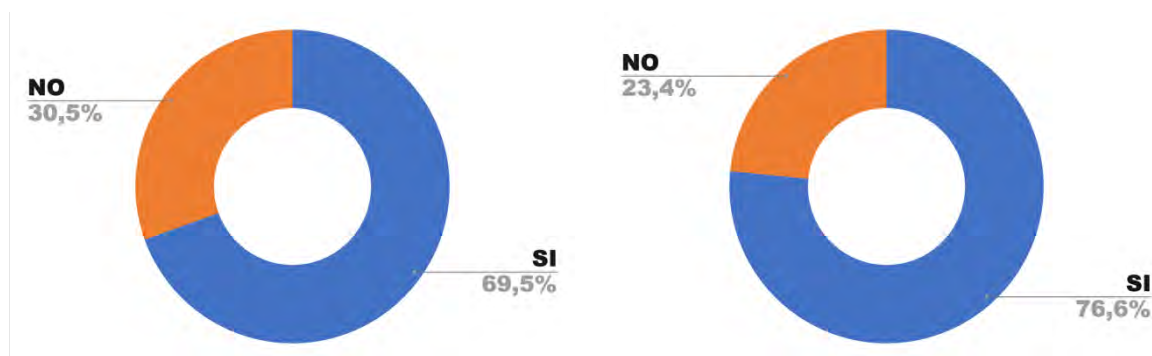


Figura 1 – Grafici riepilogativi della percentuale di metadattazione e di quality control applicati ai dati acquisiti al sistema osservativo CNR-ISMAR.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7 Le stazioni che compongono la rete

L'Istituto di Scienze Marine gestisce una rete osservativa marina composta da diverse tipologie di stazioni fisse distribuite lungo la costa italiana e in aree marine di interesse scientifico. La rete osservativa è arricchita da piattaforme robotiche autonome (BGC-Argo, drifter, glider e veicoli autonomi prototipali) che consentono di ampliare la capacità della osservativa su multiple scale spaziali e temporali. Le stazioni di monitoraggio sono strategicamente posizionate per raccogliere dati oceanografici, meteorologici e ambientali al fine di studiare gli ecosistemi marini, monitorare e comprendere i cambiamenti ambientali e fornire informazioni per la gestione sostenibile delle risorse marine e per lo studio degli *hazards* marino-costieri.

La rete dei siti osservativi marini si integra con le opportunità offerte dalla disponibilità della nuova nave oceanografica "R/V Gaia Blu" del Consiglio Nazionale delle Ricerche e degli altri mezzi navali di supporto per la realizzazione di campagne oceanografiche e attività di ricerca.

Il sistema osservativo marino comprende diverse piattaforme, come imbarcazioni oceanografiche, catene correntometriche (o mooring), mede/boe, stazioni di monitoraggio costiero e siti fissi, oltre a transetti ripetuti, boe profilanti BGC-Argo, drifter lagrangiani e veicoli autonomi. Queste piattaforme consentono di raccogliere (in alcuni casi di trasmettere in tempo reale) misure di parametri ambientali, con riferimento alle principali variabili di interesse in ambito oceanografico e climatico.

Tra le infrastrutture oceanografiche si annoverano:

- Piattaforma Oceanografica Acqua Alta
- Mede (Paloma, S1-GB, Abate, Lampedusa)
- Boa E1
- Rete Radar HF
- Catene correntometriche (C01, C02, Corsica, Sardegna, Canyon Levante ed EMSO-SN1)
- Transetti ripetuti
- Stazioni costiere
- Glider "Teresa"
- BGC-Argo
- Drifter

Il sistema si arricchisce inoltre di una stazione LIDAR atmosferico, oltre ad una rete di laboratori interdisciplinari dotati delle più avanzate tecnologie.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.1 Piattaforma Oceanografica Acqua Alta

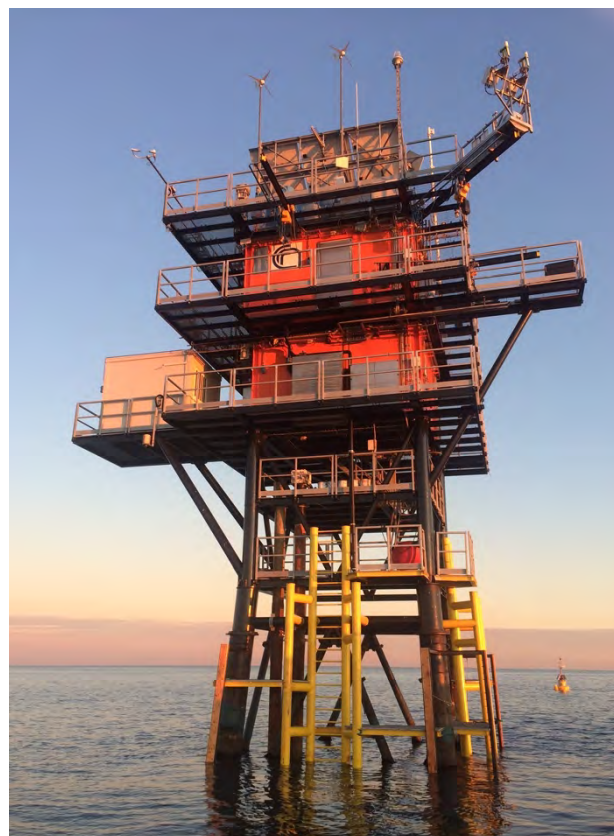
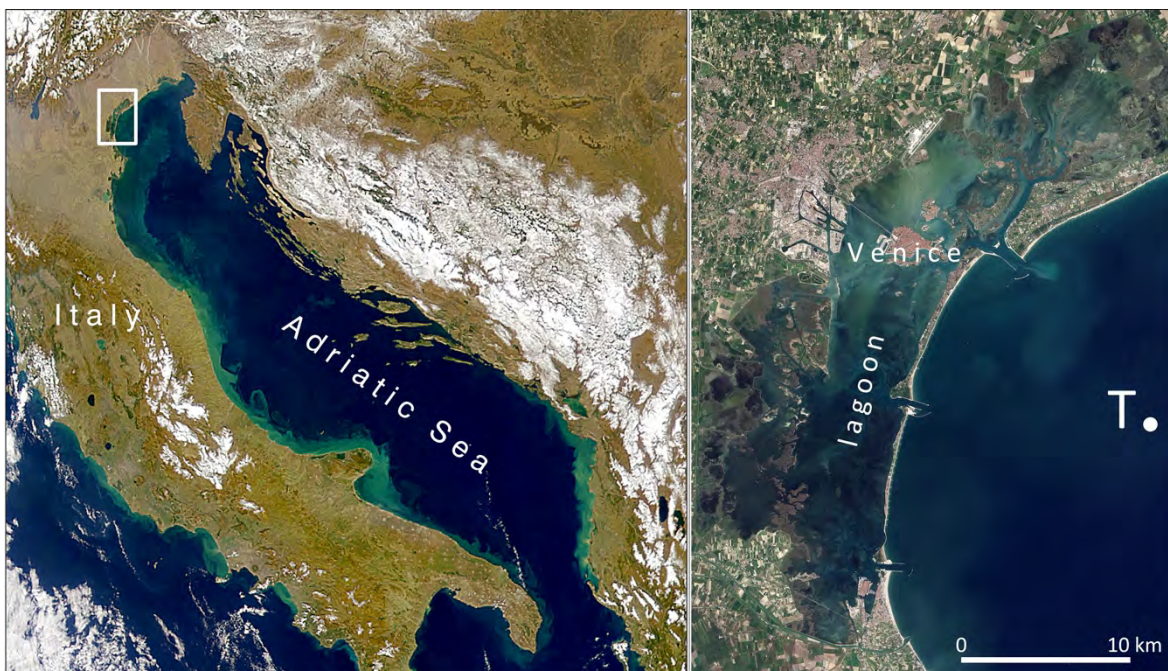


Figura 2– Individuazione della posizione della Piattaforma Oceanografica Acqua Alta nel nord Adriatico. Immagine del Marzo 1970 (installazione) e del 2021, successivamente al ripristino della strumentazione dopo l'intervento di ristrutturazione completato nel 2018. Photo credit: Luigi Cavaleri (1970) e Pomaro Angela (2021)

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La Piattaforma Oceanografica Acqua Alta, installata nel marzo del 1970 in risposta alla disastrosa acqua alta che colpì Venezia il 4 Novembre 1966, è una delle principali infrastrutture di ricerca gestite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Installata circa 8 miglia al largo del litorale di Venezia, in uno specchio di mare avente una profondità di circa 16 m (GPS 45.3142467 N, 12.5082483 E), si compone di un modulo laboratorio e alloggi, oltre che di sofisticati impianti di distribuzione, gestione e trasferimento dati in tempo reale da numerose stazioni di misura e sensori installati.

La Piattaforma Oceanografica Acqua Alta costituisce inoltre un importante punto fisso per l'acquisizione periodica di campioni della colonna d'acqua e di analisi di parametri biologici e chimici.

La struttura e le dotazioni scientifiche della piattaforma sono state progressivamente sviluppate ed aggiornate, al fine di assicurare una sempre maggiore e migliore fruizione dell'infrastruttura anche da parte dei numerosi enti esterni, di ricerca o istituzionali, con i quali il CNR collabora.

Equipaggiata con le più moderne tecnologie, è tra le pochissime strutture fisse esistenti al mondo operative per la ricerca scientifica in mare aperto, consentendo la prolungata permanenza a bordo di ricercatori e tecnici durante le campagne di misura e con qualsiasi condizione meteo-marina.

La strumentazione permanente comprende complete stazioni meteorologiche ed oceanografiche i cui dati sono sia registrati a bordo che trasmessi in tempo reale a terra. I dati di marea e di vento rilevati in mare aperto sono un'informazione essenziale per la corretta previsione operativa dell'acqua alta a Venezia. La serie storica di misure direzionali di onda, ininterrotta dal 1979, rappresenta una delle più lunghe serie storiche disponibili al mondo. La lunghezza che oggi supera i 40 anni ne fa uno strumento di studio importantissimo per comprendere i processi in atto per effetto del cambiamento climatico. Come unico punto in mare permanente e presidabile, ha fornito la verità mare per la taratura di strumenti installati su satelliti artificiali come l'altimetro dell'ERS-1 e le proprietà ottiche del mare rilevate da SeaWiFS ed OLTS. Campagne di misura delle onde con personale a bordo e strumentazione molto sofisticata hanno permesso di chiarire aspetti non noti della dinamica di generazione delle onde da parte del vento. Ciò ha portato ad un deciso miglioramento delle previsioni operative del mare in tutto il mondo. Le campagne eseguite a bordo comprendono attività fisiche, chimiche, biologiche. La struttura e la sua strumentazione, le attività, le campagne di ricerca, le misure e i risultati ottenuti hanno consentito al Consiglio Nazionale delle Ricerche di produrre numerose pubblicazioni scientifiche e brevetti internazionali.

Cresciuta progressivamente in circa 40 anni di attività, a giugno 2016 il Consiglio Nazionale delle Ricerche ha avviato un importante intervento di ristrutturazione per consentire il mantenimento in attività di questa importante infrastruttura, punto di riferimento per le ricerche che riguardano le scienze marine e l'oceanografia, il monitoraggio dello stato di salute delle acque e la meteorologia.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La complessa operazione ha consentito il rinnovamento integrale della parte superiore della struttura e il rinforzo delle sottostrutture di sostegno, oltre alla razionalizzazione ed al potenziamento degli impianti tecnologici di supporto all'attività scientifica, offrendo ulteriori opportunità a tutti i soggetti che già sono interessati dall'acquisizione dei dati e delle misurazioni effettuate dalla piattaforma, confermando l'impegno della ricerca scientifica per la salvaguardia di Venezia e più in generale dell'ambiente marino.

L'opportunità del rinnovamento di questa importante infrastruttura a mare ha consentito il ripristino della strumentazione e dei sensori necessari anzitutto al mantenimento delle lunghe serie storiche di dati (e.g. Pomaro et al., 2018) e delle collaborazioni con enti quali il Centro Previsioni e Segnalazioni Maree del Comune di Venezia e il Joint Research Centre della Commissione Europea e la pianificazione di un prossimo incremento delle dotazioni strumentali.

Tra le misure acquisite in continuo da questa infrastruttura si annoverano alcune tra le variabili oceaniche essenziali individuate dalle Nazioni Unite, di cui si riporta nel seguito l'elenco completo, evidenziando in grassetto le misure acquisite presso la Piattaforma Oceanografica Acqua Alta in modo operativo. Si evidenziano invece in grassetto corsivo quelle in corso di implementazione o pianificate nel prossimo futuro, con l'obiettivo di contribuire a livello delle più importanti infrastrutture internazionali alla conoscenza dello stato degli oceani.

La disponibilità di una infrastruttura fissa in mare aperto non è rilevante solo ai fini dell'acquisizione di misure su base operativa ma anche per la pianificazione di campagne di misura sperimentali per lo studio di processi meteo-oceanografici (fisici, biogeochimici, etc.), da parte della comunità scientifica internazionale. Questo ha consentito inoltre lo studio di dettaglio di eventi quali la Tempesta Vaia del 29 ottobre 2018 o l'evento di acqua alta eccezionale del 12 novembre 2019.

Da qualche anno sulla piattaforma sono installate anche delle webcam accessibili tramite il sito web dell'Istituto di Scienze Marine (www.ismar.cnr.it) e tramite l'applicazione per smartphone **ISMAR Data**.

Quest'ultima, in particolare, oltre a consentire l'accesso ai dati in tempo reale consentendo agli utenti di visualizzare l'andamento delle misure relative alle principali variabili meteorologiche, oceanografiche e idrologiche, tramite la funzione "Analizza" permette di visualizzare l'archivio storico dei dati di misura raccolti per ciascuna delle stazioni disponibili definendo intervallo di tempo e variabili di interesse, permettendo quindi di approfondire aspetti quali valori caratteristici, ciclo giornaliero e stagionale e interdipendenza reciproca.

La piattaforma ha consentito ai ricercatori CNR-ISMAR di sviluppare due brevetti per l'osservazione del mare, grazie all'applicazione di tecniche stereo-fotogrammetriche che abbinano computer vision e oceanografia, per stimare i movimenti marini anche da telecamere in movimento.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La Piattaforma Oceanografica Acqua Alta contribuisce alle infrastrutture di ricerca europee DANUBIUS-RI, JERICO-RI, eLTER-RI, EMBRC ERIC, oltre che alla rete di monitoraggio NASA Aeronet.

7.1.1 Variabili osservate

La tabella seguente riporta il prospetto delle variabili oceaniche e climatiche essenziali acquisite su base operativa presso la stazione.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Precipitation</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Pressure</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Radiation budget</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Temperature</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Water vapour</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Wind speed and direction</u>	1982	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
Ocean			
Physical			
<u>Ocean surface heat flux</u>	-		-
<u>Sea level</u>	1983	5 min	CNR-ISMAR / CPSM
<u>Sea state</u>	1979	15 min	CNR-ISMAR / CPSM

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Sea surface currents</u>	2008	30 min	CNR-ISMAR
<u>Sea surface salinity</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Sea surface stress</u>	-		-
<u>Sea surface temperature</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface currents</u>	2008	30 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
Biogeochemical			
<u>Inorganic carbon</u>	-		-
<u>Nitrous oxide</u>	-		-
<u>Nutrients</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
<u>Ocean colour</u>	2002	5 min	JRC-EU / CNR-ISMAR
<u>Oxygen</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
<u>Transient tracers</u>	-		-
<u>Particulate matter</u>	-		-
<u>Stable carbon isotopes</u>	-		-
<u>Dissolved organic carbon</u>	-		-
Biological/ecosystems			

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Marine habitats</u>	-		-
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
<u>Zooplankton biomass and diversity</u>	2012	monthly	CNR-ISMAR
<u>Fish abundance and distribution</u>	-		-
<u>Marine turtles, birds, mammals abundance and distribution</u>	-		-
Microbe biomass and diversity (*emerging)	-		-
Invertebrate abundance and distribution (*emerging)	-		-
Cross-Disciplinary			
<u>Ocean Sound</u>	2019	continuous	CNR-ISMAR

7.1.2 Pubblicazioni:

Bajo, Marco, Christian Ferrarin, Georg Umgieser, Andrea Bonometto, and Elisa Coraci. 2023. "Modelling the Barotropic Sea Level in the Mediterranean Sea Using Data Assimilation." *Ocean Science* 19 (3): 559–79. <https://doi.org/10.5194/os-19-559-2023>

Pellegrino, Andrea, Alice Fabbretto, Mariano Bresciani, Thainara Munhoz Alexandre de Lima, Federica Braga, Nima Pahlevan, Vittorio Ernesto Brando, Susanne Kratzer, Marco Gianinetto, and Claudia Giardino. 2023. "Assessing the Accuracy of PRISMA Standard Reflectance Products in Globally Distributed Aquatic Sites." *Remote Sensing* 15 (8): 2163. <https://doi.org/10.3390/rs15082163>.

Petrizzo, Antonio, Andrea Barbanti, Giulia Barfucci, Mauro Bastianini, Ilaria Biagiotti, Sofia Bosi, Michele Centurelli, et al. 2023. "First Assessment of Underwater Sound Levels in the Northern Adriatic Sea at the Basin Scale." *Scientific Data* 10 (1): 137. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02033-1>

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Barbariol, Francesco, Paolo Pezzutto, Silvio Davison, Luciana Bertotti, Luigi Cavaleri, Alvise Papa, Marco Favaro, Enrico Sambo, and Alvise Benetazzo. 2022. "Wind-Wave Forecasting in Enclosed Basins Using Statistically Downscaled Global Wind Forcing." *Frontiers in Marine Science* 9 (September). <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1002786>

Benetazzo, Alvise, Silvio Davison, Francesco Barbariol, Paola Mercogliano, Chiara Favaretto, and Mauro Sclavo. 2022. "Correction of ERA5 Wind for Regional Climate Projections of Sea Waves." *Water* 14 (10): 1590. <https://doi.org/10.3390/w14101590>

Braga, Federica, Daniele Ciani, Simone Colella, Emanuele Organelli, Jaime Pitarch, Vittorio E. Brando, Mariano Bresciani, et al. 2022. "COVID-19 Lockdown Effects on a Coastal Marine Environment: Disentangling Perception versus Reality." *Science of The Total Environment* 817 (April): 153002. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153002>.

Braga, Federica, Alice Fabbretto, Quinten Vanhellemont, Mariano Bresciani, Claudia Giardino, Gian Marco Scarpa, Giorgia Manfè, Javier Alonso Concha, and Vittorio Ernesto Brando. 2022. "Assessment of PRISMA Water Reflectance Using Autonomous Hyperspectral Radiometry." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 192 (October): 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.08.009>

Ferrarin, Christian, Piero Lionello, Mirko Orlić, Fabio Raicich, and Gianfausto Salvadori. 2022. "Venice as a Paradigm of Coastal Flooding under Multiple Compound Drivers." *Scientific Reports* 12 (1): 5754. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09652-5>.

Schlumberger, Julius, Christian Ferrarin, Sebastiaan N. Jonkman, Manuel Andres Diaz Loaiza, Alessandro Antonini, and Sandra Fatorić. 2022. "Developing a Framework for the Assessment of Current and Future Flood Risk in Venice, Italy." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 22 (7): 2381–2400. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2381-2022>

Cavaleri, Luigi, Luciana Bertotti, Christian Ferrarin, Marcello Passaro, Paolo Pezzutto, and Angela Pomaro. 2021. "Synergic Use of Altimeter and Model Sea Level Data in Inner and Coastal Seas." *Remote Sensing of Environment* 261 (August): 112500. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112500>.

Cavaleri, L., F. Barbariol, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Bertotti, and A. Pomaro. 2021. "An Exceptionally High Wave at the CNR-ISMAR Oceanographic Tower in the Northern Adriatic Sea." *Scientific Data* 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00825-X>

Christian Ferrarin, Marco Bajo, Alvise Benetazzo, Luigi Cavaleri, Jacopo Chiggiato, Silvio Davison, Silvio Davolio, Piero Lionello, Mirko Orlić, Georg Umgiesser, 2021. Local and large-scale controls of the exceptional Venice floods of November 2019, *Progress in Oceanography*, Volume 197, 102628,

Benetazzo, A., Barbariol, F., Pezzutto, P., Staneva, J., Behrens, J., Davison, S., Bergamasco, F., Sclavo, M., Cavaleri, L., 2021. Towards a unified framework for extreme sea waves from spectral models: rationale and applications. *Ocean Engineering*, Volume 219, 108263. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108263>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Concha, Javier A., Marco Bracaglia, and Vittorio E. Brando. 2021. "Assessing the Influence of Different Validation Protocols on Ocean Colour Match-up Analyses." *Remote Sensing of Environment* 259 (June): 112415. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112415>.

Ferrarin, Christian, Marco Bajo, Alvis Benetazzo, Luigi Cavaleri, Jacopo Chiggiato, Silvio Davison, Silvio Davolio, Piero Lionello, Mirko Orlić, and Georg Umgiesser. 2021a. "Local and Large-Scale Controls of the Exceptional Venice Floods of November 2019." *Progress in Oceanography* 197 (September). <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102628>.

Ferrarin, Christian, Marco Bajo, Alvis Benetazzo, Luigi Cavaleri, Jacopo Chiggiato, Silvio Davison, Silvio Davolio, Piero Lionello, Mirko Orlić, and Georg Umgiesser. 2021b. "Local and Large-Scale Controls of the Exceptional Venice Floods of November 2019." *Progress in Oceanography* 197 (September): 102628. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102628>.

Umgiesser, Georg, Marco Bajo, Christian Ferrarin, Andrea Cucco, Piero Lionello, Davide Zanchettin, Alvis Papa, et al. 2021. "The Prediction of Floods in Venice: Methods, Models and Uncertainty (Review Article)." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21 (8): 2679–2704. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2679-2021>.

Zanchettin, Davide, Sara Bruni, Fabio Raicich, Piero Lionello, Fanny Adloff, Alexey Androsov, Fabrizio Antonioli, et al. 2021. "Sea-Level Rise in Venice: Historic and Future Trends (Review Article)." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21 (8): 2643–78. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2643-2021>.

Cavaleri, L., M. Bajo, F. Barbariol, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Bertotti, J. Chiggiato, C. Ferrarin, F. Trincardi, and G. Umgiesser, 2020. The 2019 flooding of Venice and its implications for future predictions, *Oceanography*, 33(1), 42–49, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.105>

Pedro Veras Guimarães, Fabrice Ardhuin, Filippo Bergamasco, Fabien Leckler, Jean-François Filipot, Jae-Seol Shim, Vladimir Dulov, Alvis Benetazzo, 2020. A data set of sea surface stereo images to resolve space-time wave fields. *Sci Data* 7, 145. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0492-9>

Bonaldo, Davide, Edoardo Bucchignani, Angela Pomaro, Antonio Ricchi, Mauro Sclavo, and Sandro Carniel. 2020. "Wind Waves in the Adriatic Sea under a Severe Climate Change Scenario and Implications for the Coasts." *International Journal of Climatology* 40 (12): 5389–5406. <https://doi.org/10.1002/joc.6524>.

Bracaglia, Marco, Rosalia Santoleri, Gianluca Volpe, Simone Colella, Mario Benincasa, and Vittorio Ernesto Brando. 2020. "A Virtual Geostationary Ocean Color Sensor to Analyze the Coastal Optical Variability." *Remote Sensing* 12 (10): 1539. <https://doi.org/10.3390/rs12101539>

Braga, Federica, Gian Marco Scarpa, Vittorio Ernesto Brando, Giorgia Manfè, and Luca Zaggia. 2020. "COVID-19 Lockdown Measures Reveal Human Impact on Water

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Transparency in the Venice Lagoon.” *Science of The Total Environment* 736 (September): 139612. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139612>

Ferrarin, Christian, Andrea Valentini, Martin Vodopivec, Dijana Klaric, Giovanni Massaro, Marco Bajo, Francesca De Pascalis, et al. 2020. “Integrated Sea Storm Management Strategy: The 29 October 2018 Event in the Adriatic Sea.” *Natural Hazards and Earth System Sciences* 20 (1): 73–93. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-73-2020>

Giardino, Claudia, Mariano Bresciani, Federica Braga, Alice Fabbretto, Nicola Ghirardi, Monica Pepe, Marco Gianinetto, et al. 2020. “First Evaluation of PRISMA Level 1 Data for Water Applications.” *Sensors* 20 (16): 4553. <https://doi.org/10.3390/s20164553>

Guimarães, Pedro Veras, Fabrice Ardhuin, Filippo Bergamasco, Fabien Leckler, Jean-François Filipot, Jae-Seol Shim, Vladimir Dulov, and Alvis Benetazzo. 2020. “A Data Set of Sea Surface Stereo Images to Resolve Space-Time Wave Fields.” *Scientific Data* 7 (1): 145. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0492-9>

Bracaglia, Marco, Gianluca Volpe, Simone Colella, Rosalia Santoleri, Federica Braga, and Vittorio Ernesto Brando. 2019. “Using Overlapping VIIRS Scenes to Observe Short Term Variations in Particulate Matter in the Coastal Environment.” *Remote Sensing of Environment* 233 (November): 111367. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111367>.

Cavaleri, L., M. Bajo, F. Barbariol, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Bertotti, J. Chiggiato, S. Davolio, C. Ferrarin, L. Magnusson, A. Papa, P. Pezzutto, A. Pomaro, and G. Umgiesser, 2019. The October 29, 2018 storm in Northern Italy – an exceptional event and its modeling, *Prog. Oceanogr.*, 178, 102,178, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102178>

Bellafore, Debora, Christian Ferrarin, Federica Braga, Luca Zaggia, Francesco Maicu, Giuliano Lorenzetti, Giorgia Manfè, Vittorio Brando, and Francesca De Pascalis. 2019. “Coastal Mixing in Multiple-Mouth Deltas: A Case Study in the Po Delta, Italy.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 226 (October): 106254. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106254>

Bonaldo, D., F. Antonioli, R. Archetti, A. Bezzi, A. Correggiari, S. Davolio, G. De Falco, et al. 2019. “Integrating Multidisciplinary Instruments for Assessing Coastal Vulnerability to Erosion and Sea Level Rise: Lessons and Challenges from the Adriatic Sea, Italy.” *Journal of Coastal Conservation* 23 (1): 19–37. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0633-x>

Ferrarin, Christian, Silvio Davolio, Debora Bellafore, Michol Ghezzi, Francesco Maicu, William Mc Kiver, Oxana Drofa, et al. 2019. “Cross-Scale Operational Oceanography in the Adriatic Sea.” *Journal of Operational Oceanography* 12 (2): 86–103. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2019.1576275>.

Pomaro, A., Cavaleri, L., Lionello, P., 2018. 39 years of directional wave recorded data and relative problems, climatological implications and use. *Sci. Data* 5, 180139. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.139>.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Benetazzo, A., Serafino, F., Bergamasco, F., Ludeno, G., Arduin, F., Sutherland, P., Sclavo, M., Barbariol, F., 2018. Stereo imaging and X-band radar wave data fusion: An assessment. *Ocean Engineering* 152, 346–352. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.01.077>

Cavaleri, L., S. Abdalla, A. Benetazzo, L. Bertotti, J.–R. Bidlot, Ø. Breivik, S. Carniel, et al. 2018. “Wave Modelling in Coastal and Inner Seas.” *Progress in Oceanography* 167 (October): 164–233. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.03.010>.

Maicu, Francesco, Francesca De Pascalis, Christian Ferrarin, and Georg Umgiesser. 2018. “Hydrodynamics of the Po River-Delta-Sea System.” *Journal of Geophysical Research: Oceans* 123 (9): 6349–72. <https://doi.org/10.1029/2017JC013601>.

Manzo, Ciro, Federica Braga, Luca Zaggia, Vittorio Ernesto Brando, Claudia Giardino, Mariano Bresciani, and Cristiana Bassani. 2018. “Spatio–Temporal Analysis of Prodelta Dynamics by Means of New Satellite Generation: The Case of Po River by Landsat–8 Data.” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 66 (April): 210–25. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.11.012>.

Marini, Simone, Lorenzo Corgnati, Carlo Mantovani, Mauro Bastianini, Ennio Ottaviani, Emanuela Fanelli, Jacopo Aguzzi, Annalisa Griffa, and Pierre–Marie Poulain. 2018. “Automated Estimate of Fish Abundance through the Autonomous Imaging Device GUARD1.” *Measurement* 126 (October): 72–75. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.05.035>

Peureux, Charles, Alvis Benetazzo, and Fabrice Arduin. 2018. “Note on the Directional Properties of Meter–Scale Gravity Waves.” *Ocean Science* 14 (1): 41–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/os-2017-48>.

Pomaro, Angela, Luigi Cavaleri, and Piero Lionello. 2017. “Climatology and Trends of the Adriatic Sea Wind Waves: Analysis of a 37-year Long Instrumental Data Set.” *International Journal of Climatology* 37 (12): 4237–50. <https://doi.org/10.1002/joc.5066>.

Bergamasco, Filippo, Andrea Torsello, Mauro Sclavo, Francesco Barbariol, and Alvis Benetazzo. 2017. “WASS: An Open–Source Pipeline for 3D Stereo Reconstruction of Ocean Waves.” *Computers & Geosciences* 107 (October): 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.07.001>.

Benetazzo, Alvis, Fabrice Arduin, Filippo Bergamasco, Luigi Cavaleri, Pedro Veras, Michael Schwendeman, Mauro Sclavo, et al. 2017. “On the Shape and Likelihood of Oceanic Rogue Waves.” *Scientific Reports* 7: 8276 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07704-9>.

Braga, Federica, Luca Zaggia, Debora Bellafiore, Mariano Bresciani, Claudia Giardino, Giuliano Lorenzetti, Francesco Maicu, et al. 2017. “Mapping Turbidity Patterns in the Po River Prodelta Using Multi–Temporal Landsat 8 Imagery.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 198 (November): 555–67. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.11.003>.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Benetazzo, Alvise, Francesco Barbariol, Filippo Bergamasco, Carniel Sandro, Mauro Sclavo, Jeseon Yoo, Luigi Cavaleri, et al. 2017. "Space-Time Extreme Wind Waves: Analysis and Prediction of Shape and Height." *Ocean Modelling* 113: 201–16. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.03.010>.

Barbariol, Francesco, J.H.G.M Alves, Alvise Benetazzo, Filippo Bergamasco, L. Bertotti, Sandro Carniel, Luigi Cavaleri, et al. 2017. "Numerical Modeling of Space-Time Wave Extremes Using WAVEWATCH III." *Ocean Dynamics* 67 (3–4): 535–49. <https://doi.org/10.1007/s10236-016-1025-0>

Ferrarin, Christian, Francesco Maicu, and Georg Umgiesser. 2017. "The Effect of Lagoons on Adriatic Sea Tidal Dynamics." *Ocean Modelling* 119 (November): 57–71. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.09.009>.

Trincardi, F., A. Barbanti, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Cavaleri, J. Chiggiato, A. Papa, et al. 2016. "The 1966 Flooding of Venice: What Time Taught Us for the Future." *Oceanography* 29 (4). <https://doi.org/10.5670/oceanog.2016.87>.

Ricchi, A., M.M. Miglietta, P.P. Falco, A. Benetazzo, D. Bonaldo, A. Bergamasco, M. Sclavo, and S. Carniel. 2016. "On the Use of a Coupled Ocean–Atmosphere–Wave Model during an Extreme Cold Air Outbreak over the Adriatic Sea." *Atmospheric Research* 172–173. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.12.023>.

Barbariol, Francesco, Francesco Marcello Falcieri, Carlotta Scotton, Alvise Benetazzo, Sandro Carniel, and Mauro Sclavo. 2016. "Wave Extreme Characterization Using Self-Organizing Maps." *Ocean Science* 12 (2): 403–15. <https://doi.org/10.5194/os-12-403-2016>

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, *Atmospheric Environment*, 132, 153–162, 2016

Archetti, Renata, Agnese Paci, Sandro Carniel, and Davide Bonaldo. 2016. "Optimal Index Related to the Shoreline Dynamics during a Storm: The Case of Jesolo Beach." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16 (5): 1107–22. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1107-2016>

Carniel, S., A. Benetazzo, D. Bonaldo, F.M. Falcieri, M.M. Miglietta, A. Ricchi, and M. Sclavo. 2016. "Scratching beneath the Surface While Coupling Atmosphere, Ocean and Waves: Analysis of a Dense Water Formation Event." *Ocean Modelling* 101. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2016.03.007>

McKiver, W. J., G. Sannino, F. Braga, and D. Bellafiore. 2016. "Investigation of Model Capability in Capturing Vertical Hydrodynamic Coastal Processes: A Case Study in the North Adriatic Sea." *Ocean Science* 12 (1): 51–69. <https://doi.org/10.5194/os-12-51-2016>

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Piazzola, J., N. Mihalopoulos, E. Canepa, G. Tedeschi, P. Prati, P. Zampas, M. Bastianini, T. Missamou, and L. Cavaleri. 2016. "Characterization of Aerosols above the Northern Adriatic Sea: Case Studies of Offshore and Onshore Wind Conditions." *Atmospheric Environment* 132 (May): 153–62. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.02.044>.

Bassani, C., C. Manzo, F. Braga, M. Bresciani, C. Giardino, and L. Alberotanza. 2015. "The Impact of the Microphysical Properties of Aerosol on the Atmospheric Correction of Hyperspectral Data in Coastal Waters." *Atmospheric Measurement Techniques* 8 (3): 1593–1604. <https://doi.org/10.5194/amt-8-1593-2015>

Benetazzo A., Barbariol F., Bergamasco F., Torsello A., Carniel S., Sclavo M., 2015. Observation of extreme sea waves in a space–time ensemble. *JOURNAL OF PHYSICAL OCEANOGRAPHY* 45, 2261–2275 <https://doi.org/10.1175/JPO-D-15-0017.1>

Brando, V.E., F. Braga, L. Zaggia, C. Giardino, M. Bresciani, E. Matta, D. Bellafiore, et al. 2015. "High–Resolution Satellite Turbidity and Sea Surface Temperature Observations of River Plume Interactions during a Significant Flood Event." *Ocean Science* 11 (6). <https://doi.org/10.5194/os-11-909-2015>

Ferrarin, Christian, Alberto Tomasin, Marco Bajo, Antonio Petrizzo, and Georg Umgiesser. 2015. "Tidal Changes in a Heavily Modified Coastal Wetland." *Continental Shelf Research* 101 (June): 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.04.002>.

Bolaños, R., J.V. Tornfeldt Sørensen, A. Benetazzo, S. Carniel, and M. Sclavo. 2014. "Modelling Ocean Currents in the Northern Adriatic Sea." *Continental Shelf Research* 87. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2014.03.009>

Bonaldo, D., A. Benetazzo, A. Bergamasco, F.M. Falcieri, S. Carniel, M. Aurighi, and M. Sclavo. 2014. "Sediment Transport Modifications Induced by Submerged Artificial Reef Systems: A Case Study for the Gulf of Venice." *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43 (1). <https://doi.org/10.2478/s13545-014-0112-4>.

Benetazzo, A., Bergamasco, A., Bonaldo, D., Falcieri, F.M., Sclavo, M., Langone, L., Carniel, S., 2014. Response of the Adriatic Sea to an intense cold air outbreak: Dense water dynamics and wave–induced transport. *PROGRESS IN OCEANOGRAPHY* 128, 115–138.

Banner, M.L. L., X. Barthelemy, F. Fedele, M. Allis, A. Benetazzo, F. Dias, and W.L. Peirson. 2014. "Linking Reduced Breaking Crest Speeds to Unsteady Nonlinear Water Wave Group Behavior." *Physical Review Letters* 112 (11): 114502, 1–5. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.114502>.

Benetazzo, A., S. Carniel, M. Sclavo, and Andrea Bergamasco. 2013. "Wave–Current Interaction: Effect on the Wave Field in a Semi–Enclosed Basin." *Ocean Modelling* 70 (October): 152–65. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2012.12.009>.

Barbariol, Francesco, Alvise Benetazzo, Sandro Carniel, and Mauro Sclavo. 2013. "Improving the Assessment of Wave Energy Resources by Means of Coupled Wave–Ocean

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Numerical Modeling.” Renewable Energy 60 (December): 462–71. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.05.043>

Fedele, Francesco, Alvise Benetazzo, Guillermo Gallego, Ping–Chang Shih, Anthony Yezzi, Francesco Barbariol, and Fabrice Ardhuin. 2013. “Space–Time Measurements of Oceanic Sea States.” Ocean Modelling 70 (October): 103–15. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2013.01.001>.

Ferrarin, C., M. Ghezzi, G. Umgiesser, D. Tagliapietra, E. Camatti, L. Zaggia, and A. Sarretta. 2013. “Assessing Hydrological Effects of Human Interventions on Coastal Systems: Numerical Applications to the Venice Lagoon.” Hydrology and Earth System Sciences 17 (5): 1733–48. <https://doi.org/10.5194/hess-17-1733-2013>

Mihanović, H., I. Vilibić, S. Carniel, M. Tudor, A. Russo, A. Bergamasco, N. Bubić, et al. 2013. “Exceptional Dense Water Formation on the Adriatic Shelf in the Winter of 2012.” Ocean Science 9 (3): 561–72. <https://doi.org/10.5194/os-9-561-2013>.

Sclavo, Mauro, Alvise Benetazzo, Sandro Carniel, Andrea Bergamasco, and Francesco Marcello Falcieri. 2013. “Wave–Current Interaction Effect on Sediment Dispersal in a Shallow Semi–Enclosed Basin” 65: 1587–92. <https://doi.org/10.2112/SI65-268.1>

Canu, Donata Melaku, Cosimo Solidoro, Georg Umgiesser, Andrea Cucco, and Christian Ferrarin. 2012. “Assessing Confinement in Coastal Lagoons.” Marine Pollution Bulletin 64 (11): 2391–98. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.007>.

Bastianini, M., L. Cavaleri, and T. La Rocca. 2012. “Brief Communication on An Extreme Meteorological Event at the ISMAR Oceanographic Tower” Natural Hazards and Earth System Sciences 12 (2): 281–85. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-281-2012>.

Benetazzo, A., F. Fedele, S. Carniel, A. Ricchi, E. Bucchignani, and M. Sclavo. 2012. “Wave Climate of the Adriatic Sea: A Future Scenario Simulation.” Natural Hazards and Earth System Science 12 (6): 2065–76. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-2065-2012>.

Benetazzo, A., F. Fedele, G. Gallego, P.–C. Shih, and A. Yezzi. 2012. “Offshore Stereo Measurements of Gravity Waves.” Coastal Engineering 64 (June): 127–38. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.01.007>.

Bastianini, M; Cavaleri, L; La Rocca, T; An extreme meteorological event at the ISMAR oceanographic tower. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12, 2, 281, 2012, Copernicus GmbH

Fedele, Francesco, Guillermo Gallego, Anthony Yezzi, Alvise Benetazzo, Luigi Cavaleri, Mauro Sclavo, and Mauro Bastianini. 2012. “Euler Characteristics of Oceanic Sea States.” Mathematics and Computers in Simulation 82 (6): 1102–11. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2011.05.009>

Lionello, P., L. Cavaleri, K.M. Nissen, C. Pino, F. Raicich, and U. Ulbrich. 2012. “Severe Marine Storms in the Northern Adriatic: Characteristics and Trends.” Physics and

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Chemistry of the Earth, Parts A/B/C 40–41 (January): 93–105.
<https://doi.org/10.1016/j.pce.2010.10.002>

Bertotti, L., P. Canestrelli, L. Cavaleri, F. Pastore, and L. Zampato. 2011. “The Henetus Wave Forecast System in the Adriatic Sea.” *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11 (11): 2965–79. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-2965-2011>.

Bertotti, Luciana, Jean-Raymond Bidlot, Roberto Buizza, Luigi Cavaleri, and Martin Janousek. 2011. “Deterministic and Ensemble-based Prediction of Adriatic Sea Sirocco Storms Leading to ‘Acqua Alta’ in Venice.” *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 137 (659): 1446–66. <https://doi.org/10.1002/qj.861>.

Bertotti, Luciana, and Luigi Cavaleri. 2011. “The Predictability of Meteorological–Oceanographic Events.” *Ocean Dynamics* 61 (9): 1391–1402. <https://doi.org/10.1007/s10236-011-0433-4>

Gallego, Guillermo, Anthony Yezzi, Francesco Fedele, and Alvise Benetazzo. 2011. “A Variational Stereo Method for the Three-Dimensional Reconstruction of Ocean Waves.” *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 49 (11): 4445–57. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2011.2150230>.

Cavaleri, L., L. Bertotti, R. Buizza, A. Buzzi, V. Masato, G. Umgiesser, and M. Zampieri. 2010. “Predictability of Extreme Meteorological–Oceanographic Events in the Adriatic Sea.” *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 136 (647): 400–413. <https://doi.org/10.1002/qj.567>

Ferrarin, Christian, Andrea Cucco, Georg Umgiesser, Debora Bellafiore, and Carl L. Amos. 2010. “Modelling Fluxes of Water and Sediment between Venice Lagoon and the Sea.” *Continental Shelf Research* 30 (8): 904–14. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2009.08.014>.

Cavaleri, L. The oceanographic tower Acqua Alta—Activity and prediction of sea states at Venice. *Coast. Eng.* 2000, 39, 29–70

7.1.3 OpenData

Pomaro, A., L. Cavaleri, A. Papa, P. Lionello, 2018. 39 years of directional wave recorded data at the Acqua Alta oceanographic tower. PANGAEA. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.885361>

Pedro Veras Guimaraes, Fabrice Ardhu, Filippo Bergamasco, Fabien Leckler, Jean-François Filipot, Jeseon Yoo, Alvise Benetazzo, 2019. A Data Set of Sea Surface Stereo Images to Resolve Space-Time Wave Fields. IFREMER. <http://dx.doi.org/10.12770/af599f42-2770-4d6d-8209-13f40e2c292f>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.2 Meda elastica PALOMA

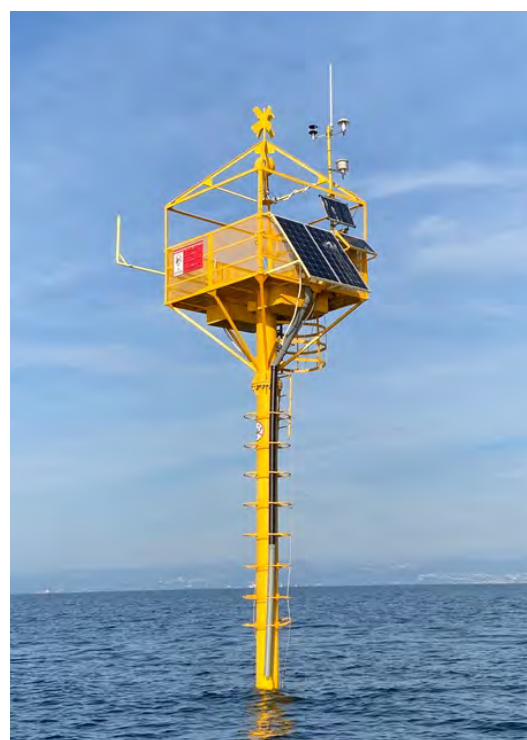


Figura 3 – Posizione della meda elastica PALOMA al centro del Golfo di Trieste, riposizionamento della stazione, maggio 2022, dopo i lavori di ristrutturazione e la stazione come si presenta oggi.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Acronimo di “Piattaforma Avanzata Laboratorio Oceanografico Mare Adriatico”, la Meda PALOMA è situata al centro del Golfo di Trieste, tra le località costiere di Pirano (Slovenia) e Grado.

Installata circa 8 miglia nautiche al largo della costa triestina, in uno specchio acqueo della profondità di circa 24 m (GPS 45.618283 N, 13.565217 E), fu alata dal CNR–ISMAR nel luglio del 2002 e nuovamente nel maggio 2022, a seguito di importanti lavori di manutenzione effettuati in bacino.

Dal 2002 fornisce dati meteomarini acquisiti in collaborazione con la Protezione Civile – FVG e l’ARPA–OSMER e disponibili in tempo quasi reale.

Nel corso degli anni la sua dotazione strumentale è stata ampliata ed orientata principalmente agli studi degli scambi aria–mare dell’anidride carbonica (CO₂), principale gas serra.

La stazione è in fase di potenziamento, con l’installazione di sensori aggiuntivi e di un sistema di trasmissione dati, che permetterà una trasmissione in tempo quasi reale di tutti i parametri acquisiti.

Dal 2008, in collaborazione con ARPA–FVG, viene effettuato anche un monitoraggio della colonna d’acqua a cadenza mensile, con profili completi da sonda multiparametrica e campionamenti discreti a 4 profondità con misure di ossigeno disciolto, nutrienti, carbonio organico disciolto (DOC), pH (precisione ± 0,003), alcalinità totale. Queste misure permettono una completa caratterizzazione del sistema carbonatico e costituiscono la più lunga serie temporale di queste variabili in Adriatico.

La Meda contribuisce all’infrastruttura di ricerca europea ICOS–ERIC (*Integrated Carbon Observations System*), di cui è stata la prima stazione marina italiana e secondo sito fisso europeo a farne ufficialmente parte, concludendo la fase di validazione dati (*Labelling*) nel 2018. Contribuisce inoltre alle infrastrutture europee DANUBIUS–RI, e JERICO–RI attualmente in fase di implementazione.

7.2.1 Variabili osservate

La tabella seguente riporta il prospetto delle variabili oceaniche e climatiche essenziali acquisite su base operativa presso la stazione.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2002	1 min	CNR–ISMAR / Prot. Civ. FVG

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Radiation budget</u>	2002	1 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
<u>Temperature</u>	2002	1 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
<u>Water vapour</u>	2002	1 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
<u>Wind speed and direction</u>	2017	15 min	CNR-ISMAR
Carbon Dioxide	2014	2 h	CNR-ISMAR
Ocean			
Physical			
<u>Sea state</u>	2013	15 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2013	15 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2013	15 min	CNR-ISMAR
Biogeochemical			
<u>Inorganic carbon</u>	2013	6 h	CNR-ISMAR-
<u>Nutrients</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
<u>Oxygen</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
<u>Dissolved organic carbon</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
<u>Transient tracers</u>	-		-
Biological/ecosystems			
<u>Marine habitats</u>	-		-
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2011	monthly	OGS/ CNR-ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Zooplankton biomass and diversity</u>	2014	monthly	OGS / CNR-ISMAR
<u>Oxygen</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Nutrients</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
Cross-Disciplinary			
<u>Ocean Sound</u>	2013	continuous	ARPA FVG / CNR-ISMAR

7.2.2 Pubblicazioni

Skjelvan, I., Coppola, L., Cardin, V., Juza, M., Bozzano, R., Pensieri, S., Giani, M., Siena, G., Urbini, L., Mauri, E., Martellucci, R., Cantoni, C., Luchetta, A., Izquierdo, A., Paulsen, M., & Fiedler, B. (2021). The ATL2MED mission – experiences and lessons learnt. ICOS-OTC. <https://doi.org/10.18160/9HK5-807K>;

Steinhoff T, Gkritzalis T, Lauvset SK, Jones S, Schuster U, Olsen A, Becker M, Bozzano R, Brunetti F, Cantoni C, Cardin V, Diverrès D, Fiedler B, Fransson A, Giani M, Hartman S, Hoppema M, Jeansson E, Johannessen T, Kitidis V, Körtzinger A, Landa C, Lefèvre N, Luchetta A, Naudts L, Nightingale PD, Omar AM, Pensieri S, Pfeil B, Castaño-Primo R, Rehder G, Rutgersson A, Sanders R, Schewe I, Siena G, Skjelvan I, Soltwedel T, van Heuven S and Watson A, 2019. Constraining the Oceanic Uptake and Fluxes of Greenhouse Gases by Building an Ocean Network of Certified Stations: The Ocean Component of the Integrated Carbon Observation System, ICOS-Oceans. *Front. Mar. Sci.* 6:544. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00544>.

M. Ravaioli, C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, S. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, R. D'Adamo, S. Durante, C. Fanara, F. Grilli, M. Lipizer, M. Marini, S. Miserocchi, E. Paschini, P. Penna, S. Pensieri, A. Pugnelli, F. Raichich, K. Schroeder, G. Siena, A. Specchiulli, G. Stanghellini, A. Vetrano, A. Crise. The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. 2016 *Journal of Operational Oceanography*, Vol. 9, Iss. sup1. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2015.1114806>

Cantoni C., Luchetta A., Chiggiato J., Cozzi S., Schroeder K., Langone L. Dense water flow and carbonate system in the South Adriatic: a focus on the 2012 event. 2016. *Marine Geology*, V 375 pp 15–27, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.08.013>

Raichich F., Malačič V., Celio M., Gaiotti D., Cantoni C., Colucci R.R., Čermelj B., and Pucillo A. 2013. Extreme Air-Sea Interactions in the Gulf of Trieste (North Adriatic) during

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

the strong Bora event in winter 2012. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118, 5238 – 5250, doi:10.1002/jgrc.20398, 2013.

Carolina Cantoni, Anna Luchetta, Massimo Celio, Stefano Cozzi, Fabio Raicich, Giulio Catalano, 2012. Carbonate system variability in the gulf of Trieste (north Adriatic sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.07.006>

Cozzi S., Adami G., Barbieri P., Cantoni C., Catalano G., Crisciani F., Fiorotto V., Olivo P., Purini R., Raicich F. and Reisenhofer E. 2004. Matching monitoring and modelling in the Gulf of Trieste. *Marine Pollution Bulletin* 48, 587–603

Cozzi S., Reisenhofer E., Di Monte L., Cantoni C., Adami G. 2008. Effect of environmental forcing on the fate of nutrients, dissolved organic matter and heavy metals released by a coastal wastewater pipeline. *Chemistry and Ecology*, 24:2, 87–107. (DOI: 10.1080/02757540801919354).

Weibull distribution of bora and sirocco winds in the northern Adriatic Sea M Jeromel, V Vlado Malačič, J Rakovec – *Geofizika*, 26,1, 2009

Circulation in the Gulf of Trieste: Measurements and model results B Bogunović, V Malačič – *Il nuovo cimento C*, 2008

Reyes Suárez, N. C., Tirelli, V., Ursella, L., Ličer, M., Celio, M., and Cardin, V.: Multi-platform study of the extreme bloom of the barrel jellyfish *Rhizostoma pulmo* (Cnidaria: Scyphozoa) in the northernmost gulf of the Mediterranean Sea (Gulf of Trieste) in April 2021, *Ocean Sci.*, 18, 1321–1337, <https://doi.org/10.5194/os-18-1321-2022>, 2022

7.2.3 OpenData

Luchetta, A. (2021). ICOS OTC FOS Release, IT-FOS-PALOMA, 2017-03-09-2017-11-16, ICOS RI, <https://hdl.handle.net/11676/whuBAp1Xg1mVzaYZs41BmJ5d>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.3 Meda S1-GB

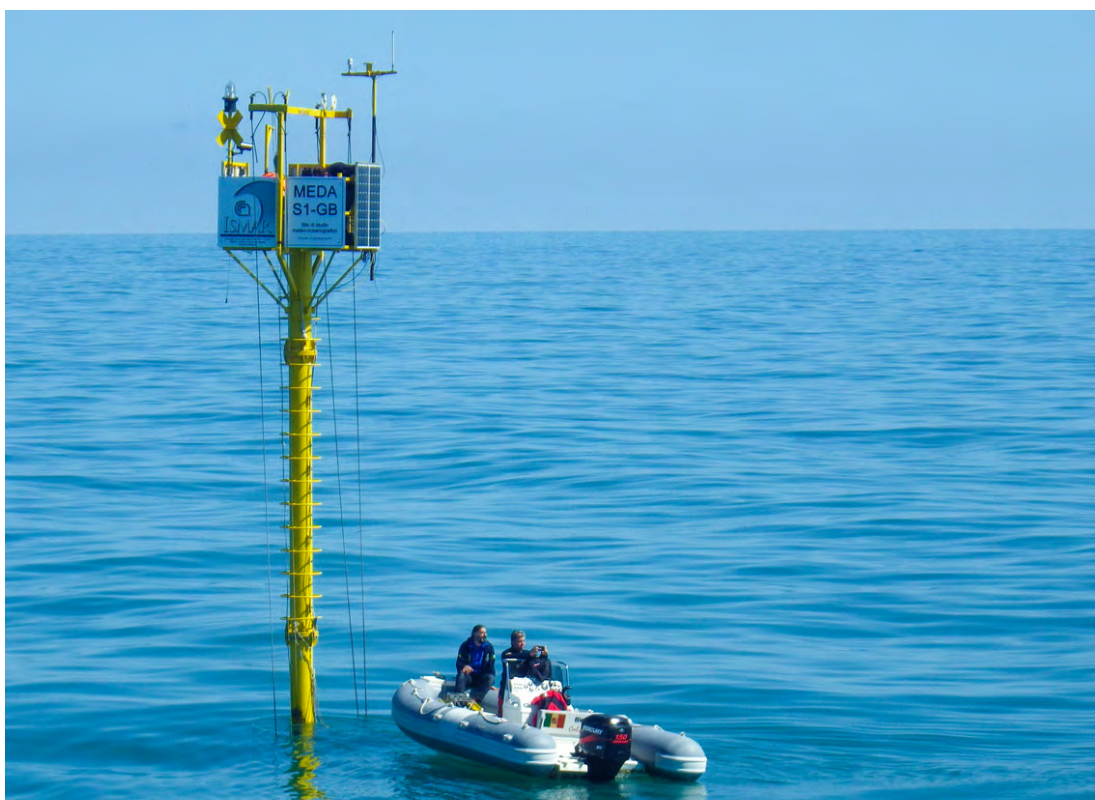


Figura 4– Individuazione della posizione della Meda S1-GB a Sud della foce di Po di Goro (Delta del fiume Po – Adriatico Settentrionale)

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La meda S1–GB costituisce una delle due stazioni di misura gestite da ISMAR lungo la costa romagnola, al largo del Delta del Po.

Installata in uno specchio acqueo della profondità di circa 21 m (GPS 44.7384 N – 12.4526 E), la boa meteo–oceanografica S1 è stata posizionata da ISMAR per la prima volta nel corso del 2003, nel sito di studio S1, a circa 4 miglia nautiche a Sud della foce di Po di Goro (Delta del fiume Po – Adriatico Settentrionale), su di un fondale di 22.5 m. Dopo un periodo di test di due mesi nel 2003, la boa S1 è stata posizionata in maniera definitiva a marzo 2004.

Nel corso del 2015 è stato possibile potenziare ulteriormente la stazione S1: il sistema semi–mobile a boa galleggiante e catena strumentata è stato sostituito con una stazione fissa a meda elastica. La stazione è stata rinominata da boa S1 a meda S1–GB.

La meda S1–GB è composta da una stazione meteorologica e una linea di ormeggio sommersa che ospita strumentazione oceanografica a due profondità (–2,5 m e –18,5 m).

La meda è collocata in un punto di monitoraggio chiave per lo studio delle interazioni tra l’Alto Adriatico e il fiume Po, sperimentando un’ampia gamma di condizioni oceanografiche e viene considerata rappresentativa delle condizioni di piattaforma continentale dell’Adriatico settentrionale, in un’area influenzata dagli apporti solidi e liquidi del fiume Po. Acquisisce, in continuo, parametri oceanografici, meteorologici, biogeochimici anche ai fini della modellistica fisica e biologica dell’Adriatico settentrionale.

Il sistema è dotato di dispositivi di logging e trasmissione NRT, sistemi di alimentazione a tensione continua 12 e 24 VDC, stazione meteorologica e doppio argano (collegato all’ormeggio sommerso) che ospita la strumentazione oceanografica a due livelli di profondità (tra cui sonde CTD, sensori di ossigeno disciolto, clorofilla, torbidità e CDOM, ADCP). Ulteriori misure sono raccolte di routine nel sito con campionamenti periodici riguardanti la biologia, la chimica e l’oceanografia.

La meda contribuisce alle infrastrutture di ricerca europee eLTER–RI, nell’ambito del macrosito Alto Adriatico, DANUBIUS–RI e JERICO–RI.

7.3.1 Variabili osservate

La tabella seguente riporta il prospetto delle variabili oceaniche e climatiche essenziali acquisite su base operativa presso la stazione.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Precipitation</u>	2018	30 min	CNR- ISMAR
<u>Pressure</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Temperature</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Water vapour</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Wind speed and direction</u>	2004	5 min	CNR- ISMAR
Ocean			
Physical			
<u>Subsurface currents</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
Biogeochemical			
<u>Nutrients</u>	2006	every 6 months	CNR- ISMAR
<u>Oxygen</u>	2012	30 min	CNR- ISMAR
<u>Transient tracers</u>	2012	annual	CNR- ISMAR
<u>Particulate matter</u>	2012	30 min	CNR- ISMAR
Biological/ecosystems			
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2012	every 6 months	CNR- ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Zooplankton biomass and diversity</u>	2012	every 6 months	CNR-ISMAR
Cross-Disciplinary			
<u>Ocean Sound</u>	2019	continuous	CNR-ISMAR

7.3.2 Pubblicazioni

Riminucci F., V. Funari, M. Ravaioli, L. Capotondi (2022). Trace metals accumulation on modern sediments from Po river prodelta, North Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 175, Doi:10.1016/j.marpolbul.2022.113399

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

Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Boldrin A., Bergami C., Cassin D., De Lazzari A., Finotto S., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Sarretta A., Socal G., Pugnetti A. 2020. A long-term (1965–2015) ecological marine database from the LTER-Italy Northern Adriatic Sea site: plankton and oceanographic observations. Earth System Science Data 12: 215–230, <https://doi.org/10.5194/essd-12-215-2020>

Barra E., F. Riminucci, E. Dinelli, S. Albertazzi, P. Giordano, M. Ravaioli, L. Capotondi (2020). Natural Versus Anthropic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. Applied Science, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595

Grilli F., S. Accoroni, F. Acri, F. Bernardi Aubry, C. Bergami, M. Cabrini, A. Campanelli, M. Giani, S. Guicciardi, M. Marini, F. Neri, A. Penna, P. Penna, A. Pugnetti, M. Ravaioli, F. Riminucci, F. Ricci, C., Totti, P. Viaroli, S. Cozzi (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(8), 2280, DOI: 10.3390/w12082280

Capotondi L., N. Mancin, V. Cesari, E. Dinelli, M. Ravaioli, F. Riminucci (2019). Recent agglutinated foraminifera from the North Adriatic Sea: What the agglutinated tests can tell. Marine Micropaleontology, 147, pp. 25–42, DOI: 10.1016/j.marmicro.2019.01.006.

Grati F., G. Fabi, G. Scarcella, S. Guicciardi, P. Penna, M. Scanu, S. Leoni, F. Riminucci, C. Frittelloni, L. Gagliardini, L. Bolognini (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: 10.1371/journal.pone.0205877

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Braga F., L. Zaggia, D. Bellafiore, M. Bresciani, C. Giardino, G. Lorenzetti, F. Maicu, C. Manzo, F. Riminucci, M. Ravioli, V. E. Brando (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: 10.1016/j.ecss.2016.11.003

Böhm E., F. Riminucci, G. Bortoluzzi, S. Colella, F. Acri, R. Santoleri, M. Ravioli, (2016) Operational use of continuous surface fluorescence measurements off shore Rimini to validate satellite-derived chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s167–s175, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117763

Ravioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, R. D’Adamo, S. Durante, C. Fanara, F. Grilli, M. Lipizer, M. Marini, S. Miserocchi, E. Paschini, P. Penna, S. A. Crise (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s202–s214, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806

Davolio S., P. Stocchi, A. Benetazzo, E. Böhm, F. Riminucci, M. Ravioli, X.-M. Li, S. Carniel (2015). Exceptional Bora outbreak in winter (2015). Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 71, pp. 1–20, DOI:10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002

Russo A., Coluccelli A., Carniel S., Benetazzo A., Valentini A., Paccagnella T., Ravioli M., Bortoluzzi G. (2013). Operational models hierarchy for short term marine predictions: The Adriatic Sea example, in: 2013 MTSIEEE OCEANS, Bergen, <https://doi.org/10.1109/oceans-bergen.2013.6608139>;

Guarnieri A., Pinardi N., Oddo P., Bortoluzzi G., Ravioli M. (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.* 118, 166–183. <http://dx.doi.org/10.1029/2012JC007921>.

7.3.3 OpenData

Acri, Bastianini, Bernardi Aubry, Camatti, Bergami, Boldrin, De Lazzari, Finotto, Minelli, Oggioni, Pansera, Sarretta, Socal, & Pugnetti. (2019). LTER Northern Adriatic Sea (Italy) marine data from 1965 to 2015 (Version 3) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3516717>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.4 Meda Abate



Figura 5– Individuazione della posizione della Meda Abate nel Mare Adriatico.

La Meda ABATE è installata a circa 20 miglia nautiche dalla costa, in uno specchio acqueo della profondità di circa 20 m (GPS 45.25 N – 12.77666 E), dal marzo 2000.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La stazione è di proprietà dell'Agenda Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV) ed ospita strumentazione del Centro Previsioni e Segnalazioni Maree del Comune di Venezia e costituisce un sito di interesse per monitoraggio di variabili biogeochimiche di lungo termine per l'Istituto di Scienze Marine.

La meda è collocata in un punto di interesse per il monitoraggio delle condizioni meteorologiche a supporto delle previsioni dello stato di mare e delle condizioni di marea nel nord Adriatico e nella Laguna di Venezia.

I dati meteorologici e idrologici, le misure di corrente e i flussi verticali sono distribuiti con risoluzione temporale di 10 min. Ulteriori parametri idrologici (CTD) e biogeochimici (ossigeno disciolto, nutrienti inorganici, pHT, phytoplankton e zooplankton, clorofilla) sono campionati con frequenza mensile.

La Meda contribuisce all'infrastruttura di ricerca europea LTER, nell'ambito del sito Alto Adriatico.

7.4.1 Variabili osservate

La tabella seguente riporta il prospetto delle variabili oceaniche e climatiche essenziali acquisite su base operativa presso la stazione.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2016	10 min	CPSM
<u>Temperature</u>	2016	10 min	CPSM
<u>Wind speed and direction</u>	2016	10 min	CPSM
Ocean			
Physical			
<u>Sea level</u>	2017	10 min	CPSM

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.5 Meda Lampedusa

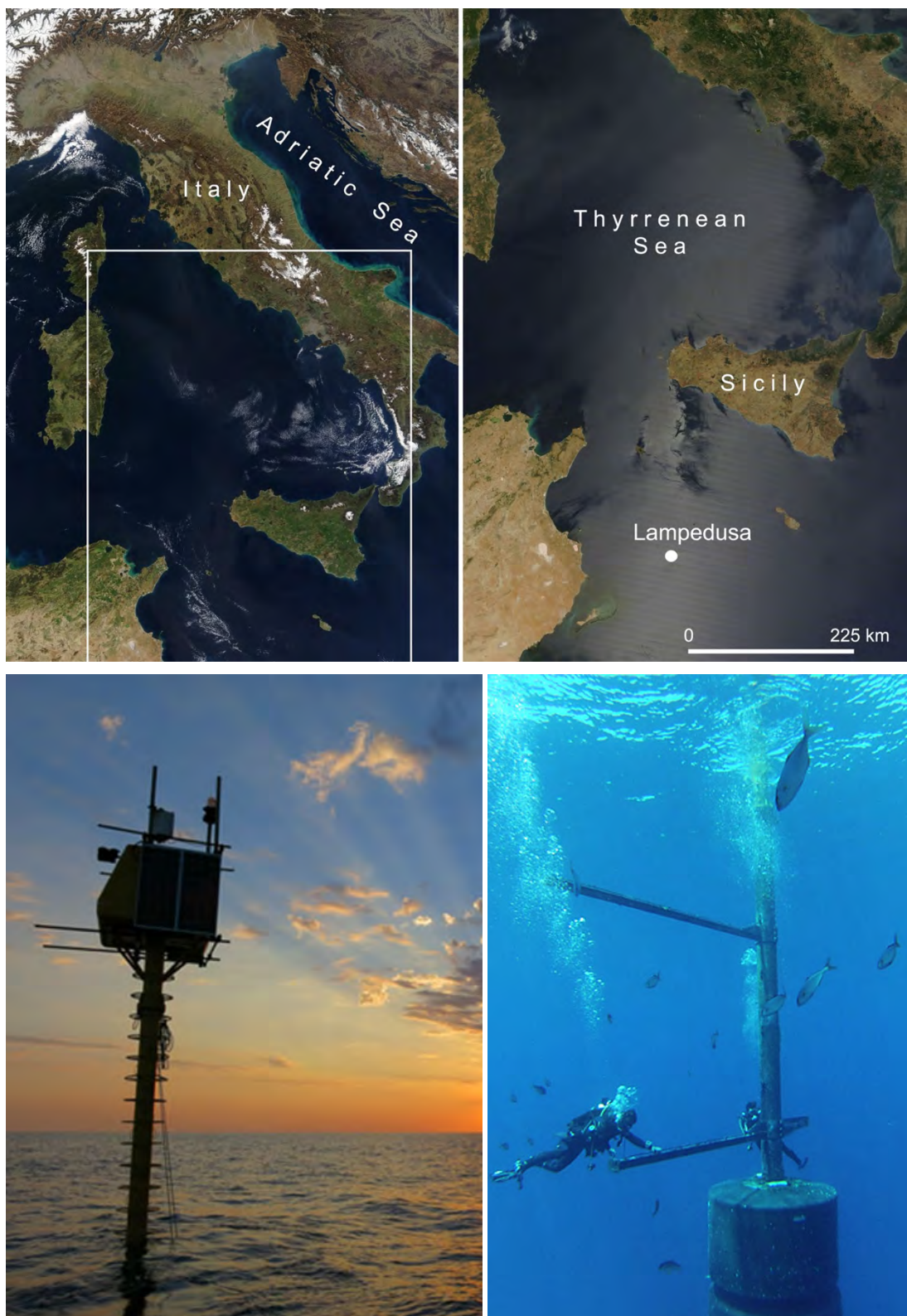


Figura 6– Individuazione della posizione della Meda Lampedusa.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La meda strumentata costituisce il nodo oceanografico dell'osservatorio integrato dedicato alla misura di parametri di rilevanza per studi climatici di proprietà ENEA sull'Isola di Lampedusa.

La meda è installata nel Canale di Sicilia, a circa 3.3 miglia dalla costa sud-occidentale di Lampedusa, in uno specchio acqueo della profondità di circa 74 m (GPS 35.49°N, 12.47°E) ed è operativa dal mese di agosto 2015, con sensori dedicati alla ricerca delle interazioni aria-mare e alla validazione di osservazioni satellitari.

I sensori operativi includono, una sezione atmosferica con una stazione meteorologica con anemometro sonico, radiometri solare ed infrarosso, sensore di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR); e una sezione oceanica con sensori di temperatura (a 1, 2 e 18m di profondità), pressione, conducibilità e ossigeno (5 e 18m), 2 Triplet WetLabs (scattering della luce in mare, fluorescenza della clorofilla, sostanza organica disciolta, a 5 e 18m), pH, pressione parziale della CO2 e radiazione fotosintetica (PAR) in mare, oltre a 2 set di radiometri iperspettrali a 2 diverse profondità (coadiuvati da un radiometro in aria) che permettono di misurare operativamente la radiometria sotto la superficie del mare (Remote Sensing Reflectance e/o Normalized Water Leaving Radiance).

La meda è collocata in un punto di interesse per il monitoraggio delle caratteristiche biogeochimiche dell'acqua trovandosi in condizioni di particolare trasparenza, di particolare rilevanza per la validazione di osservazioni satellitari.

7.5.1 Variabili osservate

La tabella seguente riporta il prospetto delle variabili oceaniche e climatiche essenziali acquisite su base operativa presso la stazione.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Temperature</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Water vapour</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Wind speed and direction</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Surface Radiation Budget</u>	2016	1 min	ENEA

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Ocean			
Physical			
<u>Sea state</u>	2018	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2018	5 min	ENEA
<u>Subsurface temperature</u>	2018	1 min	ENEA
Biogeochemical			
<u>Oxygen</u>	2018	5 min	ENEA
<u>Ocean colour</u>	2019	30 min	CNR- ISMAR

7.5.2 Pubblicazioni

Pollino, M., L. La Porta, A. Crosara, L. De Rosa, T. Di Iorio, A. Iaccarino, D. Meloni, M. Pecci, S. Aronica, I. Fontana, G. Giacalone, G. Tranchida, F. Anello, F. Borfecchia, A. Calabrese, S. Colella, F. Colucci, S. Marullo, C. Micheli, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, D. Sferlazzo, and A. di Sarra, The integrated Marine Hazard webGIS platform for management of open and coastal ocean in Sicily, 2022 IEEE International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea), 22329770, doi: 10.1109/MetroSea55331.2022.9950878, 2022

Marullo, S., J. Pitarch, M. Bellacicco, A. G. di Sarra, D. Meloni, F. Monteleone, D. Sferlazzo, V. Artale, and R. Santoleri, Air-sea interaction in the central Mediterranean Sea: assessment of reanalysis and satellite observations, *Remote Sens.*, 2021, 13, 2188. <https://doi.org/10.3390/rs13112188>, 2021

Liberti, G. L., D. D'Alimonte, A. di Sarra, C. Mazeran, K. Voss, M. Yarbrough, R. Bozzano, L. Cavaleri, S. Colella, C. Cesarini, T. Kajiyama, D. Meloni, A. Pomaro, G. Volpe, C. Yang, F. Zagolski, and R. Santoleri, Uropean RadiometrY Buoy and InfrAstructure (EURYBIA): a contribution to the design of the European Copernicus infrastructure for Ocean Colour System Vicarious Calibration, *Remote Sens.*, 12, 1178; doi:10.3390/rs12071178, 2020.

di Sarra, A., C. Bommarito, F. Anello, T. Di Iorio, D. Meloni, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, and D. Sferlazzo, Assessing the quality of shortwave and longwave radiation observations over the ocean: one year of high time resolution measurements at the Lampedusa Oceanographic Observatory, *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 36, 2383–2400, 2019

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.6 Boa meteo-oceanografica E1



Figura 7 – Individuazione della posizione della boa E1 nel Mare Adriatico, lungo la costa romagnola al largo della costa di Rimini.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La boa E1 costituisce una delle due stazioni di misura gestite da ISMAR lungo la costa romagnola al largo della costa di Rimini.

La boa meteo-oceanografica E1 è situata nell'Adriatico Settentrionale, a circa 4 miglia nautiche a Nord della città di Rimini, il sistema è ancorato al fondo mare mediante catena e corpo morto su di un fondale di 10.5 m (GPS 44.14325 N – 12.5701 E). La stazione è stata posizionata da ISMAR per la prima volta nell'agosto del 2006 come stazione automatica per il monitoraggio degli eventi anossici ed ipossici nell'area costiera Romagnola, all'interno del progetto LIFE+ Environment EMMA; al termine del progetto il sistema è stato mantenuto attivo e implementato nel tempo. La boa E1 è composta da una stazione meteorologica e una linea di ormeggio sommersa che ospita strumentazione oceanografica a due profondità (-1,6 m e -8 m).

La boa è collocata in un punto di monitoraggio chiave per lo studio delle interazioni tra l'Alto Adriatico e il fiume Po, sperimentando un'ampia gamma di condizioni oceanografiche. Acquisisce, in continuo, parametri oceanografici, meteorologici, biogeochimici anche ai fini della modellistica fisica e biologica. La stazione viene considerata rappresentativa delle condizioni di zona costiera dell'Adriatico centro-settentrionale.

Il sistema è dotato di dispositivi di logging e trasmissione NRT, sistemi di alimentazione a tensione continua 12 e 24 VDC, stazione meteorologica e strumentazione oceanografica a due livelli di profondità (tra cui sonde CTD, sensori di ossigeno disciolto, clorofilla, torbidità e CDOM, ADCP). Ulteriori misure sono raccolte di routine nel sito con campionamenti periodici riguardanti la biologia, la chimica e l'oceanografia.

La boa contribuisce all'infrastruttura di ricerca europea eLTER-RI, nell'ambito del macrosito Alto Adriatico.

7.6.1 Variabili osservate

La tabella seguente riporta il prospetto delle variabili oceaniche e climatiche essenziali acquisite su base operativa presso la stazione.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Temperature</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Water vapour</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Wind speed and direction</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
Ocean			
Physical			
<u>Sea state</u>	2020	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface currents</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
Biogeochemical			
<u>Nutrients</u>	2006	every 6 months	CNR- ISMAR
<u>Oxygen</u>	2012	30 min	CNR- ISMAR
<u>Transient tracers</u>	2012–	annual	CNR- ISMAR
Biological/ecosystems			
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2006	every 6 months	CNR- ISMAR

7.6.2 Pubblicazioni

Riminucci F., V. Funari, M. Ravaioli, L. Capotondi (2022). Trace metals accumulation on modern sediments from Po river prodelta, North Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 175, Doi:10.1016/j.marpolbul.2022.113399

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

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

Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Boldrin A., Bergami C., Cassin D., De Lazzari A., Finotto S., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Sarretta A., Social G., Pugnetti A. 2020. A long-term (1965–2015) ecological marine database from the LTER-Italy Northern Adriatic Sea site: plankton and oceanographic observations. *Earth System Science Data* 12: 215–230, <https://doi.org/10.5194/essd-12-215-2020>

Barra E., F. Riminucci, E. Dinelli, S. Albertazzi, P. Giordano, M. Ravaioli, L. Capotondi (2020). Natural Versus Anthropic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. *Applied Science*, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595

Grilli F., S. Accoroni, F. Acri, F. Bernardi Aubry, C. Bergami, M. Cabrini, A. Campanelli, M. Giani, S. Guicciardi, M. Marini, F. Neri, A. Penna, P. Penna, A. Pugnetti, M. Ravaioli, F. Riminucci, F. Ricci, C., Totti, P. Viaroli, S. Cozzi (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(8), 2280, DOI: 10.3390/w12082280

Capotondi L., N. Mancin, V. Cesari, E. Dinelli, M. Ravaioli, F. Riminucci (2019). Recent agglutinated foraminifera from the North Adriatic Sea: What the agglutinated tests can tell. *Marine Micropaleontology*, 147, pp. 25–42, DOI: 10.1016/j.marmicro.2019.01.006.

Grati F., G. Fabi, G. Scarcella, S. Guicciardi, P. Penna, M. Scanu, S. Leoni, F. Riminucci, C. Frittelloni, L. Gagliardini, L. Bolognini (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: 10.1371/journal.pone.0205877

Braga F., L. Zaggia, D. Bellafiore, M. Bresciani, C. Giardino, G. Lorenzetti, F. Maicu, C. Manzo, F. Riminucci, M. Ravioli, V. E. Brando (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: 10.1016/j.ecss.2016.11.003

Böhm E., F. Riminucci, G. Bortoluzzi, S. Colella, F. Acri, R. Santoleri, M. Ravaioli, (2016) Operational use of continuous surface fluorescence measurements off shore Rimini to validate satellite-derived chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s167–s175, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117763

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, R. D'Adamo, S. Durante, C. Fanara, F. Grilli, M. Lipizer, M. Marini, S. Miserocchi, E. Paschini, P. Penna, S. A. Crise (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s202–s214, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806

Davolio S., P. Stocchi, A. Benetazzo, E. Böhm, F. Riminucci, M. Ravaioli, X.-M. Li, S. Carniel (2015). Exceptional Bora outbreak in winter (2015). Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 71, pp. 1–20, DOI:10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002

Russo A., Coluccelli A., Carniel S., Benetazzo A., Valentini A., Paccagnella T., Ravaioli M., Bortoluzzi G. (2013). Operational models hierarchy for short term marine predictions: The Adriatic Sea example, in: 2013 MTSIEEE OCEANS, Bergen, <https://doi.org/10.1109/oceans-bergen.2013.6608139>;

Guarnieri A., Pinardi N., Oddo P., Bortoluzzi G., Ravaioli M. (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.* 118, 166–183. <http://dx.doi.org/10.1029/2012JC007921>.

7.6.3 OpenData

Acri, Bastianini, Bernardi Aubry, Camatti, Bergami, Boldrin, De Lazzari, Finotto, Minelli, Oggioni, Pansera, Sarretta, Socal, & Pugnetti. (2019). LTER Northern Adriatic Sea (Italy) marine data from 1965 to 2015 (Version 3) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3516717>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.7 Rete Radar HF

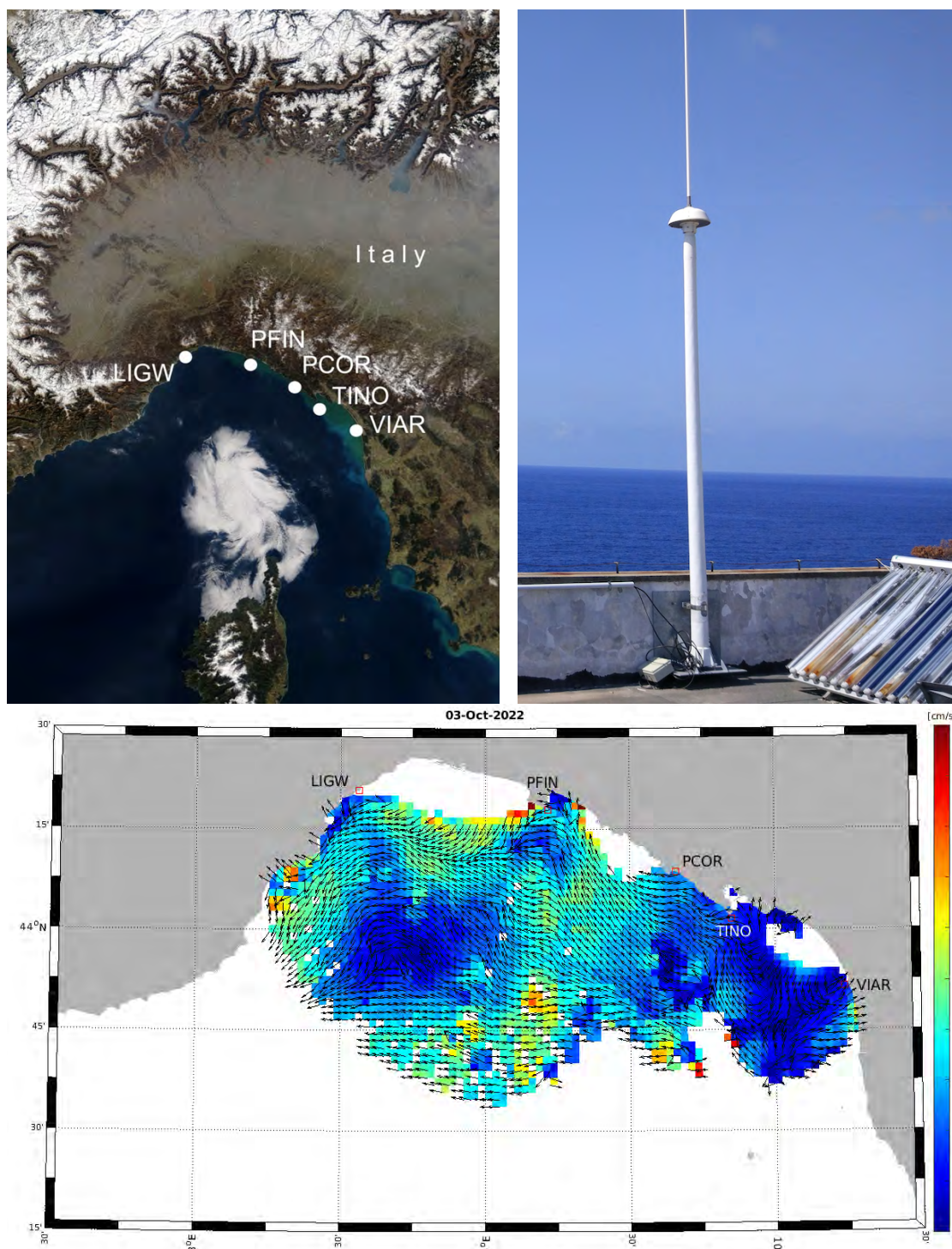


Figura 8 – Campo di corrente superficiale misurata dalla rete Radar HF dell’Istituto di Scienze Marine in data 03/10/2022 h. 00:00. Dettaglio dell’antenna radar HF installata presso il faro di Portofino (GE), codice sito PFIN.

La rete Radar HF dell’Istituto di Scienze Marine si compone di 5 stazioni che operano nelle bande di frequenza di 13MHz e 25MHz, attive dal 2016 lungo le coste del Mar Tirreno Settentrionale e del Mar Ligure (vedi Figura 8).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Stazioni operative:

LIGW	Celle Ligure (SV)	44.29871 N, 9.21837 E
PCOR	Monterosso al Mare (SP)	44.14333 N, 9.65944 E
TINO	Isola del Tino (SP)	44.02638 N, 9.84916 E
PFIN	Portofino (GE)	44.29861 N, 9.21833 E
VIAR	Viareggio (LU)	43.85805 N, 10.23722 E

Ulteriori 2 stazioni saranno attivate a partire dal 2023 per il monitoraggio dell'area portuale di Genova, mentre sono in corso valutazioni per l'estensione della rete ad altri bacini significativi lungo la costa italiana.

I Radar HF sono in grado di fornire mappe di velocità superficiale della corrente marina in ampie regioni del mare (l'estensione della copertura della rete Radar HF dell'Istituto raggiunge i 10.000 km², con una distanza dalla costa fino a 80 km) e ad intervalli di tempo tipicamente di un'ora. Sono quindi molto adatti per il monitoraggio in continuo delle correnti oceaniche di superficie. I sistemi Radar HF possono fornire anche importanti informazioni statistiche sul campo d'onda (e.g. altezza dell'onda significativa, periodo medio, direzione media) o persino, in determinate configurazioni, il suo spettro direzionale completo.

La rete Radar HF Radar dell'Istituto di Scienze Marine fornisce accesso in tempo reale ai campi orari di velocità della corrente marina (vedi sezione 7.7.3).

La rete contribuisce all'infrastruttura di ricerca europea JERICO.

7.7.1 Variabili osservate

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Ocean			
Physical			
<u>Surface current</u>	2016	1h	CNR-ISMAR
<u>Sea state</u>	2016	10 min	CNR-ISMAR

7.7.2 Pubblicazioni

Lorente, P., Aguiar, E., Bendoni, M., Berta, M., Brandini, C., Caceres-Euse, A., Capodici, F., Cianelli, D., Ciraolo, G., Corgnati, L., Dadic, V., Doronzo, B., Drago, A., Dumas, D., Falco, P., Fattorini, M., Gauci, A., Gomez, R., Griffa, A., Guerin, C.-A.,

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Hernandez-Carrasco, I., Hernandez-Lasheras, J., Licer, M., Magaldi, M. G., Mantovani, C., Mihanovic, H., Molcard, A., Mourre, B., Orfila, A., Revelard, A., Reyes, E., Sanchez, J., Saviano, S., Sciascia, R., Taddei, S., Tintoré, J., Toledo, Y., Ursella, L., Uttieri, M., Vilibic, I., Zambianchi, E., Cardin, V., 2022. Coastal high-frequency radars in the Mediterranean -- Part 1: Status of operations and a framework for future development. *Ocean Science*, 18, 3, 761–795. <https://os.copernicus.org/articles/18/761/2022>. doi: 10.5194/os-18-761-2022.

Reyes, E., Aguiar, E., Bendoni, M., Berta, M., Brandini, C., Caceres-Euse, A., Capodici, F., Cardin, V., Cianelli, D., Ciraolo, G., Corgnati, L., Dadic, V., Doronzo, B., Drago, A., Dumas, D., Falco, P., Fattorini, M., Fernandes, M. J., Gauci, A., Gomez, R., Griffa, A., Guerin, C.-A., Hernandez-Carrasco, I., Hernandez-Lasheras, J., Licer, M., Lorente, P., Magaldi, M. G., Mantovani, C., Mihanovic, H., Molcard, A., Mourre, B., Revelard, A., Reyes-Suarez, C., Saviano, S., Sciascia, R., Taddei, S., Tintoré, J., Toledo, Y., Uttieri, M., Vilibic, I., Zambianchi, E., Orfila, A., 2022. Coastal high-frequency radars in the Mediterranean -- Part 2: Applications in support of science priorities and societal needs. *Ocean Science*, 18, 3, 797–837. <https://os.copernicus.org/articles/18/797/2022>. doi: 10.5194/os-18-797-2022.

Magaldi M. G., Barbieri L., Mantovani C., Baratti M., Bendoni M., Berta M., Berto D., Bigongiari N., Boccacci A., Bramanti L., Brandini C., Calace N., Caliani I., Cannicci S., Casini S., Connès C., Corgnati L. P., Costanza L., Coudray S., Cristofori S., Di Mento R., Doronzo B., Dumas D., Fattorini M., Femiano R., Fratini S., Galgani F., Galli T., Gozzini B., Gramoullé A., Grassini I., Griffa A., Guizien K., Guérin C.-A., Iozzelli M., Lapucci C., Lenoble V., Maltese S., Mario S., Mazoyer C., Mengoni A., Menonna V., Molcard A., Oliva M., Ortolani A., Ourmières Y., Padrón M., Piermarini R., Pretti C., Romanelli G., Ruberti G., Scarpato A., Sciascia R., Silvestri C., Taddei S., Ugolini A., Vanneste H., Vannucchi V., Xu D. (2021). Strumenti e indicazioni di governance transfrontaliera. Piano d'azione e linee guida del progetto IMPACT. Instruments et indications pour la gouvernance transfrontalière. Plan d'action et lignes directrices du projet IMPACT, Lerici (SP), Italy, CNR Edizioni, 40p., doi: 10.26383/CNR-ISMAR.2021.3

Berta M., Corgnati L., Magaldi M.G., Griffa A., Mantovani C., Rubio A., 2020. Small scale ocean weather during an extreme wind event in the Ligurian Sea. *Copernicus Marine Service Ocean State Report Issue 4, Journal of Operational Oceanography*, vol. 13, pp. s149–s155, doi: 10.1080/1755876X.2020.1785097.

Mantovani, C., Corgnati, L., Horstmann, J., Rubio, A., Reyes, E., Quentin, C., Cosoli, S., Asensio, J. L., Mader, J., and Griffa, A.: Best Practices on High Frequency Radar Deployment and Operation for Ocean Current Measurement, *Front. Mar. Sci.*, 7, 210, <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00210>, 2020.

Roarty, H., Cook, T., Hazard, L., Harlan, J., Cosoli, S., Wyatt, L., Fanjul, E. A., Terrill, E., Otero, M., Largier, J., Glenn, S., Ebuchi, N., Whitehouse, B., Bartlett, K., Mader, J., Rubio, A., Corgnati, L. P., Mantovani, C., Griffa, A., Reyes, E., Lorente, P., Flores-Vidal, X., Rogowski, P., Prukpitikul, S., Lee, S. H., Lai, J. W., Guerin, C., Sanchez, J., Hansen,

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

B., Grilli, S. and Matta, K. S.: The Global High Frequency Radar Network, *Front. Mar. Sci.*, 6, 164, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00164>, 2019.

Corgnati, L.P., Mantovani, C., Griffa, A., Berta, M., Penna, P., Celentano, P., Bellomo, L., Carlson, D.F., D'Adamo, R., 2019. Implementation and validation of the ISMAR high-frequency coastal radar network in the Gulf of Manfredonia (Mediterranean Sea). *IEEE Journal of Oceanic Engineering* 44, 424–445. doi:doi: 10.1109/JOE.2018.2822518

Enrile F., Besio G., Stocchino A., Magaldi M.G., Mantovani C., Cosoli S., Gerin R., Poulain P.M., 2018. Evaluation of surface Lagrangian transport barriers in the Gulf of Trieste. *Continental Shelf Research*, Volume 167, 1 September 2018, Pages 125–138 <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.04.016>

Corgnati, L., Mantovani, C., Novellino, A., Rubio, A., Mader, J., 2018. Recommendation report 2 on improved common procedures for HFR QC analysis. URL: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-944>, doi:10.25607/OBP-944.

Sciascia R., Berta M., Carlson DF., Griffa A., Panfili M., La Mesa M., Corgnati L., Mantovani C., Domenella E., Fredj E., Magaldi MG., D'Adamo R., Pazienza G., Zambianchi E., Poulain PM., 2018. Linking sardine recruitment in coastal areas to ocean currents using surface drifters and HF radar: a case study in the Gulf of Manfredonia, Adriatic Sea. *Ocean Science*, vol. 14, pp. 1461–1482, doi: <https://doi.org/10.5194/os-14-1461-2018>.

Bellomo L., Griffa A., Cosoli S., Falco P., Gerin R., Iermano I., Kalampokis A., Kokkini Z., Lana A., Magaldi M. G., Mamoutos I., Mantovani C., Marmain J., Potiris E., Sayol J. M., Barbin Y., Berta M., Borghini M., Bussani A., Corgnati L., Dagneaux Q., Gaggelli J., Guterman P., Mallarino D., Mazzoldi A., Molcard A., Orfila A., Poulain P. –M., Quentin C., Tintoré J., Uttieri M., Vetrano A., Zambianchi, E., Zervakis, V., 2015. Toward an integrated HF radar network in the Mediterranean Sea to improve search and rescue and oil spill response: the TOSCA project experience. *Journal of Operational Oceanography*, pp. 1.13, doi: 10.1080/1755876X.2015.1087184.

7.7.3 OpenData

I dati misurati dalla rete Radar HF dell'Istituto di Scienze Marine vengono processati nell'ambito del workflow dello EuroGOOS European HFR Node (<https://www.hfrnode.eu/>), che combina in modo automatico i campi orari di velocità radiale in campi orari di velocità totale, applica le procedure di Quality Control sui dati radiali e totali e converte i campi radiali e totali in formato netCDF. Le procedure di Quality Control applicate sui dati di corrente e il data-model netCDF in cui i dati vengono esportati sono quelli dello standard ufficiale europeo per l'interoperabilità e distribuzione dei dati HFR (Corgnati et al., 2018).

I dati processati sono distribuiti in tempo reale e in delayed-mode con accesso libero (licenza Creative Commons CC-BY 4.0) sui seguenti data portals:

- EU HFR NODE THREDDS Data Server:
https://thredds.hfrnode.eu:8443/thredds/NRTcurrent/HFR-TirLig/HFR-TirLig_catalog.html

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Copernicus Marine Service In Situ TAC (<http://www.marineinsitu.eu/>), nei seguenti prodotti:
[INSITU_GLO_PHY_UV_DISCRETE_NRT_013_048](#)
[INSITU_GLO_PHY_UV_DISCRETE_MY_013_044](#)
- EMODnet Physics
<https://emodnet.ec.europa.eu/en/physics>
- EU HFR NODE ERDDAP Data Server (entro fine 2023)

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
 Castello 2737/F
 30122 - Venezia, IT
 +39 041 2407911
 protocollo.ismar@pec.cnr.it
 www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
 di Bologna –
 Via P. Gobetti 101
 40129 - Bologna, IT
 +39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
 Pozzuolo di Lerici
 19032 - La Spezia, IT
 +39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
 Porto Di Napoli snc
 80133 - Napoli, IT
 +39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
 di Roma 2 - Tor Vergata
 Via del Fosso del Cavaliere 100
 00133 - Roma, IT
 +39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
 Basovizza - Edificio Q2
 Strada Statale 14, km 163.5
 34149 - Trieste, IT
 +39 040 3756872

7.8 Catene correntometriche

L'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche gestisce 4 catene correntometriche (di cui 3 su base operativa) nel Mediterraneo collocate nel Canale di Sicilia, nel Canale di Corsica e nel Canale di Sardegna. Collabora inoltre alla gestione di ulteriori due catene correntometriche, collocate nel Mar Ionio e nel Mar Tirreno, rispettivamente in collaborazione con INGV ed ENEA.



Figura 9– Individuazione della posizione delle catene correntometriche che contribuiscono al sistema osservativo CNR–ISMAR.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.8.1 Osservatorio Canale di Sicilia (SiCO1 e SiCO2)

Posizione: SiCO1 37.38°N 11.591°E, SiCO2 37.285°N 11.5°E
Codice WMO: 6101021 and 6101022

Si tratta di un sistema di mooring gemelli nel Canale di Sicilia, dedicato al monitoraggio a lungo termine della circolazione superficiale e intermedia e degli scambi di massa tra i bacini del Mediterraneo orientale e occidentale. Le installazioni subacquee sono ormeggiate a circa 500 m di profondità tra la Sicilia e la Tunisia, al di fuori dell'ampia piattaforma continentale siciliana e sulla soglia occidentale del Canale di Sicilia. Eseguono un monitoraggio continuo dello scambio di masse d'acqua in superficie e intermedio tra i bacini orientali e occidentali del Mar Mediterraneo. Dotati di correntometri tradizionali e dal 2010 di ADCP, sono operativi dal 1993. In profondità sono dotate di sonde CTD ad alta precisione per la misurazione continua dei parametri idrologici. La struttura fa parte di EMSO Italia e di OceanSITES, oltre che del programma Hydrochanges del CIESM. Dal 2013 partecipa anche a una serie di attività di accesso transnazionale, sotto l'egida di JERICO. Un transetto ripetuto tra la Sicilia e la Tunisia, che passa per la posizione degli ormeggi, viene effettuato due volte l'anno per mezzo di una nave da ricerca.

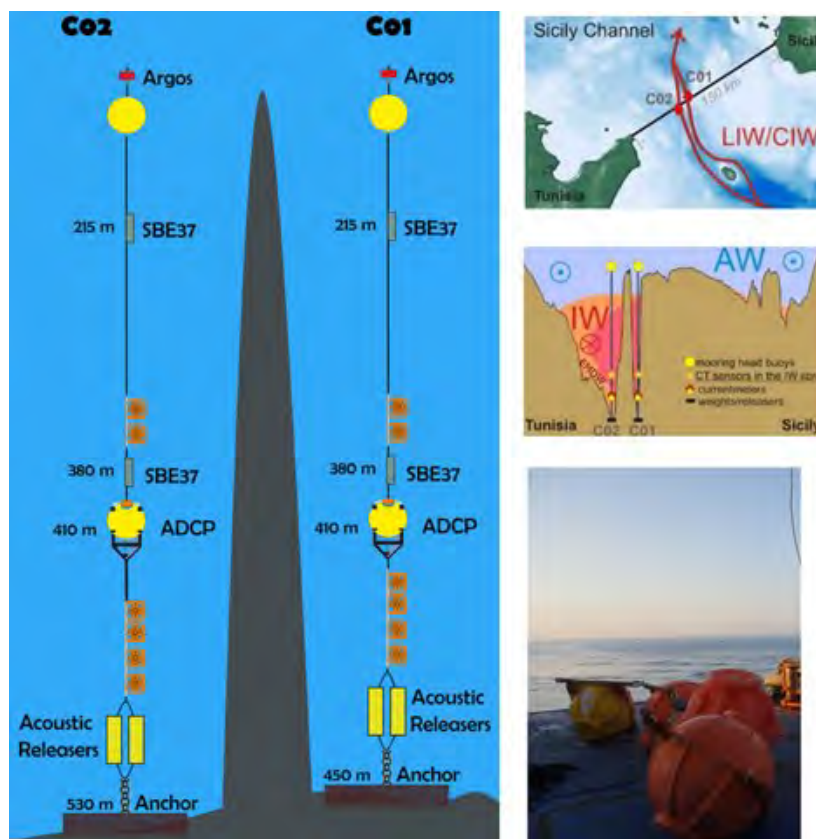


Figura 10– Schema dei due ormeggi (sinistra), in due fosse parallele che convogliano l'acqua da est verso ovest, (in alto a destra) schema della sezione verticale tra Sicilia e Tunisia, con l'indicazione della batimetria e delle masse d'acqua presenti (AW=Acqua Atlantica, IW=Acqua Intermedia), (in basso a destra) boe dell'ormeggio pronte per essere messe a mare.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

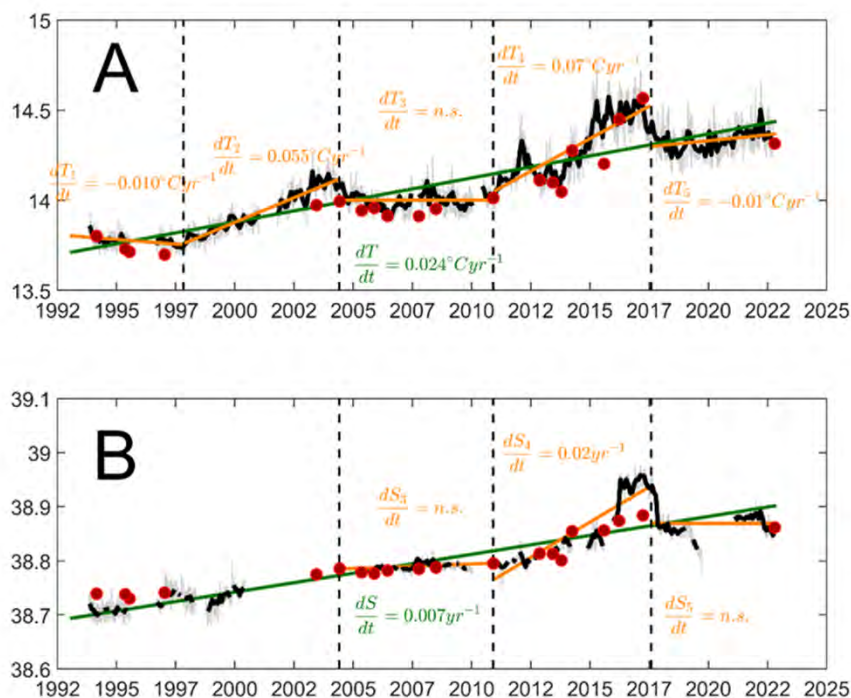


Figura 11 – Serie temporali di Temperatura e Salinità raccolte a 400 m di profondità nel sito SiCO2 dal 1993 ad oggi (update da Schroeder et al., 2017).

Il sito riveste un'importanza particolare per il Mediterraneo e tra i suoi punti di forza vi è il fatto che l'infrastruttura di ricerca si trova nel più importante choke point del Mediterraneo dopo Gibilterra, dove è possibile intercettare tutte le masse d'acqua che scorrono tra il bacino orientale ed il bacino occidentale. La posizione consente anche di tentare di chiudere il bilancio di massa e di calore del Mediterraneo orientale. La serie temporale ha già una durata di 30 anni, il che significa che è utile per valutare gli impatti dei cambiamenti climatici sulle acque del Mediterraneo. Sono pertanto molteplici le domande scientifiche a cui il suo monitoraggio è stato, è e sarà in grado di rispondere, eventualmente anche con l'aggiunta di sensoristica addizionale, tra cui si elencano le seguenti:

- Indagare i cambiamenti nelle proprietà di massa dell'acqua (si tratta della più lunga serie temporale di dati T e S sub-superficiali nel Mediterraneo).
- Studiare l'effetto di una maggiore importazione di sale e calore sui processi di formazione di acqua densa nel Mediterraneo occidentale.
- Indagare sulle cause dei trend osservati: ruolo del cambiamento climatico (riscaldamento, cambiamenti nel ciclo idrologico) nella zona orientale del Mediterraneo.
- Valutazione del trasporto e della sua variabilità attraverso gli stretti (chiusura del bilancio per il Mediterraneo orientale)
- Calcolo dei flussi biogeochimici tra bacino orientale e occidentale, con implicazioni per la produttività e la pompa di Carbonio

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Ricerca biologica e sedimentologica (la migrazione verticale diurna dello zooplancton può essere vista dalla forza di backscattering acustico nei dati ADCP, così come la risospensione dei sedimenti).
- Agevolazione della ricerca multidisciplinare e interdisciplinare grazie alla possibilità di aggiungere sensoristica permanente o temporanea per esperimenti ad hoc (degradazione della plastica, determinazione della concentrazione disciolta e biodisponibile di inquinanti chimici, trappole per sedimenti per studiare il flusso di particelle e la pompa di C, confronto di diversi sensori per l'ossigeno disciolto, ecc.).

7.8.1.1 Variabili osservate

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Ocean			
Physical			
<u>Vertical current profiles (speed and direction)</u>	2010	2 h	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Temperature</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Salinity</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Pressure</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR

7.8.1.2 Pubblicazioni

Schroeder K. and Chiggiato J., eds. (2022). Oceanography of the Mediterranean Sea. An Introductory Guide. Elsevier, ISBN: 9780128236925.

Ben Ismail S., Schroeder K., Chiggiato J., Sparnocchia S., Borghini M. (2021). Long term changes monitored in two Mediterranean Channels. In: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5, Journal of Operational Oceanography, 14:sup1, 1–185, DOI: 10.1080/1755876X.2021.1946240.

Cherif S, et al. (2020) Drivers of change. In: Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp. 59–180, doi:10.5281/zenodo.7100601.

Schroeder, K., J. Chiggiato, S. Ben Ismail, M. Borghini, B. Patti, S. Sparnocchia (2019). Mediterranean deep and intermediate water mass properties. In: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 3, Journal of Operational Oceanography, 12:sup1, s26–s30; doi: 10.1080/1755876X.2019.1633075.

Vladoiu, A., Bouruet–Aubertot, P., Cuypers, Y., Ferron, B., Schroeder, K., Borghini, M., Leizour, S., Ben Ismail S.. Mixing efficiency from microstructure measurements in the Sicily Channel. *Ocean Dynamics* 1–21 (2019), <https://doi.org/10.1007/s10236-019-01274-2>.

Vladoiu A., Bouruet–Aubertot P., Cuypers Y., Ferron B., Schroeder K., Borghini M., Leizour S., Ben Ismail S., 2018. Turbulence in the Sicily Channel from microstructure measurements, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 137, 97–112, doi: 10.1016/j.dsr.2018.05.006.

Schroeder K., J. Chiggiato, S. A. Josey, M. Borghini, S. Aracri, S. Sparnocchia, 2017. Rapid response to climate change in a marginal sea. *Scientific Reports* 7, 4065, doi:10.1038/s41598-017-04455-5.

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, R. D’Adamo, S. Durante, C. Fanara, F. Grilli, M. Lipizer, M. Marini, S. Miserocchi, E. Paschini, P. Penna, S. A. Crise (2016). The RITMARE Italian Fixed–point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s202–s214, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806

Ben Ismail S., K Schroeder, C Sammari, GP Gasparini, M Borghini, L Aleya, 2014: Interannual variability of water mass properties in the Tunisia–Sicily Channel. *Journal of Marine Systems* 135, 14–28

Schroeder K., C. Millot, L. Bengara, S. Ben Ismail, M. Bensi, M. Borghini, G. Budillon, V. Cardin, L. Coppola, C. Curtil, A. Drago, B. El Mounni, J. Font, J.L. Fuda, J. García–Lafuente, G.P. Gasparini, H. Kontoyiannis, D. Lefevre, P. Puig, P. Raimbault, G. Rougier, J. Salat, C. Sammari, J.C. Sánchez Garrido, A. Sánchez–Roman, S. Sparnocchia, C. Tamburini, I. Taupier–Letage, A. Theocharis, M. Vargas–Yáñez, and A. Vetrano, 2013. Long–term monitoring programme of the hydrological variability in the Mediterranean Sea: a first overview of the HYDROCHANGES network. *Ocean Sci.*, 9, 1–24, doi:10.5194/os-9-1-2013.

Gacic M., K. Schroeder, Civitarese G., S. Cosoli, A. Vetrano, G. L. Eusebi–Borzelli, 2013. Salinity in the Sicily Channel corroborates the role of the Adriatic–Ionian Bimodal Oscillating System (BiOS) in shaping the decadal variability of the Mediterranean overturning circulation. *Ocean Sci.*, 9, 83–90, doi:10.5194/os-9-83-2013.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Gasparini, G.P., Schroeder, K. and Sparnocchia, S.: Straits and Channels as key regions of an integrated marine observatory of the Mediterranean: our experience on their long-term monitoring. In Towards an integrated system of Mediterranean marine observatories, F. Briand (Ed.), CIESM Workshop Monographs, No 34, 75–79, 2008.

Gasparini, G.P., Smeed, D.A., Alderson, S., Sparnocchia, S., Vetrano, A. and Mazzola, S.: Tidal and subtidal currents in the Strait of Sicily, *J. Geophys. Res.*, 109, C02011, doi:10.1029/2003JC002011, 2004.

Astraldi, M., Gasparini, G.P., Sparnocchia, S., Moretti, M. and Sansone, E.: The characteristics of the water masses and the water transport in the Sicily Strait at long time scales. In Dynamics of Mediterranean Straits and Channels, F. Briand (ed.), *Bulletin del l'Institut Océanographique, Monaco*, no spécial 17, CIESM Science Series no 2, 95–115, 1996.

7.8.1.3 OpenData

Borghini, M.; Schroeder, K.; Chiggiato, J.; Sparnocchia, S. (2021): Thermohaline evolution at 400 m depth in the Sicily Channel, a choke point of the Mediterranean Sea. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.932163>

7.8.2 Canale di Corsica

Posizione: 43.025 N, 9.6833 E

Codice WMO: 6101020

Si tratta di un ormeggio nel Canale di Corsica dedicato al monitoraggio a lungo termine della circolazione superficiale e intermedia e degli scambi idrici tra due bacini adiacenti (Tirreno e Mar Ligure). L'installazione subacquea è ormeggiata a circa 450 m di profondità tra la Corsica e l'isola di Capraia. Dotata di correntometri tradizionali e dal 2010 di un ADCP, è in funzione dal 1985. In profondità è dotata di sonde CTD ad alta precisione per la misurazione continua dei parametri idrologici. La struttura fa parte del programma Hydrochanges del CIESM e dal 2013 partecipa a una serie di attività transnazionali di accesso, sotto l'egida di JERICO. Un transetto ripetuto tra la Corsica e la terraferma italiana, che passa attraverso la posizione degli ormeggi, viene effettuato due volte l'anno per mezzo di una nave da ricerca.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

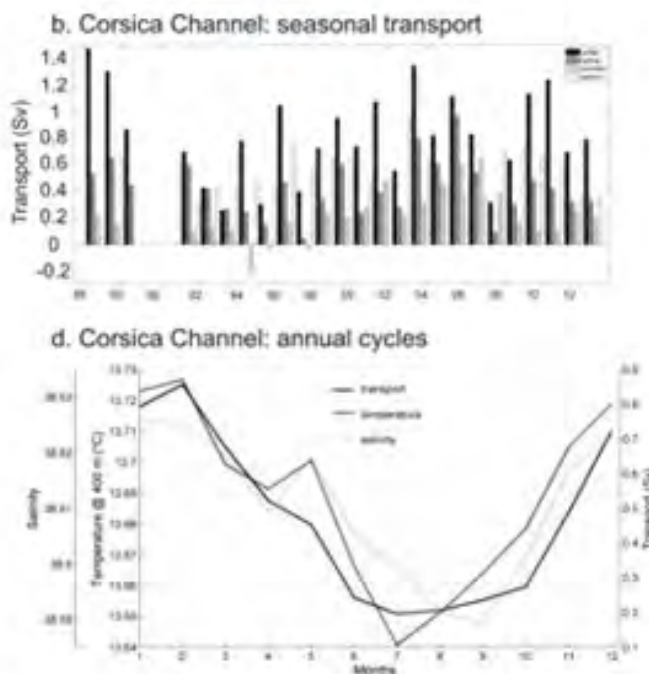
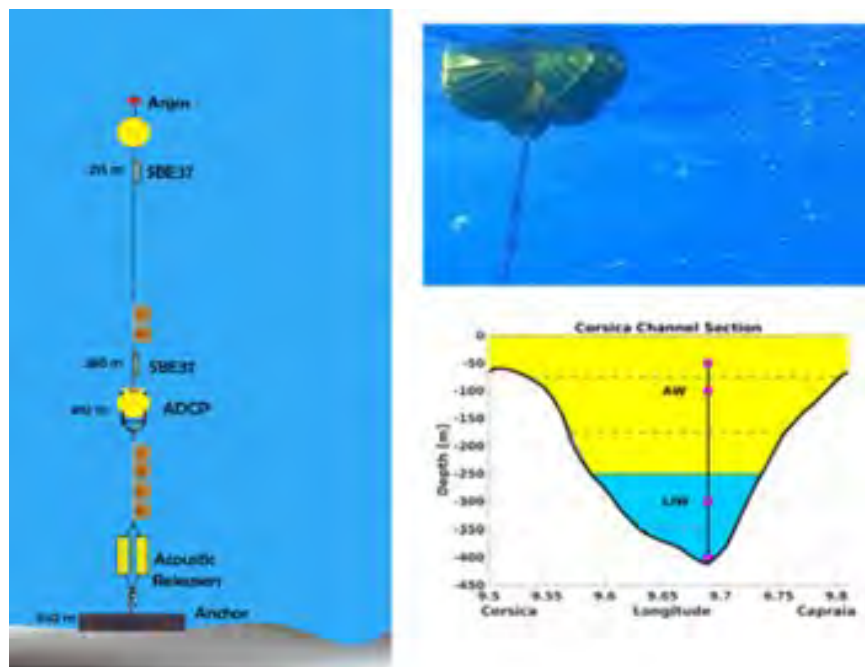


Figura 12– Schema del mooring (in alto a sinistra) e della sezione trasversale tra Isola di Capraia e Corsica, con l’indicazione delle masse d’acqua presenti (in alto a destra). Al centro e in basso sono rappresentati alcuni dei risultati derivati dalle grandezze misurate (correnti, trasporti, temperatura e salinità).

Tra i punti di forza del sito si cita che l’infrastruttura si trovi in un’area cruciale che determina l’importazione di calore e sale nella regione di formazione delle acque dense del Mediterraneo occidentale, e che arriva principalmente attraverso il trasporto delle acque intermedie dal Mar Tirreno al Mar Ligure. L’importazione di calore e sale nell’area di formazione delle acque dense è fondamentale per il processo stesso e per le caratteristiche delle acque profonde di nuova formazione. La serie temporale ha una durata di 30 anni ed

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

è quindi utile per valutare gli impatti dei cambiamenti climatici sulle acque del Mediterraneo.

Sono pertanto molteplici le domande scientifiche a cui il suo monitoraggio è stato, è e sarà in grado di rispondere, eventualmente anche con l'aggiunta di sensoristica addizionale, tra cui si elencano le seguenti:

- Indagare i cambiamenti nelle proprietà della massa d'acqua (è tra le più lunghe serie temporali di dati T e S sottosuperficiali nel Mediterraneo).
- Studiare l'effetto di una maggiore importazione di sale e calore sui processi di formazione di acqua densa nel Mediterraneo occidentale.
- Valutazione dell'importanza del preconditionamento idrografico rispetto a quello atmosferico nei processi di formazione delle acque dense.
- Indagare sulle cause dei trend osservati: ruolo del cambiamento climatico (riscaldamento, cambiamenti nel ciclo idrologico) nella zona orientale del Mediterraneo.
- Valutazione del trasporto e della sua variabilità attraverso gli stretti
- Flussi biogeochimici tra i sottobacini, con implicazioni per la produttività e la pompa di Carbonio
- Ricerca biologica e sedimentologica (la migrazione verticale diurna dello zooplancton può essere vista dalla forza di backscattering acustico nei dati ADCP, così come la risospensione dei sedimenti).
- Agevolazione della ricerca multidisciplinare e interdisciplinare grazie alla possibilità di aggiungere sensoristica permanente o temporanea per esperimenti ad hoc (ad esempio rumore sottomarino, deossigenazione, acidificazione).

7.8.2.1 Variabili osservate

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Ocean			
Physical			
<u>Vertical current profiles (speed and direction)</u>	2010	2 h	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Temperature</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Salinity</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Subsurface Pressure</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
----------------------------	------	--------	-----------

7.8.2.2 Pubblicazioni

Poulain, P.-M., E. Mauri, R. Gerin, J. Chiggiato, K. Schroeder, A. Griffa, M. Borghini, E. Zambianchi, P. Falco, P. Testor, L. Mortier, 2020. On the dynamics in the southeastern Ligurian Sea in summer 2010. *Continental Shelf Research*, 196, 104083, doi: 10.1016/j.csr.2020.104083.

Guerra, D., Schroeder, K., Borghini, M., Camatti, E., Pansera, M., Schroeder, A., Sparnocchia, S., and Chiggiato, J.: Zooplankton diel vertical migration in the Corsica Channel (north-western Mediterranean Sea) detected by a moored acoustic Doppler current profiler, *Ocean Sci.*, 15, 631–649, <https://doi.org/10.5194/os-15-631-2019>, 2019.

Testor, P., Bosse, A., Houpert, L., ... Schroeder, K., ... (2018). Multiscale observations of deep convection in the northwestern Mediterranean Sea During winter 2012–2013 using multiple platforms. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1745–1776. <https://doi.org/10.1002/2016JC012671>.

Aracri S, M Borghini, D Canesso, J Chiggiato, S Durante, K Schroeder, S Sparnocchia, A Vetrano, T Honda, Y Kitawaza, H Kawahara, T Nakamura. Trials of an autonomous profiling buoy system. *Journal of Operational Oceanography* Vol. 9, Iss. sup1, 2016.

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, R. D'Adamo, S. Durante, C. Fanara, F. Grilli, M. Lipizer, M. Marini, S. Miserocchi, E. Paschini, P. Penna, S. A. Crise (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s202–s214, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806

Casella, E., Tepsich, P., Couvelard, X., Caldeira, R., Schroeder, K.: Ecosystem dynamics in the Liguro-Provençal Basin: the role of eddies in the biological production. *Mediterranean Marine Science*, doi: 10.12681/mms.520, 2014.

Schroeder K., C. Millot, L. Bengara, S. Ben Ismail, M. Bensi, M. Borghini, G. Budillon, V. Cardin, L. Coppola, C. Cutil, A. Drago, B. El Mounni, J. Font, J.L. Fuda, J. García-Lafuente, G.P. Gasparini, H. Kontoyiannis, D. Lefevre, P. Puig, P. Raimbault, G. Rougier, J. Salat, C. Sammari, J.C. Sánchez Garrido, A. Sánchez-Roman, S. Sparnocchia, C. Tamburini, I. Taupier-Letage, A. Theocharis, M. Vargas-Yáñez, and A. Vetrano, 2013. Long-term monitoring programme of the hydrological variability in the Mediterranean Sea: a first overview of the HYDROCHANGES network. *Ocean Sci.*, 9, 1–24, doi:10.5194/os-9-1-2013.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Grignon L., Smeed D., Bryden H.L., Schroeder K., 2010. Importance of the Variability of Hydrographic Preconditioning for Deep Convection in the Gulf of Lion, NW Mediterranean. *Ocean Sci.*, 6, 573–586, doi:10.5194/os-6-573-2010.

Gasparini, G.P., Schroeder, K. and Sparnocchia, S.: Straits and Channels as key regions of an integrated marine observatory of the Mediterranean: our experience on their long-term monitoring. In *Towards an integrated system of Mediterranean marine observatories*, F. Briand (Ed.), CIESM Workshop Monographs, No 34, 75–79, 2008.

Vignudelli, S., Cipollini, P., Astraldi, M., Gasparini, G.P. and Manzella, G.: Integrated use of altimeter and in situ data for understanding the water exchanges between the Tyrrhenian and Ligurian Seas, *J. Geophys. Res.*, 105(C8), 19649–19663, 2000.

Vignudelli, S., Gasparini, G.P., Astraldi, M. and Schiano, M.E.: A possible influence of the North Atlantic Oscillation on the circulation of the Western Mediterranean Sea, *Geophys. Res. Letters*, 26(5), 623–626, 1999.

EURO MODEL Group: Progress from 1989 to 1992 in understanding the circulation of the Western Mediterranean sea. *Oceanologica Acta*, 18(2), 255–271, 1995.

Astraldi, M., Gasparini, G.P. and Sparnocchia, S.: The Seasonal and Interannual Variability in the Ligurian–Povencal Basin. In *Seasonal and Interannual Variability of the Western Mediterranean Sea*, P.E. La Violette (Ed.), Coastal and Estuarine Studies vol. 46, AGU, 93–113, 1994.

Astraldi, M. and Gasparini, G.P.: The seasonal characteristics of the circulation in the north Mediterranean basin and their relationship with the atmospheric–climatic conditions, *J. Geophys. Res.*, 97 (C6), 9531–9540, 1992.

Astraldi, M., Gasparini, G. P., Manzella, G. M. R. and Hopkins, T.: Temporal variability of currents in the eastern Ligurian Sea, *J. Geophys. Res.*, 95(C2), 1515–1522, 1990.

Astraldi, M. and Manzella, G. M. R.: Some observations on current measurements on the Eastern Ligurian Shelf, Mediterranean Sea, *Cont. Shelf Res.*, 2, 183–193, 1983.

7.8.2.3 OpenData

ftp://nrt.cmems-
du.eu/Core/INSITU_MED_PHYBGCWAV_DISCRETE_MYNRT_013_035/cmems_obs-
ins_med_phybgcwav_mynrt_na_irr/history/MO/MO_PR_MO_6101020.nc

7.8.3 EMSO SN1

Posizione: 37.5400433 N, 15.3973133 E

Codice WMO: 6202000

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Mooring co-gestito con INGV e posizionato in corrispondenza del nodo SN1 dell'infrastruttura di ricerca EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observatory), 25 km al largo di Catania. Integra l'infrastruttura EMSO SN1 effettuando il monitoraggio nella colonna d'acqua.

Mooring induttivo a circa 2010 m di profondità, posizionato in corrispondenza del nodo SN1 dell'infrastruttura di ricerca EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observatory), 25 km al largo di Catania, nella Sicilia sud-orientale. Integra l'infrastruttura EMSO SN1 effettuando il monitoraggio in continuo di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e torbidità a 4 livelli di profondità (ca 380, 890, 1390 e 1890 m), e di pressione parziale del CO₂ e pressione sul fondo a 1990 m. E' inoltre corredato con correntometri acustici che restituiscono profili di corrente tra 0–380 m, 790–890 m e 1290–1390 m. I dati raccolti dagli strumenti vengono convogliati ad un sistema di controllo e data logger (CommTech LISC) installato alla base del mooring.

Il mooring è stato posizionato a 37°32.4026' N, 15°23.8388' E, il 18 Marzo 2015. Al momento sta operando in modalità registrazione senza trasmissione. Prossimamente sarà messo in comunicazione acustica con la junction box di SN1 e da questa i dati saranno accessibili in tempo reale, via fibre ottiche.

Un sistema profilante per misurare le proprietà della colonna d'acqua da 150 m (circa) di profondità alla superficie è stato installato in testa al mooring il 16 marzo 2016. Il sistema è composto di due unità principali: il verricello e la boa profilante, la quale è equipaggiata con sonda multi-parametrica (temperatura, salinità, ossigeno, torbidità e fluorescenza), sistema di comunicazione acustica, data logger e antenna Iridium per la trasmissione dei dati. Il sistema è stato programmato per effettuare una risalita ogni due giorni.

L'infrastruttura è stata sviluppata con fondi del programma PAC "Piano di Azione e Coesione per le Regioni della Convergenza, Progetto PAC01_00044 – EMSO–MedIT, finanziato a valere sulla Linea d'Intervento "Ricerca e Innovazione" – Azione "Potenziamento Strutturale" – Avviso MIUR D.D. n. 274 del 15/02/2013.

7.8.3.1 Pubblicazioni

S. Sparnocchia, M. Borghini, S. Durante, V. Meccia, A. Giordano and G. Biasini, "From the seafloor to the sea surface: A technical solution for the cabled EMSO–SN1 observatory in the Western Ionian Sea," OCEANS 2015 – Genova, Genova, Italy, 2015, pp. 1–5, doi: 10.1109/OCEANS–Genova.2015.7271527.

7.8.4 Canale di Sardegna

Posizione: 38.3341 N, 9.33265 E

Il Canale di Sardegna, nel Mediterraneo Occidentale, è un'ampia apertura tra la Tunisia e la Sardegna, che presenta una soglia a circa 1900 m in una stretta e profonda fossa che consente lo scambio della parte superiore delle acque profonde tra il

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

sottobacino algerino (profondità > 2500 m) e quello tirrenico (profondità > 3000 m). In esso dal 2002 è posizionato un mooring (attualmente in manutenzione), equipaggiato da una sonda SB37 e un correntometro puntuale vicino al fondo.

Il sito permette di seguire l'evolversi del riscaldamento e della salinificazione che stanno interessando tutte le masse d'acqua Mediterranee, come conseguenza dei cambiamenti climatici in atto. Il punto di forza del sito è la sua elevata profondità, che garantisce che le proprietà termoaline e i segnali che si vogliono captare siano molto puliti e soggetti a una bassissima variabilità alle alte frequenze, permettendo di studiare il segnale climatico con più accuratezza.

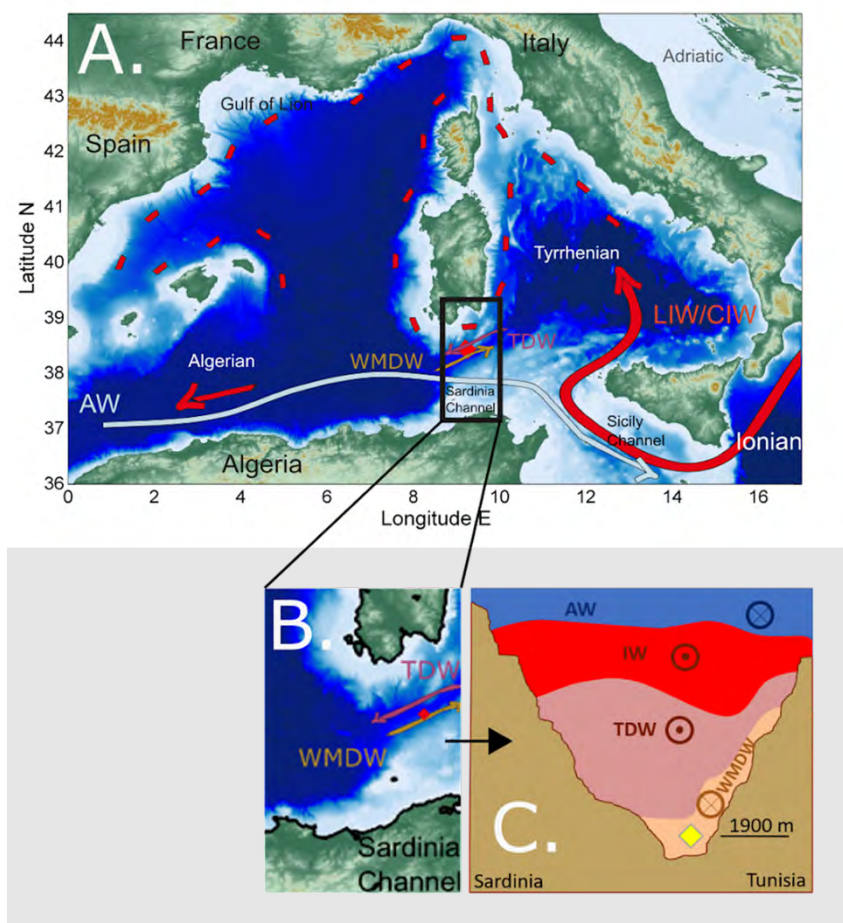


Figura 13– (A) Mappa geografica che indica la posizione del mooring, con zoom di dettaglio dell'area (B) e (C) schema della sezione verticale tra Sardegna e Tunisia con l'indicazione delle masse d'acqua in transito (AW=Acqua Atlantica, IW=Acqua Intermedia, TDW=Acqua Profonda Tirrenica, WMDW=Acqua Profonda del Mediterraneo Occidentale).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

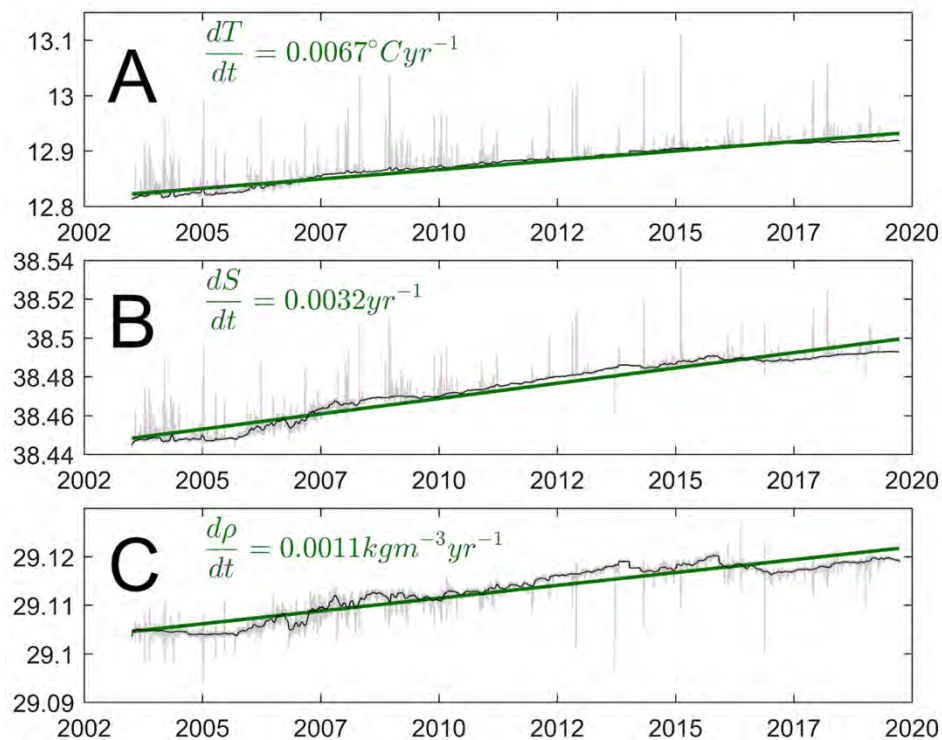


Figura 14– Serie temporali di Temperatura, Salinità e densità, raccolte a 1900 m di profondità nel sito dal 2003 al 2019 (Ben Ismail et al., 2021).

7.8.4.1 Pubblicazioni

Schroeder K. and Chiggiato J., eds. (2022). *Oceanography of the Mediterranean Sea. An Introductory Guide*. Elsevier, ISBN: 9780128236925.

Ben Ismail S., Schroeder K., Chiggiato J., Sparnocchia S., Borghini M. (2021). Long term changes monitored in two Mediterranean Channels. In: *Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5, Journal of Operational Oceanography*, 14:sup1, 1–185, DOI: 10.1080/1755876X.2021.1946240.

Cherif S, et al. (2020) Drivers of change. In: *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp. 59–180, doi:10.5281/zenodo.7100601.*

7.8.4.2 OpenData

ftp://nrt.cmems-du.eu/Core/INSITU_MED_PHYBGCWAV_DISCRETE_MYNRT_013_035/cmems_obs-ins_med_phybgcwav_mynrt_na_irr/history/MO/MO_TS_MO_SardiniaChannel.nc

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.8.5 Canyon di Levante

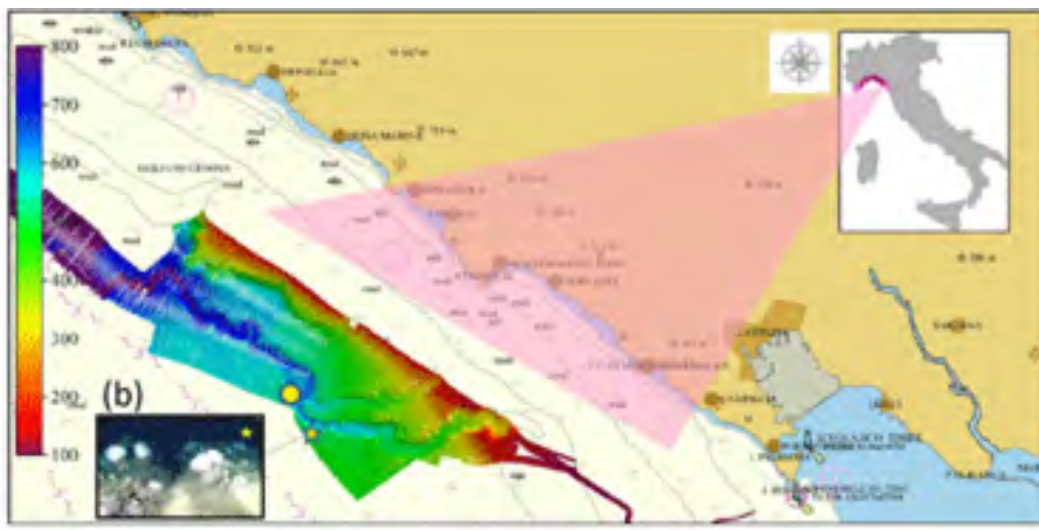
Posizione: 44.0907167 N, 9.498333 E

L'osservatorio sottomarino LABMARE nel Mar Ligure Orientale è un'infrastruttura finanziata, in prima battuta, dalla Regione Liguria (risorse PAR-FSC 2007-2013 "Fondo per lo sviluppo e la coesione") e condivisa tra diversi enti ed istituti Nazionali di ricerca italiani, in particolare il Distretto Ligure delle Tecnologie Marine (DLTM), l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), l'Istituto Idrografico della Marina (IIM) nonché l'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISMAR).

Il mooring è stato installato a settembre 2019 su un fondale di 600 m al largo dell'Area Marina Protetta delle Cinque Terre, nonché nella zona del Santuario Pelagos per i cetacei e in prossimità di un raro sito di coralli profondi.

La stazione è allestita con alcuni strumenti per il monitoraggio di parametri fisici marini fondamentali, come i correntometri, in aggiunta a sensori per la misura di temperatura e salinità a tre diverse profondità lungo la colonna d'acqua, nonché con trappole per il campionamento dei sedimenti.

Da Ottobre 2022 il sito è equipaggiato con speciali gabbie progettate per lo studio della degradazione di materiale plastico in ambiente profondo.



Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



Figura 15– Mappa geografica che indica la posizione del mooring e struttura dello stesso.

7.8.5.1 Pubblicazioni

Ciuffardi, T., Kokkini, Z., Berta, M., Locritani, M., Bordone, A., Delbono, I., Borghini, M., Demarte, M., Ivaldi, R., Pannacciulli, F., Vetrano, A., Marini, D., and Caprino, G.: Deep-water hydrodynamic observations around a cold-water coral habitat in a submarine canyon in the eastern Ligurian Sea (Mediterranean Sea), *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 1933–1946, <https://doi.org/10.5194/essd-15-1933-2023>, 2023.

7.8.5.2 OpenData

<https://www.seanoe.org/data/00810/92236/>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.9 Transetti ripetuti

Alcuni transetti idrologici sono regolarmente ripetuti per il monitoraggio di variabili di interesse oceanografico.

- Low-frequency repetition (every 5-6 yrs)
- High-frequency repetition (every 1-2 yrs)
- ★ Repeated stations (every 1-2 yrs)

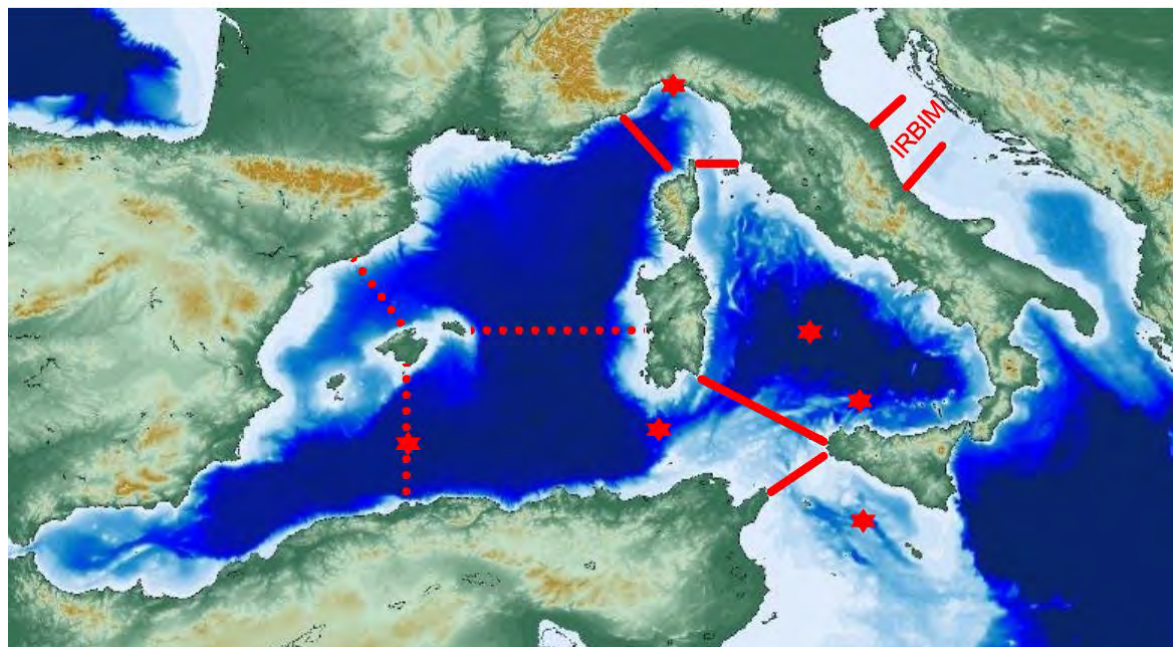


Figura 16– Individuazione della posizione dei transetti ripetuti.

Nonostante i numerosi progressi tecnologici degli ultimi decenni, l'idrografia da nave rimane l'unico metodo per ottenere misurazioni di alta qualità e ad alta risoluzione spaziale e verticale di una serie di parametri fisici, chimici e biologici sull'intera colonna d'acqua. L'idrografia da nave è essenziale per documentare i cambiamenti dell'oceano in tutta la colonna d'acqua, soprattutto per l'oceano profondo al di sotto dei 2 km (il 52% del volume globale dell'oceano, e il 20% del Mediterraneo, non è quindi campionato dagli ARGO floats). Il CNR-ISMAR negli anni ha attuato una serie di ripetizione di transetti ritenuti particolarmente significativi. Inoltre, la nave oceanografica rappresenta anche una piattaforma per le scienze marine multidisciplinare integrata, che fornisce osservazioni di qualità climatica per la calibrazione continua delle misurazioni da piattaforme autonome esistenti e nuove. Ciò include osservazioni biogeochimiche per il nascente array di galleggianti biogeochimici (BGC)-Argo; temperatura e salinità per Deep Argo e salinità per l'array Argo centrale.

Le domande scientifiche a cui questo tipo di attività osservativa può contribuire a rispondere sono ad esempio legate allo studio di: Cambiamenti di calore e di acqua dolce, Circolazione e mescolamento, Ventilazione e traccianti transienti, Carbonio antropogenico e acidificazione degli oceani, Ossigeno e deossigenazione, Cicli

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

biogeochimici dei macronutrienti. Per quanto riguarda le implicazioni biologiche: Modelli di diversità tassonomica e funzionale del plancton, Impatto dei processi fisici sulla composizione e sulla diversità delle comunità di plancton, Modulazione dei cicli biogeochimici dell'ocen (C, N, P) guidata dal plancton, Variabilità dei flussi di esportazione di C in diversi sottobacini e regioni biogeografiche, Pattern nello spettro dimensionale del plancton.

7.9.1 Pubblicazioni

Schroeder K., et al.: The 2016 Med-SHIP high frequency transects in the Mediterranean Sea: seawater physics and chemistry. *Scientific Data*, in review, 2023.

Vladoiu A., P. Bouruet-Aubertot, Y. Cuypers, B. Ferron, K. Schroeder, M. Borghini, S. Leizour. Contrasted mixing efficiency in energetic versus quiescent regions: insights from microstructure measurements in the Western Mediterranean Sea, *Progress in Oceanography*, 102594.

Ferron B., P. Bouruet-Aubertot, K. Schroeder, H. Bryden, M. Borghini, Y. Cuypers (2021). Contribution of thermohaline staircases to deep water mass modifications in the Western Mediterranean Sea from microstructure observation. *Frontiers in Marine Science* 8, 544.

Schroeder, K., Cozzi S., Belgacem M., Borghini M., Cantoni C., Durante S., Petrizzo A., Poiana A. & Chiggiato J., 2020. Along-path evolution of biogeochemical and carbonate system properties in the Intermediate Water of the Western Mediterranean. *Frontiers in Marine Science* 7: 375. doi: 10.3389/fmars.2020.00375.

Belgacem, M., Chiggiato, J., Borghini, M., Pavoni, B., Cerrati, G., Acri, F., Cozzi, S., Ribotti, A., Alvarez, M., Lauvset, S. K., and Schroeder, K. 2020. Dissolved Inorganic Nutrients in the Western Mediterranean Sea (2004–2017), *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 1985–2011, doi: 10.5194/essd-12-1985-2020.

Durante, S., Schroeder, K., Mazzei, L., Pierini, S., Borghini, M., Sparnocchia, S. (2019). Permanent Thermohaline Staircases in the Tyrrhenian Sea. *Geophysical Research Letters*, 46. <https://doi.org/10.1029/2018GL081747>.

Testor, P., Bosse, A., Houpert, L., ... Schroeder, K., ... (2018). Multiscale observations of deep convection in the northwestern Mediterranean Sea During winter 2012–2013 using multiple platforms. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1745–1776. <https://doi.org/10.1002/2016JC012671>.

27. Ferron, B., P. Bouruet Aubertot, Y. Cuypers, K. Schroeder, and M. Borghini (2017), How important are diapycnal mixing and geothermal heating for the deep circulation of the Western Mediterranean?, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 7845–7854, doi:10.1002/2017GL074169.

Schroeder K., J. Chiggiato, H. L. Bryden, M. Borghini and S. Ben Ismail. Abrupt climate shift in the Western Mediterranean Sea. *Sci. Rep.* 6, 23009; doi: 10.1038/srep23009 (2016).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Schroeder, K., T. Tanhua, H.L. Bryden, M. Álvarez, J. Chiggiato, and S. Aracri. 2015. Mediterranean Sea Ship-based Hydrographic Investigations Program (Med-SHIP). *Oceanography* 28(3), <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2015.71>.

Álvarez, M., Sanleón-Bartolomé, H., Tanhua, T., Mintrop, L., Luchetta, A., Cantoni, C., Schroeder, K., and Civitarese, G.: The CO₂ system in the Mediterranean Sea: a basin wide perspective, *Ocean Sci.*, 10(1), 69–92, doi:10.5194/os-10-69-2014, 2014.

Borghini, M., Bryden, H.L., Schroeder, K., Sparnocchia, S., Vetrano, A.: The Mediterranean is becoming saltier. *Ocean Sci.*, 10(4), 693–700, doi:10.5194/os-10-693-2014, 2014.

Hainbucher, D., Rubino, A., Cardin, V., Tanhua, T., Schroeder, K., and Bensi, M.: Hydrographic situation during cruise M84/3 and P414 (spring 2011) in the Mediterranean Sea, *Ocean Sci.*, 10(4), 669–682, 2014.

Bryden H.L., Schroeder K., Sparnocchia S., Borghini M., Vetrano A.: Thermohaline staircases in the western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Research* 73(1), 1–18.

Placenti F., K. Schroeder, A. Bonanno, S. Zgozi, M. Sprovieri, M. Borghini, P. Rumolo, G. Cerrati, S. Bonomo, S. Genovese, G. Basilone, D.A. Haddoud, B. Patti, A. El Turki, M. Hamza, S. Mazzola, 2013. Water masses and nutrient distributions in the Gulf of Syrte and between Sicily– Libya area. *J. Mar. Sys.*, 121–122, 36–46.

Gacic M., K. Schroeder, Civitarese G., S. Cosoli, A. Vetrano, G. L. Eusebi-Borzelli, 2013. Salinity in the Sicily Channel corroborates the role of the Adriatic–Ionian Bimodal Oscillating System (BiOS) in shaping the decadal variability of the Mediterranean overturning circulation. *Ocean Sci.*, 9, 83–90, doi:10.5194/os-9-83-2013.

Puig P., Durrieu De Madron X., Salat J., Schroeder K., Martin J., Karageorgis A.P., Palanques A., Roullier F., Lopez-Jurado J.L., Emelianov M., Moutin T., Houpert L., 2013. Thick bottom nepheloid layers in the Western Mediterranean generated by dense shelf water cascading. *Progress in Oceanography*, doi:10.1016/j.pocean.2012.10.003.

Kovačević V., B.B. Manca, L. Ursella, K. Schroeder, S. Cozzi, M. Burca, E. Mauri, R. Gerin, G. Notarstefano, D. Deponte, 2012. Water mass properties and dynamical conditions of the Eastern Mediterranean in June 2007. *Progress in Oceanography*, 104, 59–79, doi:10.1016/j.pocean.2012.05.006.

Vargas-Yáñez M., P. Zunino, K. Schroeder, J.L. López-Jurado, F. Plaza, M. Serra, C. Castro, M.C. García-Martínez, F. Moya, 2012. Extreme Western Intermediate Water formation in winter 2010. *J. Mar. Syst.*, doi:10.1016/j.jmarsys.2012.05.010.

Zunino P., Schroeder K., Vargas-Yanez M., Gasparini G.P., Coppola L., García-Martínez M.C., Moya-Ruiz F., 2012. Thermohaline variability on isopycnal and isobaric surfaces associated to the Western Mediterranean Transition. *J. Mar. Syst.*, 96–97, 15–23, doi: 10.1016/j.jmarsys.2012.01.011.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Sparnocchia S., Gasparini G.P., Schroeder K., Borghini M., 2011. Oceanographic conditions in the NEMO region during KM3NeT project (April 2006 – May 2009). Nucl. Instr. And Meth. A, doi:10.1016/j.nima.2010.06.231.

Schroeder K., Josey S. A., Herrmann M., Grignon L., Gasparini G.P., Bryden H.L., 2010. Abrupt warming and salting of the Western Mediterranean Deep Water: atmospheric forcings and lateral advection. J. Geophys. Res., doi: 10.1029/2009JC005749

Vetrano A., E. Napolitano, R. Iacono, K. Schroeder and G.P. Gasparini, 2010. Tyrrhenian Sea Circulation and water mass fluxes in Spring 2004: Observations and model results. J. Geophys. Res., 115, C06023, doi:10.1029/2009JC005680.

Schroeder K., Gasparini G.P., Borghini M., Cerrati G., Delfanti R., 2010. Biogeochemical tracers and fluxes in the Western Mediterranean Sea, spring 2005. J. Mar. Sys., doi: 10.1016/j.jmarsys.2009.08.002.

Budillon G., Gasparini G.P., Schroeder K., 2009. Persistence of an Eddy Signature in the Central Tyrrhenian Basin. Deep Sea Research, Part II, 56: 713–724. doi:10.1016/j.dsr2.2008.07.027.

Schroeder K., Ribotti A., Borghini M., Sorgente R., Perilli A., Gasparini G.P., 2008. An extensive Western Mediterranean Deep Water Renewal between 2004 and 2006. Geophys. Res. Lett., 35, L18605, doi: 10.1029/2008GL035146.

Schroeder K., Taillandier V., Vetrano A., Gasparini G.P., 2008. The circulation of the Western Mediterranean Sea in spring 2005 as inferred from observations and from model outputs. Deep Sea Research, Part I, 55, 947–965.

Gasparini G.P., Bonanno A., Zgozi S., Basilone G., Borghini M., Buscaino G., Cutitta A., Essarbout N., Mazzola S., Patti B., Ramadan A.B., Schroeder K., Bahri T., Massa F., 2008. Evidence of a dense water vein along the Libyan continental margin. Annales Geophysicae, 26, 1–6.

Schroeder K., Borghini M., Cerrati G., Difesca V., Delfanti R., Santinelli C., Gasparini G.P., 2008. Multiparametric Mixing Analysis of the Deep Waters in the Western Mediterranean Sea. Chemistry and Ecology, 24(1), 47–56.

Schroeder K., Gasparini G.P., Tangherlini M., Astraldi M., 2006. Deep and Intermediate Water in the Western Mediterranean under the influence of the Eastern Mediterranean Transient. Geophys. Res. Lett. 33, doi: 10.1029/2006GL02712.

7.9.2 OpenData

Belgacem, M., Chiggiato, J., Borghini, M., Pavoni, B., Cerrati, G., Acri, F., Cozzi, S., Ribotti, A., Álvarez, M., Lauvset, S. K., and Schroeder, K.: Dissolved inorganic nutrients in the western Mediterranean Sea (2004–2017), Earth Syst. Sci. Data, 12, 1985–2011, <https://doi.org/10.5194/essd-12-1985-2020>, 2020.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Belgacem, M.; Chiggiato, J.; Borghini, M.; Pavoni, B.; Cerrati, G.; Acri, F.; Cozzi, S.; Ribotti, A.; Álvarez, M.; Lauvset, S. K.; Schroeder, K. (2019): Quality controlled dataset of dissolved inorganic nutrients in the western Mediterranean Sea (2004–2017) from R/V oceanographic cruises. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.904172>

Schroeder, K. (2023): LADCP current profiles collected during Med-SHIP cruise TAIPro2022. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.957617>

Schroeder, K. (2022): Continuous thermosalinograph oceanography along MedSHIP cruise TAIPro2016 on RV Angeles Alvares. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.946435>

Schroeder, K. (2022): ADCP current measurements (75 kHz) during Med-SHIP cruise TAIPro2022 on RV BELGICA. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.952440>

Schroeder, K. (2021): LADCP current profiles collected during MedSHIP cruise TAIPro2016. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.932316>

Schroeder, K. (2021): Vessel-mounted ADCP data (current profiles) collected during MedSHIP cruise TAIPro2016. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.933628>

Cantoni, C.; Durante, S.; Calesso, G.; Cipolla, A.; Poiana, A.; Borghini, M.; Schroeder, K.; Chiggiato, J. (2020): The carbonate chemistry of the Western Mediterranean during the OCEAN CERTAIN 2015 cruise. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.911046>

Borghini M., Durante S., Ribotti A., Schroeder K., Sparnocchia S. (2019). Thermohaline Staircases in the Tyrrhenian Sea Experimental data-set (2003–2016). SEANO. <https://doi.org/10.17882/58697>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10 Stazioni costiere

La rete si completa con stazioni costiere collocate lungo le coste della penisola per il monitoraggio delle principali variabili meteorologiche, mareografiche e di interesse per applicazioni costiere.

Le principali stazioni costiere sono:

- Golfo di Trieste
- Golfo di Venezia
- Golfo di Lerici (SP)
- Golfo di Gaeta
- Golfo di Napoli

Le attività delle stazioni costiere si integrano con le attività effettuate presso i laboratori delle sedi dell'Istituto.

7.10.1 Golfo di Trieste



Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

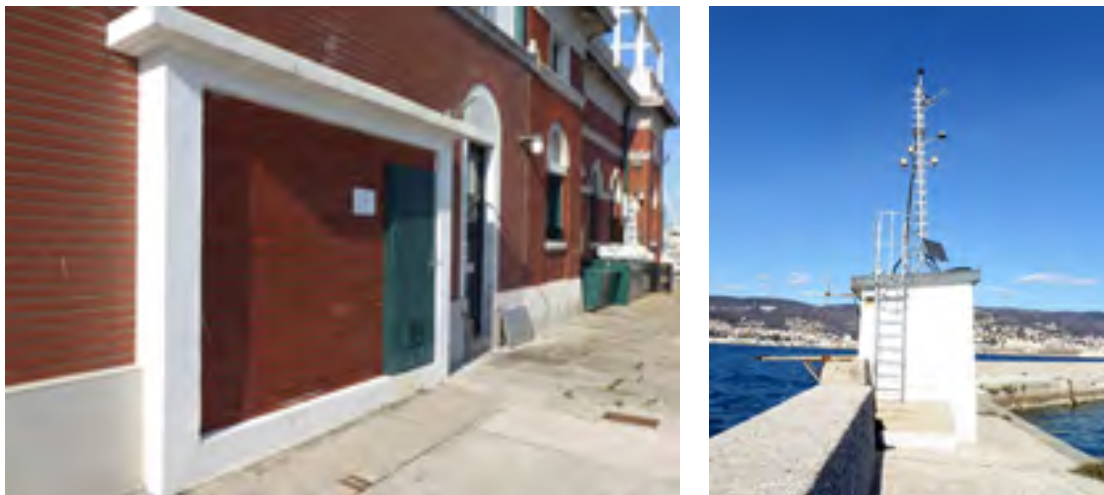


Figura 17– Rete meteomarina costiera di Trieste.

La Rete Meteomarina di Trieste è costituita dalla stazione mareografica “Trieste – Molo Sartorio” (TSS) (fig. 12, in basso a sinistra) e dalla stazione meteomarina “Trieste – Molo Bandiera” (TSB) (fig. 12, in basso a destra), entrambe collocate nell’area del porto di Trieste (fig. 12, in alto).

Una stazione mareografica esiste sul Molo Sartorio dal 1859. La prima installazione fu smantellata nel 1925 e nel 1926 fu costruita una nuova cabina a circa 30 m di distanza dalla precedente, sempre sullo stesso molo. L’attuale cabina è il risultato di una ristrutturazione della cabina del 1926, realizzata nel 1961. Essa è collocata nell’area demaniale del porto di Trieste. La stazione è dotata di pozzetto di calma e quattro mareografi. Tre di essi, a galleggiante, sono di proprietà del CNR, e sono due strumenti digitali e uno analogico. Un mareografo, a radar, è della Protezione Civile della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, con cui esiste una collaborazione. Nella stazione viene anche misurata la pressione atmosferica per mezzo di un barografo analogico e un barometro digitale. Il caposaldo interno della stazione (Contact Point) è quotato rispetto allo Zero della rete altimetrica dell’IGM. I dati di livello marino sono trasmessi quotidianamente alla sede di Trieste dell’ISMAR. Dal 2009 TSS fa parte del Core Network di GLOSS (Global Sea Level Observing System) con il n. 340. Dati orari e mensili sono inviati periodicamente a GLOSS e al PSMSL (Permanent Service for Mean Sea Level).

La stazione TSB si trova in una cabina, costruita nel 1956 sul Molo Fratelli Bandiera (Porto Lido) nell’area demaniale del porto di Trieste, ed è attiva dal 1986. La stazione è dotata di strumenti per la misura di variabili meteorologiche a 10 m, cioè temperatura dell’aria, velocità e direzione del vento e umidità relativa, e della temperatura del mare alle profondità di 0,4, 2 e 6 m. Accanto agli strumenti dell’istituto, sono installati strumenti della Protezione Civile della Regione Autonoma Friuli–Venezia Giulia, con cui esiste una collaborazione.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.1.1 Pubblicazioni

Raicich, F., 2023. Sea level observations at Trieste, Molo Sartorio, Italy. SEANOE. <https://doi: 10.17882/62758>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2021. A mean-sea-level pressure time series for Trieste, Italy (1841–2018). *Earth System Science Data*, 13, 3363–3377. <https://doi: 10.5194/essd-13-3363-2021>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2019. A near-surface sea temperature time series from Trieste, northern Adriatic Sea (1899–2015). *Earth System Science Data*, 11, 761–768. <https://doi: 10.5194/essd-11-761-2019>.

Zerbini, S., F. Raicich, C. Prati, S. Bruni, S. Del Conte, M. Errico, E. Santi, 2017. Sea-level change in the Northern Mediterranean Sea from long-period tide gauge time series. *Earth-Science Reviews*, 167, 72–87. <https://doi: 10.1016/j.earscirev.2017.02.009>.

Raicich, F., V. Malačič, M. Celio, D. Giaiotti, C. Cantoni, R.R. Colucci, B. Čermelj, A. Pucillo, 2013. Extreme air-sea interactions in the Gulf of Trieste (North Adriatic) during the strong Bora event in winter 2012. *Journal of Geophysical Research – Oceans*, 118, 5238–5250. <https://doi: 10.1002/jgrc.28398>.

Raicich, F., 2007. A study of early Trieste sea level data (1875–1914). *Journal of Coastal Research*, 23, 1067–1073. <https://doi:10.2112/04-0325.1>.

Beretta, A., H.E. Roman, F. Raicich, F. Crisciani, 2005. Long-time correlations of sea-level and local atmospheric pressure fluctuations at Trieste. *Physica A*, 347, 695–703. <https://doi:10.1016/j.physa.2004.08.027>.

Raicich, F., 2003. Recent evolution of sea-level extremes in the North Adriatic. *Continental Shelf Research*, 23, 225–235. [https://doi:10.1016/S0278-4343\(02\)00224-8](https://doi:10.1016/S0278-4343(02)00224-8).

7.10.1.2 OpenData

Raicich, F., 2023. Sea level observations at Trieste, Molo Sartorio, Italy. SEANOE. <https://doi: 10.17882/62758>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2021. Mean-sea-level atmospheric pressure from 1841 to 2018 at Trieste, Italy. PANGAEA. <https://doi: 10.1594/PANGAEA.926896>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2019. Trieste 1899–2015 near-surface sea temperature. SEANOE. <https://doi: 10.17882/58728>.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.2 Golfo di Lerici (SP)

Posizione: 44°4'54.96"N 09°52'50.12"E



Figura 18– Stazione costiera Golfo di Lerici (SP).

La stazione costiera a Lerici (SP) è un sito cablato e costiero, realizzato nell'ambito della collaborazione LABMARE tra CNR, ENEA, DLTM, INGV, IIM. È installata da marzo 2020 a 10 m di profondità, sul fondo della Baia di S. Teresa nel Golfo della Spezia.

La stazione costiera è dotata di sensori per la misura di temperatura e salinità dell'acqua. È inoltre dotata di speciali gabbie progettate espressamente per contenere diverse tipologie di materiali plastici, allo scopo di studiarne la

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

degradazione. La stazione è equipaggiata con una “junction-box” che permette il collegamento di dispositivi innovativi e prototipali per testarli in ambiente controllato e protetto.

La stazione costiera entra nel network di collaborazione SmartBay costituito tra enti di ricerca locali (CNR, ENEA, INGV) e stake-holders del Golfo di La Spezia (comune di Lerici, mitilicoltori, scuola di vela, etc.).

7.10.2.1 Pubblicazioni

De Monte, C.; Locritani, M.; Merlino, S.; Ricci, L.; Pistolesi, A.; Bronco, S. An In Situ Experiment to Evaluate the Aging and Degradation Phenomena Induced by Marine Environment Conditions on Commercial Plastic Granules. *Polymers* **2022**, *14*, 1111. <https://doi.org/10.3390/polym14061111>

7.10.2.2 OpenData

<https://www.seanoe.org/data/00764/87643/>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.3 Golfo di Gaeta



Figura 19– Stazione meteorologica costiera ubicata sul lato nord del Lago Patria (a sinistra) e veduta del lato sud del lago costiero (a destra).

La stazione costiera ubicata nel Golfo di Gaeta è costituita da una centralina meteorologica integrata, operativa dal 2020, ubicata presso il “Lago Patria” il più grande lago costiero della Campania con una superficie di circa 2 km², che ricade nella riserva naturale Foce Volturno – Costa di Licola. Essa consente un monitoraggio continuo dei principali parametri meteo-climatici, quali temperatura, pioggia, vento (direzione e intensità), umidità relativa, pressione atmosferica e radianza solare. La frequenza delle misurazioni è di 10 minuti. Alla centralina è associata anche una web-cam che riprende la superficie del lago costiero. Nello stesso sito è effettuato dal 2020 un campionamento periodico delle acque per la valutazione dello stato trofico (CTD, nutrienti, CHLa) del lago costiero, che si associa allo studio dell’evoluzione geologica e ambientale in corso da un decennio.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.3.1 Pubblicazioni

Aiello G., Allocca V., Arienzo M., Barra D., Bravi S., Capodanno M., Carraturo F., Castello N., Colantuono P., Coda S., Crovato P., Cusano D., D'Adamo R., Donadio C., Fabbrocini A., Ferrara L., Gherardi S., Guarino F.M., Guida M., Libralato G., Maio N., Mezzasalma M., Molisso F., Parisi R., Petraccioli A., Risso V., Sacchi M., Siciliano A., Tonielli R., Toscanesi M., Trifuoggi M. (2020) – Valutazione dello stato di salute ambientale del lago Patria ed ecosistemi limitrofi – Dati preliminari e indicazioni sui primi interventi attuabili. Project Report, ISMAR-CNR. <http://eprints.bice.rm.cnr.it/id/eprint/20963> (Unpublished).

Di Rita F., Molisso F., Sacchi M. (2018) – Late Holocene environmental dynamics, vegetation history, human impact, and climate change in the ancient Literna Palus (Lago Patria; Campania, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 258, 48–61.

Sacchi M., Molisso F., Pacifico A., Vigliotti M., Sabbarese C., Ruberti D. (2014) – Late-Holocene to recent evolution of Lake Patria, South Italy: An example of a coastal lagoon within a Mediterranean delta system. *Global and Planetary Change*, 117, 9 – 27.

7.10.3.2 OpenData

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2022): Continuous meteorological observations at Lago Patria weather station (Campania Plain – Giugliano in Campania -NA – Italy) during the period Jan. 2021–Dec. 2021. PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.946028>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.4 Golfo di Napoli



Figura 20– Stazioni costiere del Golfo di Napoli (a partire da sinistra: Napoli Capo Posillipo, Napoli Porto, Bacoli porto turistico).

Le stazioni costiere del Golfo di Napoli sono costituite da centraline meteorologiche e da sistemi di monitoraggio di numerose falesie costiere presenti nell'area flegrea e napoletana, dove diversi rischi naturali (vulcanico, sismico, geoidrologico, costiero) e antropici insistono su un'area densamente popolata.

Il monitoraggio meteorologico viene effettuato mediante tre centraline integrate, operative dal 2013 a Capo Posillipo (Napoli) e presso il porto turistico di Bacoli (NA) e dal 2020 al Porto di Napoli, presso la sede dell'istituto. Le strumentazioni consentono un monitoraggio continuo dei principali parametri meteo-climatici, quali temperatura, pioggia, vento (direzione e intensità), umidità relativa e pressione atmosferica. La frequenza delle misurazioni è di 10 minuti.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

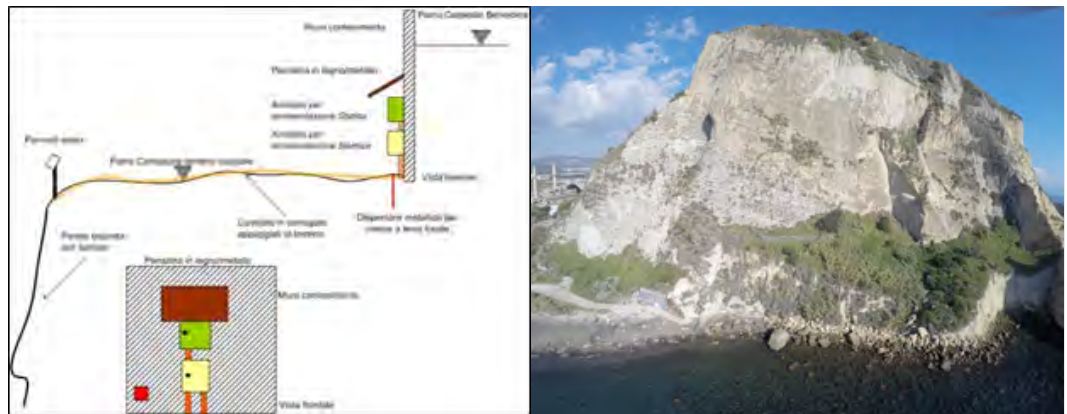


Figura 21 – Sistema di monitoraggio MOSYS della falesia di Coroglio (Napoli).

L'evoluzione morfologica di numerose falesie costiere in roccia tufacea presenti nell'area flegrea continentale ed insulare è monitorata mediante rilievi topografici di precisione periodici tramite laser scanner terrestri e fotogrammetria digitale.

Il MOSYS è un sistema di monitoraggio sperimentale della falesia tufacea di Coroglio, Napoli (40° 47' 53.96" N, 14° 10' 34.17 E) operativo dal 2014, in grado di acquisire, gestire e archiviare dati in remoto provenienti da una rete multi-strumentale (fessurimetri, tiltmetri, velocimetri, termometri, e sensori a fibre ottiche) per il monitoraggio dei fenomeni di dissesto geo-idrologico. Il sistema registra con frequenza ogni 30 minuti, e trasmette ad un server remoto in istituto, alcuni parametri relativi alle caratteristiche fisiche e geotecniche dell'ammasso roccioso tufaceo, suddivisi in dati "statici" (variazioni dell'apertura delle fratture nell'ammasso roccioso, misura delle rotazioni angolari dei blocchi rocciosi, temperatura superficiale) e dati "dinamici" ("rumore sismico" in continuo, eventi "sismici" oltre una soglia prefissata). Le serie storiche di misura forniscono una

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

dettagliata conoscenza del comportamento dell'ammasso roccioso tufaceo in risposta ad alcune forzanti meteo-climatiche con la possibilità di elaborare e tarare soglie di allerta legate all'entità degli spostamenti misurati in relazione alle variazioni di pioggia e temperatura ed agli input sismici per la previsione dei dissesti. Una rete di sensori in fibre ottiche accoppiata ai fessurimetri è stata sperimentata nei primi anni di funzionamento del sistema. Il monitoraggio strumentale è integrato da numerose acquisizioni multi-temporali con laser scanner terrestri RIEGL VZ1000 (TLS) e fotogrammetria digitale da drone (UAV).

7.10.4.1 Pubblicazioni

Somma R., Matano F., Marino E., Caputo T., Esposito G., Caccavale M., Carlino S., Iuliano S., Mazzola S., Molisso F., Sacchi M., Troise C., De Natale G., 2014. Application of Laser Scanning for Monitoring Coastal Cliff Instability in The Pozzuoli Bay, Coroglio Site, Posillipo Hill, Naples. In: G. Lollino et al. (eds.), Engineering Geology for Society and Territory – Volume 5, Ch. 133. DOI: 10.1007/978-3-319-09048-1_133, © Springer International Publishing Switzerland.

Matano F, Esposito G, Somma R, Caputo T, Marino E, Pignalosa A, Sacchi M, De Natale G, 2015. Laser Scanning Application for Geostructural analysis of Tuffaceous Coastal Cliffs: the case of Punta Epitaffio, Pozzuoli Bay, Italy. European Journal of Remote Sensing, 48, 615–637. doi: 10.5721/EuJRS20154834

Matano F., Caccavale M., Esposito G., Grimaldi G.M., Minardo A., Scepi G., Zeni G., Zeni L., Caputo T., Somma R., Troise C., De Natale G., Sacchi M., 2016. An integrated approach for rock slope failure monitoring: the case study of Coroglio tuff cliff (Naples, Italy) – preliminary results. Proceedings of 1st IMEKO TC-4 International Workshop on Metrology for Geotechnics Benevento, Italy, March 17–18, 2016, 242–247. ISBN: 978-92-990075-0-1.

Matano F, Iuliano S, Somma R, Marino E, Del Vecchio U, Esposito G, Molisso F, Scepi G, Grimaldi G M, Pignalosa A, Caputo T, Troise C, De Natale C, Sacchi M, 2016. Geostructure of Coroglio tuff cliff, Naples (Italy) derived from terrestrial laser scanner data. Journal of Maps, 12:3, 407–421; doi: 10.1080/17445647.2015.1028237

Sacchi M., Matano F., Caccavale M., Esposito G., Caputo T., Somma R., Troise C., De Natale G., Minardo A., Zeni L., Zeni G., 2016. Application of an integrated monitoring system for rock failures in the Coroglio tuff cliff (Naples, Italy). In: Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice – Aversa et al. (Eds), ch. 132, 1775–1782. AGI, Rome, Italy. ISBN 978-1-138-02988-0

Esposito, Giuseppe; Salvini, Riccardo; Matano, Fabio; Sacchi, Marco; Danzi, Maria; Somma, Renato; Troise, Claudia; 2017. Multitemporal monitoring of a coastal landslide through SfM-derived point cloud comparison. The Photogrammetric Record, 32, 160, 459–479.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Caputo, Teresa; Marino, Ermanno; Matano, Fabio; Somma, Renato; Troise, Claudia; De Natale, Giuseppe; 2018, Terrestrial Laser Scanning (TLS) data for the analysis of coastal tuff cliff retreat: application to Coroglio cliff, Naples, Italy. *Annals of Geophysics*, 61, 1, 110.

Esposito, Giuseppe; Salvini, Riccardo; Matano, Fabio; Sacchi, Marco; Troise, Claudia; 2018. Evaluation of geomorphic changes and retreat rates of a coastal pyroclastic cliff in the Campi Flegrei volcanic district, southern Italy. *Journal of Coastal Conservation*, 22, 5, 957–972, Springer Netherlands.

Matano, F; Caccavale, M; Esposito, G; Fortelli, A; Scepi, G; Spano, M; Sacchi, M., 2019. Integrated dataset of deformation measurements in fractured volcanic tuff and meteorological data (Coroglio coastal cliff, Naples, Italy). *Earth System Science Data*, Volume: 12, Issue: 1, Pages: 321–344, DOI: 10.5194/essd-12-321-2020.

Esposito, G; Matano, F; Sacchi, M; Salvini, R., 2020. Mechanisms and frequency–size statistics of failures characterizing a coastal cliff partially protected from the wave erosive action. *Rendiconti Lincei–Scienze Fisiche E Naturali*, Volume: 31, Issue: 2, Pages: 337–351, DOI: 10.1007/s12210-020-00902-0.

Fortelli A., Fedele A., De Natale G., Matano F., Sacchi M., Troise C., Somma R. (2021) Analysis of sea storm events in the mediterranean sea: The case study of 28 december 2020 sea storm in the gulf of Naples, Italy. *Applied Sciences*, 11 (23), art. no. 11460

Tursi M.F., Anfuso G., Matano F., Mattei G., Aucelli P.P.C., 2023. A Methodological Tool to Assess Erosion Susceptibility of High Coastal Sectors: Case Studies from Campania Region (Southern Italy). *Water*, 15 (1), art. no. 121.

Esposito G., Matano F. (2023). A geodatabase of historical landslide events occurring in the highly urbanized volcanic area of Campi Flegrei, Italy. *Earth System Science Data*, 15 (3), 1133 – 1149.

7.10.4.2 OpenData

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2023): Continuous meteorological observations at the Naples’s harbor weather station (Naples, Italy) during the period Jan. 2022 – Dec. 2022. PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.958730>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2022): Continuous meteorological observations at Port of Naples weather station (Naples, Italy) during the period Jan. 2021–Dec. 2021. PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.946032>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2021): Continuous meteorological monitoring at Cape Posillipo (Denza Institute weather station – Naples – Campania Region – Italy) during the period January 2020 – December 2020. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.933342>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2021): Continuous meteorological observations at Bacoli weather station (Campi Flegrei, Italy) during Jan. 2020 – Dec. 2020 period. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.933332>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2020): Continuous meteorological observations at Bacoli weather station (Campi Flegrei, Italy) during the period Jan. 2019 – Dec. 2019. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.917506>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2020): Continuous meteorological monitoring at Cape Posillipo (Denza Institute weather station – Naples – Campania Region – Italy) during the period January 2019 – December 2019. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.917502>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2019): Continuous meteorological monitoring at Cape Posillipo (Denza Institute weather station – Naples – Campania Region – Italy) during the period January 2014 – December 2018. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.899562>

Caccavale, Mauro; Sacchi, Marco; Matano, Fabio (2019): Dynamic measurements of Coroglio coastal tuffs cliff, Naples, Italy. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.899324>

Matano, Fabio; Caccavale, Mauro; Sacchi, Marco (2018): Measurements of deformation in fractured volcanic tuffs, Coroglio coastal cliff, Naples, Italy. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.896000>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco; Caccavale, Mauro (2018): Continuous meteorological observations at Bacoli weather station (Campi Flegrei, Italy) during the period Nov. 2013 – Oct. 2018. Istituto di Scienze Marine – CNR, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.896280>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Caccavale, Mauro; Sacchi, Marco (2018): Meteorological data of Capo Posillipo weather station (Naples, Italy) during Dec. 2013 – Oct. 2018. Istituto di Scienze Marine – CNR, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.896272>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.11 Lidar atmosferico



Figura 22 – Individuazione della posizione del LIDAR atmosferico CNR-ISMAR e vista dell’area di ricerca di Tor Vergata e del campo sperimentale.

Un sistema lidar Rayleigh Mie Raman (RMR) multicanale è stato progettato all’interno del CNR alla fine degli anni ‘90, ed è attualmente operativo, presso la sede di Roma Tor Vergata dell’Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Dal 2002 il sistema Raman lidar è installato nel campo sperimentale per l’osservazione atmosferica presso l’area di ricerca del CNR di Tor Vergata, situata a circa 15 km a sud-est di Roma in un ambiente semi-urbano. La gestione generale del sito è affidata all’Istituto di Scienze dell’Atmosfera e del Clima (ISAC) del CNR. Il sito ospita, oltre al sistema lidar RMR, un insieme di strumenti per il monitoraggio atmosferico dell’ISAC-CNR o di altri enti sulla base di accordi/progetti di collaborazione. Tra gli

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

obiettivi principali dell'insieme della strumentazione presente nel sito vi è il monitoraggio della qualità dell'aria e, più in generale dello strato limite planetario.

Il sistema è assemblato in due container sovrapposti e può essere utilizzato per osservazioni di routine in situ o trasportato per campagne di misura in siti remoti. Il sistema è composto di:

- un trasmettitore che emette gli impulsi generati dalla sorgente laser (NdYAG) in verticale nell'atmosfera. La configurazione attuale prevede l'emissione a 355 nm e 532 nm con possibilità di implementare l'emissione anche a 1064 nm.
- un sistema di ricezione basato su: un insieme di 9+1+1 telescopi di varie dimensioni e caratteristiche per garantire la copertura di un vasto range di quote in atmosfera (0.15–60 km); un sistema ottico per la separazione delle lunghezze d'onda acquisite; un insieme di sensori (fotomoltiplicatori) e di elettronica associata per l'acquisizione dei segnali. La configurazione attuale permette l'acquisizione di 8 canali per le lunghezze d'onda di 355, 387, 407, 532 nm. Il sistema è in fase di aggiornamento con estensione del numero di canali acquisiti sia incrementando la copertura spettrale sia implementando le misure di depolarizzazione.

Sono parte integrante dell'infrastruttura i sistemi di controllo (e.g. controllo dell'allineamento, condizionamento, apertura/chiusure del tetto etc.) fondamentali per il corretto funzionamento e monitoraggio della strumentazione.

Il lidar RMR, grazie alla caratteristica configurazione multicanale, permette di stimare i profili delle seguenti variabili atmosferiche:

- Temperatura
- Rapporto di mescolamento del vapor d'acqua
- Proprietà degli aerosols atmosferici
- Proprietà delle nubi

I campi di applicazione scientifici dei prodotti generati dal processamento dei dati sono:

- Studi di processi atmosferici in particolare nella media e alta atmosfera
- Monitoraggio di variabili climatiche
- Monitoraggio della qualità dell'aria
- Meteorologia

Inoltre, il sistema essendo stato progettato all'interno del CNR ha permesso di acquisire conoscenze per lo sviluppo di strumentazione. Tali conoscenze sono state applicate, oltre che per la definizione delle modifiche necessarie per l'aggiornamento del sistema in corso, anche in altri settori d'interesse per l'Istituto (e.g. definizione dei requisiti strumentali per lidar dedicati allo studio di proprietà marine).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Infine, il sistema, il processamento dei prodotti e la loro analisi sono stati oggetto di numerose attività di alta formazione da stage curriculari e di dottorati in collaborazione con differenti Atenei.

Il sistema fa attualmente parte di 2 reti di monitoraggio internazionali:

- Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) (dal 2008), <https://lidar.jpl.nasa.gov/ndacc/>
- European AeRosol Lidar NETwork (EARLINET) (dal 2016), www.earlinet.org

Il lidar RMR, inoltre, fa parte dell'infrastruttura di ricerca ACTRIS (Aerosol, Cloud and TRace gases InfraStructure, <https://www.actris.eu/>) che coordina le osservazioni e la ricerca scientifica europea su aerosol, nubi e gas in traccia con lo scopo di fornire servizi di alta qualità a un'ampia comunità di utenti pubblici e privati. Nell'ambito di ACTRIS, il sistema, alla fine del 2023, andrà incontro al processo di labelling per diventare una Aerosol Remote Sensing National Facility.

I dati processati sono archiviati nei database delle reti internazionali a cui il sistema fa riferimento, mentre i dati grezzi sono accessibili tramite il sito web del lidar <http://lidar.artov.ismar.cnr.it/>.

I dati grezzi e i prodotti preliminari elaborati sono disponibili anche al seguente link , accessibile mediante password:
<https://file.sic.rm.cnr.it/index.php/apps/files/?dir=/RAMAN&fileid=6654558>

7.11.1 Pubblicazioni

Contribution in libri

Liberti, G.L., F.Chery, F.Congeduti, D.Dionisi, C.Transerici and L.Velea, 2007. Caratterizzazione della variabilità spazio-temporale del vapor d'acqua come diagnostico per un modello di clima. In 'Clima e Cambiamenti climatici: le attività di ricerca del CNR'. Eds. B.Carli, G.Cavarretta, M.Colacino and S.Fuzzi, CNR. IT. ISBN 978-88-8080-075-0 Pp.35-38.

Liberti,G.L., F.Congeduti, F.Cardillo and D.Dionisi (2012) Rayleigh-Mie-Raman Lidar activities for the study of the atmosphere at ISAC-CNR. Proc. of Annual Scientific Meeting of National Meteorological Administration, Bucharest, Nov. 2012. IG8-IG11. ISSN: 2285 - 7931

Riviste peer-reviewed

Tsekeri A., A.Gialitaki, M.Di Paolantonio, D.Dionisi, G.L.Liberti, A.Fernandes, A.Szkop, A.Pietruczuk, D.Pérez-Ramírez, M.J.Granados Muñoz, J.L.Guerrero-Rascado, B.L.Alados-Arboledas, D.Bermejo Pantaleón, J.A.Bravo-Aranda, A.Kampouri, E. Marinou, V. Amiridis, M. Sicard, A. Comerón, C. Muñoz-Porcar, A.Rodríguez Gómez, S. Romano, M.R. Perrone, X. Shang, M. Komppula, R.E.Mamouri, A.Nisantzi, D.Hadjimitsis, F.Navas-

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Guzmán, A. Haefele, R. Fortuna, W. Kumala, D. Szczepanik, I.S. Stachlewska, L. Belegante, D. Nicolae, K. A. Voudouri, D. Balis, A.A. Floutsi, H. Baars, L. Miladi, N. Pascal, O. Dubovik, and A. Lopatin: Combined sun–photometer/lidar inversion: lessons learned during the EARLINET Covid–19 Campaign. Submitted to ACP/AMT inter–journal Special Issue: Quantifying the impacts of stay–at–home policies on atmospheric composition and properties of aerosol and clouds over the European regions using ACTRIS related observations. Under revision

Di Paolantonio, M., Dionisi, D., Liberti, G.L.: A semi–automated procedure for the emitter–receiver geometry characterization of motor–controlled lidars, *Atmos. Meas. Tech.*, 15, 1217–1231, <https://doi.org/10.5194/amt-15-1217-2022>, 2022.

Baars, H., Ansmann, A., Ohneiser, K., Haarig, M., Engelmann, R., Althausen, D., Hanssen, I., Gausa, M., Pietruczuk, A., Szkop, A., Stachlewska, I. S., Wang, D., Reichardt, J., Skupin, A., Mattis, I., Trickl, T., Vogelmann, H., Navas–Guzmán, F., Haefele, A., Acheson, K., Ruth, A. A., Tatarov, B., Müller, D., Hu, Q., Podvin, T., Goloub, P., Veselovskii, I., Pietras, C., Haeffelin, M., Fréville, P., Sicard, M., Comerón, A., Fernández García, A. J., Molero Menéndez, F., Córdoba–Jabonero, C., Guerrero–Rascado, J. L., Alados–Arboledas, L., Bortoli, D., Costa, M. J., Dionisi, D., Liberti, G. L., Wang, X., Sannino, A., Papagiannopoulos, N., Boselli, A., Mona, L., D’Amico, G., Romano, S., Perrone, M. R., Belegante, L., Nicolae, D., Grigorov, I., Gialitaki, A., Amiridis, V., Soupiona, O., Papayannis, A., Mamouri, R.–E., Nisantzi, A., Heese, B., Hofer, J., Schechner, Y. Y., Wandinger, U., and Pappalardo, G.: The unprecedented 2017–2018 stratospheric smoke event: decay phase and aerosol properties observed with the EARLINET, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 15183–15198, <https://doi.org/10.5194/acp-19-15183-2019>, 2019

Proestakis, E., Amiridis, V., Marinou, E., Biniotoglou, I., Ansmann, A., Wandinger, U., Hofer, J., Yorks, J., Nowottnick, E., Makhmudov, A., Papayannis, A., Pietruczuk, A., Gialitaki, A., Apituley, A., Szkop, A., Muñoz Porcar, C., Bortoli, D., Dionisi, D., Althausen, D., Mamali, D., Balis, D., Nicolae, D., Tetoni, E., Liberti, G. L., Baars, H., Mattis, I., Stachlewska, I. S., Voudouri, K. A., Mona, L., Mylonaki, M., Perrone, M. R., Costa, M. J., Sicard, M., Papagiannopoulos, N., Siomos, N., Burlizzi, P., Pauly, R., Engelmann, R., Abdullaev, S., and Pappalardo, G.: EARLINET evaluation of the CATS Level 2 aerosol backscatter coefficient product, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 11743–11764, <https://doi.org/10.5194/acp-19-11743-2019>, 2019

Leblanc, T. R.J. Sica, J.A.E. van Gijsel, S. Godin–Beekmann, A. Haefele, T. Trickl, G. Payen & G.L. Liberti, 2016. Proposed standardized definitions for vertical resolution and uncertainty in the NDACC lidar ozone and temperature algorithms – Part 2: Ozone DIAL uncertainty budget. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 4051–4078, <https://doi:10.5194/amt-9-4051-2016>

Leblanc, T. R.J. Sica, J.A.E. van Gijsel, A. Haefele, G. Payen & G.L. Liberti, 2016. Proposed standardized definitions for vertical resolution and uncertainty in the NDACC

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

lidar ozone and temperature algorithms – Part 3: Temperature uncertainty budget. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 4079–4101, doi:10.5194/amt-9-4079-2016.

Brattich, E., A. Riccio, L. Tositti, P. Cristofanelli, P. Bonasoni, 2015. An outstanding Saharan dust event at Mt. Cimone (2165 m a.s.l., Italy) in March 2004, *Atmospheric Environment*, 113, 223–235, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.05.017>.

Dionisi D., Keckhut P., Hoareau C., Montoux N., and Congeduti F, 2013.: Cirrus crystal fall velocity estimates using the Match method with ground-based lidars: first investigation through a case study, *Atmos. Meas. Tech.*, 6, 457–470, doi:10.5194/amt-6-457-2013.

Dionisi D., Keckhut, P., Liberti, G.L., Cardillo, F., and Congeduti, F., 2013: Mid-latitude cirrus classification at Rome Tor Vergata through a multi-channel Raman-Mie-Rayleigh lidar, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 11853–11868, doi:10.5194/acp-13-11853-2013.

Whiteman, D. N., Cadirola, M., Venable, D., Calhoun, M., Miloshevich, L., Vermeesch, K., Twigg, L., Dirisu, A., Hurst, D., Hall, E., Jordan, A., and Vömel, H.: Correction technique for Raman water vapor lidar signal-dependent bias and suitability for water vapor trend monitoring in the upper troposphere, *Atmos. Meas. Tech.*, 5, 2893–2916, <https://doi.org/10.5194/amt-5-2893-2012>, 2012.

Campanelli, M., V.Estelles, T.Smyth, C.Tomasi, M.P.Martinez-Lozano, B.Claxton, P.Muller, G.Pappalardo, Pietruczuk A., Shanklin J., Colwell S., Wrench C., Lupi A., Mazzola M., Lanconelli C., Vitale V., Congeduti F., Dionisi D., Cardillo F., Cacciani M., Casasanta G. P., Nakajima T., 2012: Monitoring of Eyjafjallajökull volcanic aerosol by the new European SkyRad users (ESR) sun-sky radiometer network, *Atmospheric Env.*, 48, 33–45. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.09.070.

Dionisi D., Congeduti F., Liberti G.L., Cardillo F., 2010: Calibration of a Multichannel Water Vapor Raman Lidar through Noncollocated Operational Soundings: Optimization and Characterization of Accuracy and Variability, *J. Atmos. Ocean. Tech.*, 27, 108–121.

D'Aulerio P., F.Fierli, F.Congeduti and G.Redaeli, 2005. Analysis of the water vapor Lidar measurements during the MAP campaign: evidence of sub-structures of stratospheric intrusions, *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1301–1310.

Congeduti, F., F.Marenco, P.Baldetti, and E.Vincenti, 1999. The multiple mirror lidar "9-eyes", *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.*, 1, 185–191.

Cairo, F., S.Centurioni, F.Congeduti, G.Di Donfrancesco, M.Poli, 1996; A survey of signal-induced-noise in photomultiplier detection of wide dynamics luminous signals, *Rev. Sci. Instrum.*, 67, 3274–3280.

7.11.2 OpenData

NDACC session integrated water vapour mixing ratio profiles: <https://www-air.larc.nasa.gov/missions/ndacc/data.html?station=rome/ames/lidar/>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

ACTRIS Aerosol Remote Sensing Data Centre Unit (ARES): ACTRIS Aerosol Remote Sensing Data during the COVID-19 pandemic, <https://doi.org/10.21336/gen.w3w1-j222>, 2020.

ACTRIS Aerosol Remote Sensing Data Centre Unit (ARES): Data of the ACTRIS Aerosol Remote Sensing COVID-19 campaign held in May 2020, <https://doi.org/10.21336/gen.xmbc-tj86>, 2020.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12 Sistemi autonomi mobili

7.12.1 Veicoli autonomi di superficie (ASV)

7.12.1.1 OpenSWAP



Figura 23 – OpenSWAP

OpenSWAP è un veicolo di superficie completamente autonomo e a controllo remoto, realizzato per applicazioni personalizzate, rilievi geofisici, ispezioni video e molto altro. È leggero, economico, completamente personalizzabile e compatibile con i più comuni GPS e sensori.

OpenSWAP è dotato di piattaforme open source (Arduino, Raspberry Pi) con sistema di navigazione autonomo a doppio GPS e sensori inerziali integrati.

È un piccolo catamarano in plastica (PELLD) con 4 motori brushless, modulare e semplice da mettere in acqua. La versatilità del telaio in alluminio permette di interfacciarlo in maniera semplice con qualsiasi strumento (come side scan sonar, sonde multiparametriche, sub-bottom profiler, ecoscandagli multifascio), con sensori commerciali e non-commerciali, dando quindi la possibilità di ampliare le attrezzature di bordo (sostiene un carico di più di 40 kg).

OpenSWAP è il precursore di una serie di iniziative in corso in ISMAR per la realizzazione di veicoli autonomi prototipali in grado di supportare strumentazione e sensoristica in grado di effettuare acquisizione di misure in aree difficilmente accessibili con altri mezzi e a costi molto più contenuti rispetto ad un veicolo tradizionale.

Publicazioni

Stanghellini, G.; Del Bianco, F.; Gasperini, L. OpenSWAP, an Open Architecture, Low Cost Class of Autonomous Surface Vehicles for Geophysical

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.1.2 SWAMP



Figure 24– SWAMP – Shallow Water Autonomous Multipurpose Platform; up left panel) equipped with ROX and SUNA V2; down left panel) equipped with MBES R2– Sonic; right panel) in action in Svalbard Islands

Shallow Water Autonomous Multipurpose Platform (SWAMP) è un veicolo autonomo di superficie che è stato sviluppato dal CNR per accedere e monitorare acque estremamente basse per mezzo di veicoli robotici portatili, modulari, riconfigurabili e altamente manovrabili. Nell’ambito del progetto InnoVaMare (2020–2023), SWAMP è stato equipaggiato con un ecoscandaglio multifrequenza (MBES) R2–Sonic (ISMAR), un dispositivo automatico di spettroscopia di campo (RoX) (ISMAR), un sensore di nitrati SUNA V2 (OGS), una telecamera subacquea AI ad alta risoluzione e sensibilità, Guard1 (ISMAR).

SWAMP appartiene alla categoria degli Unmanned Surface Vehicles (USV), è portatile e modulare ed è stato progettato e realizzato dal gruppo di ricerca CNR–INM. Si tratta di un catamarano, dotato di quattro propulsori azimutali Pump–Jet, tutti contenuti all’interno degli scafi, e progettati appositamente per SWAMP. Gli scafi sono realizzati in materiale leggero soft–foam, ogni scafo ospita un’unità di propulsione e controllo (MINION).

Il design di SWAMP garantisce un’elevata modularità e galleggiabilità, rendendo il veicolo adattabile alla missione e ai requisiti dell’utente. La modularità fisica è riprodotta anche nell’architettura software. Inoltre, gli scafi sono completamente indipendenti, ciascuno dei quali comprende i propri sistemi di

controllo, guida, alimentazione, propulsione, navigazione e comunicazione. SWAMP dispone di una rete di comunicazione Wi-Fi a bordo, che consente la comunicazione tra ogni singolo elemento, oltre che tra i due scafi. Questo design rende SWAMP un veicolo completamente modulare che può essere smontato e trasportato, per poi essere rimontato in varie configurazioni possibili.

SWAMP permette di navigare in acque estremamente basse, rivelando dati senza precedenti in un ambiente di navigazione ostile.

7.12.2 Gliders

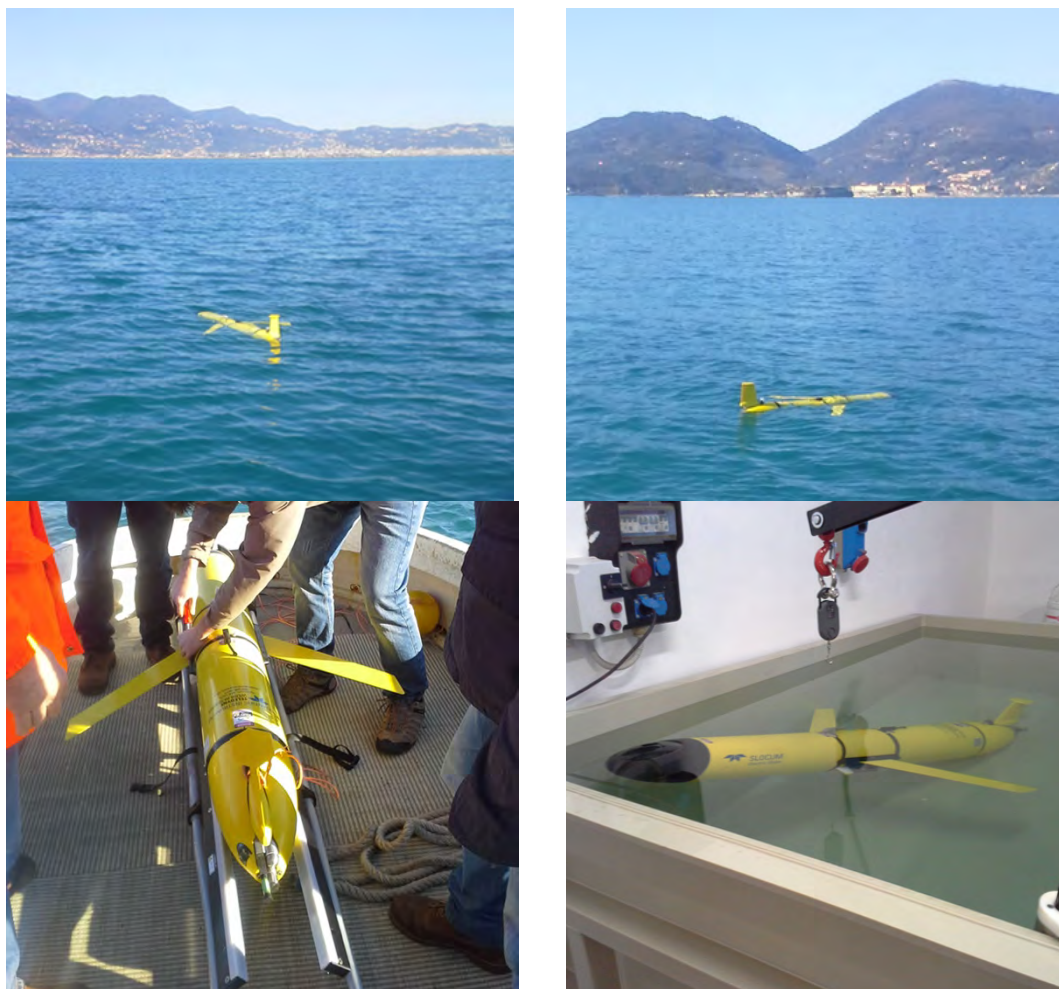


Figura 25 – Glider “Teresa”

Il glider “Teresa” è un veicolo autonomo sottomarino privo di propulsione, in grado di monitorare la colonna d’acqua fino a 1000 m di profondità lungo sezioni verticali mediante cicli di misura in discesa e risalita chiamati yo. I suoi spostamenti verticali e orizzontali avvengono esclusivamente grazie alla variazione del suo assetto tramite variazioni della densità (galleggiamento e sprofondamento) e spostamenti del centro di massa (inclinazione).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Equipaggiato con una sonda CTD, un sensore per la misura dell'ossigeno disciolto e un sensore di microstruttura, naviga attraverso la colonna d'acqua acquisendo dati riguardanti le proprietà fisico-chimiche e misurando la turbolenza. Il glider si muove senza eliche, la sua propulsione è la sola spinta di galleggiamento che viene resa alternatamente negativa (discesa) e positiva (risalita) durante gli yo. Per fare ciò il glider gonfia in misura opportuna una camera esterna che ne varia il volume a parità di massa. Al movimento, che sarebbe solo verticale, si aggiunge una componente orizzontale grazie all'inclinazione che il glider può assumere variando la posizione del suo centro di massa. Il glider dunque si sposta con uno zig-zag verticale come se fosse un aliante che plana lungo la colonna d'acqua. L'assenza di propulsione, e quindi di vibrazioni, permette una misura della turbolenza ad alta precisione, grazie ai sensori di shear e ai termistori ad alta frequenza.

Durante la missione, parte dei dati acquisiti possono essere trasmessi via satellite durante il periodo di emersione, necessario per il posizionamento e il controllo della navigazione del veicolo.

“Teresa”, come la maggior parte dei Glider, è modulare e consente una rapida riconfigurazione dei sensori, adattandosi alle diverse esigenze di ricerca o alle condizioni di emergenza.

Il GLIDER è stato acquisito dal CNR nel 2014 tramite fondi CNR-DCSPI nell'ambito del Progetto EUROLLEETS (FP7-2009 / 2013, Coordinazione: IFREMER).

Lo SLOCUM DEEP GLIDER G2 GLIDER “Teresa” è caratterizzato dalle seguenti specifiche tecniche:

- Profondità Massima: 1000 m
- Sistema di Posizionamento Globale: GPS
- Satellite: Iridium and Argos
- Batterie: Alkaline and Lithium
- Digital Tail Fin: digi-fin
- Anno di acquisto: 2014

I sensori attualmente installati sono:

- CTD: Seabird Electronic SGP (Slocum Glider Payload)
- Dissolved Oxygen Sensor: Optode mod.430 from Anderaa
- Microstructure Sensor: Microrider (MR) from Rockland Scientific, dotato delle seguenti specifiche tecniche:
 - Velocity shear – turbulence probes: SPM-38-1
 - Fast response thermistors: FP07-38-1
 - High resolution pressure sensor
 - High resolution acceleration sensor

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.2.1 Pubblicazioni

Testor, P., DeYoung, B., Rudnick, D.L., Glenn, S., Hayes, D., Lee, C., Pattiaratchi, C.B., Hill, K.L., Heslop, E., Turpin, V., Alenius, P., Barrera, C., Barth, J., Beaird, N., Becu, G., Bosse, A., Bourrin, F., Brearley, A., Chao, Y., Chen, S., Chiggiato, J., Coppola, L., Crout, R., Cummings, J., Curry, B., Curry, R., Davis, R., Desai, K., DiMarco, S., Edwards, C., Fielding, S., Fer, I., Frajka-Williams, E., Gildor, H., Goni, G., Gutierrez, D., Hanson, S., Haugan, P., Hebert, D., Heiderich, J., Heywood, K.J., Hogan, P., Houpert, L., Huh, S., Inall, M.E., Ishii, M., Ito, S., Itoh, S., Jan, S., Kaiser, J., Karstensen, J., Kirkpatrick, B., Klymak, J., Kohut, J., Krahnemann, G., Krug, M., McClatchie, S., Marin, F., Mauri, E., Mehra, A., Meredith, M.P., Miles, T., Morell, J., Mortier, L., Nicholson, S., O'Callaghan, J., O'Conchubhair, D., Oke, P.R., Sanz, E.P., Palmer, M., Park, J., Perivoliotis, L., Poulain, P.-M., Perry, R., Queste, B., Rainville, L., Rehm, E., Roughan, M., Rome, N., Ross, T., Ruiz, S., Saba, G., Schaeffer, A., Schonau, M., Schroeder, K., Shimizu, Y., Sloyan, B.M., Smeed, D., Snowden, D.P., Song, Y., Swart, S., Tenreiro, M., Thompson, A.F., Tintore, J., Todd, R.E., Toro, C., Venables, H., Waterman, S., Watlington, R., Wilson, D. OceanGliders: A component of the integrated GOOS (2019) *Frontiers in Marine Science*, 6 (JUL), art. no. 422, . DOI: 10.3389/fmars.2019.00422 ISSN: 22967745

7.12.2.2 Open Data

I dati delle missioni glider sono scaricabili presso il data center di SOCIB:
http://thredds.socib.es/thredds/catalog/auv/glider/teresa-cnr_teresa/catalog.html

Sono disponibili tre tipologie di dati, tutti in formato NetCDF:

- L0, dati grezzi;
- L1 dati con controllo di qualità lungo i profili della missione;
- L2 dati con controllo di qualità e rimappati su una griglia regolare.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.3 Boe Profilanti BioGeoChemical – Argo

Le boe Biogeochemical (BGC) – Argo sono robot profilanti che autonomamente misurano le proprietà fisiche, chimiche, biologiche ed ottiche degli oceani per rispondere a domande scientifiche chiave per la salvaguardia della salute degli oceani, del clima e della biodiversità (<https://biogeochemical-argo.org/>). Queste boe si muovono passivamente seguendo le correnti a 1000 m e sono programmate per acquisire un profilo tra 2000 m e la superficie almeno una volta ogni 10 giorni. Tutte le boe hanno un GPS per conoscerne la posizione ed un'antenna Iridium per trasferire i dati acquisiti a terra via satellite. Una volta ricevuti i dati, questi sono soggetti ad un controllo qualità per la messa in rete, ad accesso aperto, in 24 ore dal campionamento. Le boe BGC–Argo sono equipaggiate con sensori miniaturizzati che acquisiscono misure di temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto, nitrati, clorofilla fitoplanctonica, particolato in sospensione (via optical backscattering), sostanza organica disciolta colorata e irradianza solare discendente a 4 bande nello spettro della radiazione visibile e ultravioletta. Recenti sviluppi tecnologici consentono di equipaggiare le boe BGC–Argo con radiometri iperspettrali (> 100 bande) per misure di irradianza discendente e radianza ascendente, trasmittometri, e sistemi video subacquei che permettono lo studio della diversità zooplanctonica. Una descrizione sintetica della piattaforma e della modalità di campionamento viene mostrata in figura.

La boa profilante attualmente utilizzata in ISMAR (identificativo internazionale: WMO 2903797) acquisisce profili di temperatura, salinità, ossigeno disciolto, clorofilla fitoplanctonica, particolato in sospensione (via optical backscattering), sostanza organica disciolta colorata, irradianza solare discendente a 4 bande (380, 443, 490 e 555 nm), composizione comunità zooplanctoniche.

La boa profilante è prodotta da NKE Instrumentation – modello PROVOR CTS 5 versione Jumbo (in collaborazione con H. Claustre CNRS Francia – progetto ERC REFINE).

La versione Jumbo ha 66% di batteria aggiuntiva con durata nominale di attività tra 5 e 7 anni. Lo stato della batteria può essere monitorato al fine di pianificare azioni di recupero, manutenzione e rinnovo, e nuovo lancio a mare.

Le attività ISMAR si inseriscono all'interno di un programma internazionale che mira ad avere 1000 boe BGC–Argo operanti in tutti gli oceani, e al contributo Europeo via l'infrastruttura di ricerca EURO–ARGO ERIC (<https://www.euro-argo.eu>). La rete BGC–Argo è un'azione del G7 Future of the Seas and Oceans Initiative (<https://www.g7fsoi.org/>).

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

BioGEOCHEMICAL-ARGO

Autonomous Profiling Float

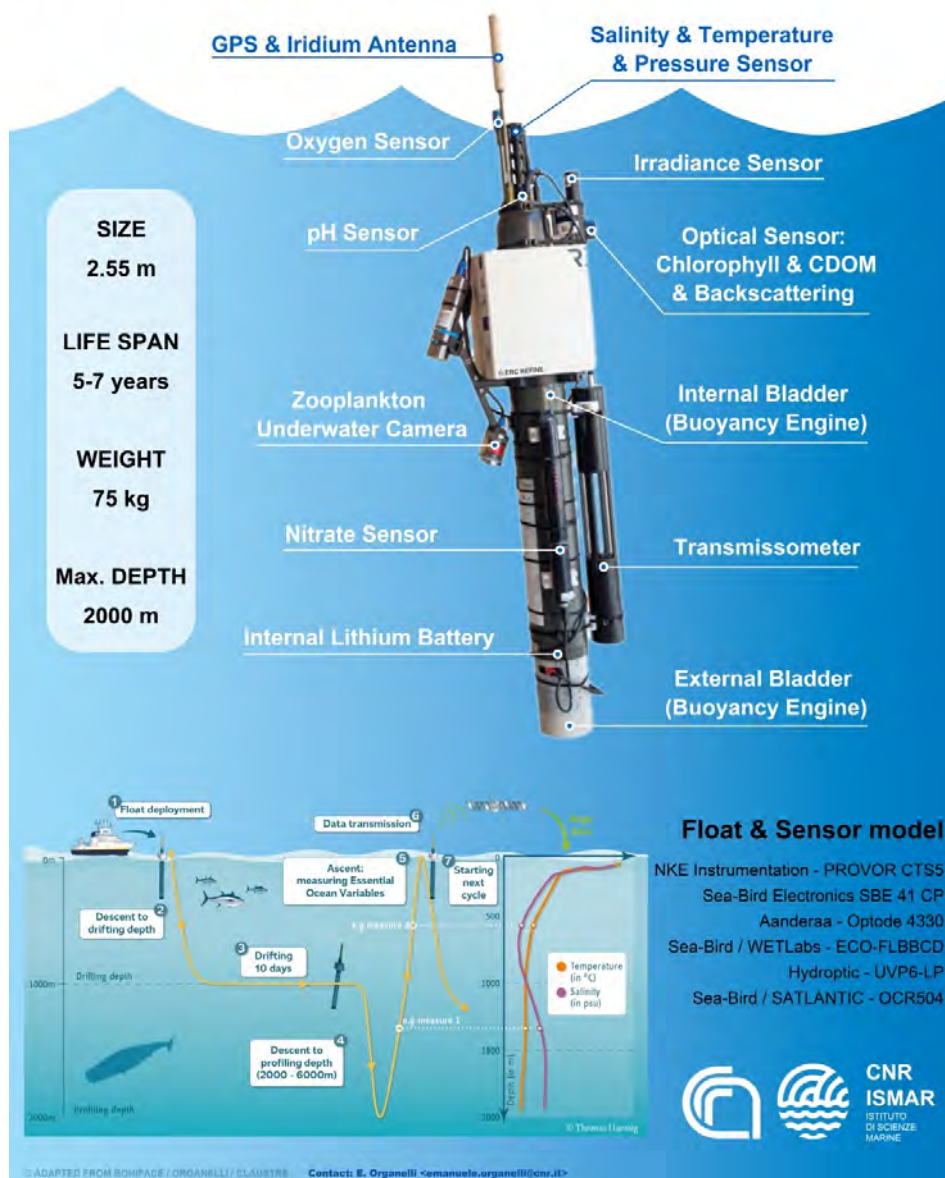


Figura 26- Piattaforma profilante autonoma BioGeoChemical (BGC) – Argo.

7.12.3.1 Pubblicazioni

Boe Profilanti BioGeoChemical – Argo

Organelli E., Leymarie E., Zielinski O., Uitz J., D’Ortenzio F., Claustre H. (2021). Hyperspectral radiometry on Biogeochemical-Argo floats: a bright perspective for phytoplankton diversity. *Oceanography* 34 suppl.: 90–91, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.supplement.02-33>

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Terzić E., Miró A., Organelli E., Kowalczyk P., D'Ortenzio F., Lazzari P. (2021). Radiative Transfer modeling with Biogeochemical–Argo float data in the Mediterranean Sea. *Journal of Geophysical Research Oceans* 126, e2021JC017690, <https://doi.org/10.1029/2021JC017690>.

Jutard Q., Organelli E., Briggs N., Xing X., Schmechtig C., Boss E., Poteau A., Leymarie E., Cornec M., D'Ortenzio F., Claustre H. (2021). Correction of Biogeochemical–Argo Radiometry for Sensor Temperature–Dependence and Drift: Protocols for a Delayed–Mode Quality Control. *Sensors* 21(18): 6217, <https://doi.org/10.3390/s21186217>.

Lazzari P., Salon S., Terzić E., Gregg W., D'Ortenzio F., Vellucci V., Organelli E., Antoine D. (2021). Assessment of the spectral downward irradiance at the surface of the Mediterranean Sea using the radiative Ocean–Atmosphere Spectral Irradiance Model (OASIM). *Ocean Science* 17: 675–697, <https://doi.org/10.5194/os-17-675-2021>.

Organelli E., Claustre H. (2019). Small phytoplankton shapes colored dissolved organic matter dynamics in the North Atlantic subtropical gyre. *Geophysical Research Letters* 46: 12183–12191, <https://doi.org/10.1029/2019GL084699>.

Bittig H.C., Maurer T.L., Plant J.N., Wong A.P.S., Schmechtig C., Claustre H., Trull T.W., Bhaskar T.V.S.U., Boss E., Dall'Olmo G., Organelli E., Poteau A., Johnson K.S., Hanstein C., Leymarie E., Le Reste S., Riser S.C., Rupan A.R., Taillandier V., Thierry V., Xing X. (2019). A BGC–Argo guide: Planning, deployment, data handling and usage. *Frontiers in Marine Science* 6: 502, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00502>.

Bellacicco M., Cornec M., Organelli E., Brewin R.J.W., Neukermans G., Volpe G., Barbieux M., Poteau A., Schmechtig C., D'Ortenzio F., Marullo S., Claustre H., Pitarch J (2019). Global variability of optical backscattering by non–algal particles from a Biogeochemical–Argo dataset. *Geophysical Research Letters* 46: 9767–9776, <https://doi.org/10.1029/2019GL084078>.

Terzić E., Lazzari P., Organelli E., Solidoro C., Salon S., D'Ortenzio F., Conan P. (2019). Merging bio–optical data from Biogeochemical–Argo floats and models in marine biogeochemistry. *Biogeosciences* 16: 2527–2542, <https://doi.org/10.5194/bg-16-2527-2019>.

Barbieux M., Uitz J., Bricaud A., Organelli E., Poteau A., Schmechtig C., Gentili B., Obolensky G., Leymarie E., Penkerch C., D'Ortenzio F., Claustre H. (2018). Assessing the variability in the relationship between the particulate backscattering coefficient and the chlorophyll a concentration from a global Biogeochemical–Argo database. *Journal of Geophysical Research Oceans* 123: 1229–1250, <https://doi.org/10.1002/2017JC013030>.

Organelli E., Barbieux M., Claustre H., Schmechtig C., Poteau A., Bricaud A., Boss E., Briggs N., Dall'Olmo G., D'Ortenzio F., Leymarie E., Mangin A., Obolensky

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

G., Penkerch C., Prieur L., Roesler C., Serra R., Uitz J., Xing X. (2017). Two databases derived from BGC–Argo float measurements for marine biogeochemical and bio–optical applications. *Earth System Science Data* 9: 861–880, <https://doi.org/10.5194/essd-9-861-2017>.

Organelli E., Claustre H., Bricaud A., Barbieux M., Uitz J., D’Ortenzio F., Dall’Olmo G. (2017). Bio–optical anomalies in the World’s oceans: An investigation on the diffuse attenuation coefficients for downward irradiance derived from Biogeochemical Argo float measurements. *Journal of Geophysical Research Oceans* 122: 3543–3564, <https://doi.org/10.1002/2016JC012629>. Selected as research spotlight by EOS – the Earth and Space Observation US magazine (<https://doi.org/10.1029/2017E0073123>).

Roesler C., Uitz J., Claustre H., Boss E., Xing X., Organelli E., Briggs N., Bricaud A., Schmechtig C., Poteau A., D’Ortenzio F., Ras J., Drapeau S., Haëntjens N., Barbieux M. (2017). Recommendations for obtaining unbiased chlorophyll estimates from in situ chlorophyll fluorometers: A global analysis of WET Labs ECO sensors. *Limnology and Oceanography Methods* 15: 572–585, <https://doi.org/10.1002/lom3.10185>. Top downloaded article 2017–2018.

Xing X., Claustre H., Boss E., Roesler C., Organelli E., Poteau A., Barbieux M., D’Ortenzio F. (2017). Correction of profiles of in–situ chlorophyll fluorometry for the contribution of fluorescence originating from non–algal matter. *Limnology and Oceanography Methods* 15: 80–93, <https://doi.org/10.1002/lom3.10144>.

Organelli E., Claustre H., Bricaud A., Schmechtig C., Poteau A., Xing X., Prieur L., D’Ortenzio F., Dall’Olmo G., Vellucci V. (2016). A novel near–real–time quality–control procedure for radiometric profiles measured by Bio–Argo floats: Protocols and performances. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 33: 937–951, <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-15-0193.1>.

7.12.3.2 OpenData

I dati relativi alle boe profilanti BioGeoChemical – Argo sono accessibili attraverso i seguenti portali:

<https://fleetmonitoring.euro-argo.eu/>

<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo/dac/coriolis>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.4 Boe derivanti- Drifters



Figura 27– Diversi esempi di drifters lagrangiani (CARTHE, CODE, SVP)

Le boe derivanti (dette “drifters”) sono strumenti oceanografici progettati per seguire le correnti marine dando informazioni sulla propria posizione GPS a intervalli di tempo regolari, tramite comunicazione satellitare (ad esempio, sistema Iridium) o GSM. In alcuni casi questi dispositivi misurano parametri che caratterizzano la massa d’acqua quali temperatura, salinità e altre grandezze fisiche ma anche variabili biogeochimiche derivate da misure di clorofilla fitoplanctonica o concentrazione di particolato in sospensione. Sono anche chiamati strumenti “Lagrangiani”, dal nome del matematico Lagrange, perché caratterizzano e osservano l’ambiente circostante seguendo le particelle del fluido in movimento. Esistono vari tipi di boe flottanti (ad esempio, CARTHE, CODE, SVP), che differiscono per il loro disegno e per la profondità a cui seguono le correnti marine. A seconda della loro struttura e della zavorra usata possono seguire il flusso a 15 m, a 1 m o addirittura a pochi centimetri dalla superficie, a seconda delle applicazioni di interesse.

CNR – ISMAR ha un’esperienza molto vasta nel campo della strumentazione Lagrangiana e nell’analisi dei dati. La versatilità di questo tipo di strumentazione ha permesso di partecipare a numerosi esperimenti a livello regionale come ad ampio respiro internazionale (<http://carthe.org>, <http://tosca.ismar.cnr.it/index.html>, <http://impact-maritime.eu>, <http://calypsodri.whoi.edu>, <https://www.jerico-ri.eu>, <https://www.swot-adac.org/campaigns/bioswot-med/>) in cui clusters di drifters sono stati usati per studiare processi di dispersione con applicazioni ambientali, di tipo biologico, oppure di inquinamento e di sicurezza, e per la validazione di strumenti di osservazione da remoto (come le correnti da radar HF o dati satellitari di altimetria o di ocean colour). CNR-ISMAR ha anche dato importanti contributi nello sviluppo di nuove metodologie di analisi basate su dispersione di particelle sintetiche

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

(simulate) ma anche di metriche per l'analisi di osservazioni Lagrangiane, nonché per lo sviluppo di sensori innovativi di tipo biologico.

7.12.4.1 Pubblicazioni

G. Esposito, S. Donnet, M. Berta, A. Y. Shcherbina, M. Freilich, L. Centurioni, E. A D'Asaro, J T Farrar, TMS Johnston, A. Mahadevan, T. Özgökmen, A. Pascual, P.-M. Poulain, S. Ruiz, D R Tarry, A. Griffa (2023). Inertial Oscillations and Frontal Processes in an Alboran Sea Jet: Effects on Divergence and Vertical Transport. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 128, 3, e2022JC019004

H. S Huntley, M. Berta, G. Esposito, A. Griffa, B. Moure, L. Centurioni (2022). Conditions for Reliable Divergence Estimates from Drifter Triplets. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 39,10,1499–1523

D R Tarry, S. Ruiz, TMS Johnston, P.-M. Poulain, T. Özgökmen, L R Centurioni, M. Berta, G. Esposito, J T Farrar, A. Mahadevan, A. Pascual (2022). Drifter observations reveal intense vertical velocity in a surface ocean front. *Geophysical research letters*, 49, 18, e2022GL098969.

G Suaria, M Berta, A Griffa, A Molcard, TM Özgökmen, E Zambianchi, S Aliani (2022). Dynamics of transport, accumulation, and export of plastics at oceanic fronts. In " Chemical oceanography of frontal zones", 1–51.

C–A Guérin, D Dumas, A Molcard, C Quentin, B Zakardjian, A Gramoullé, M. Berta (2021). High–Frequency Radar Measurements with CODAR in the Region of Nice: Improved Calibration and Performance. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 38,11, 2003–2016

G. Esposito, M. Berta, L Centurioni, TMS Johnston, J Lodise, T Özgökmen, P–M Poulain, A. Griffa (2021). Submesoscale vorticity and divergence in the Alboran Sea: Scale and depth dependence. *Frontiers in Marine Science*, 8, 678304

M. Berta, L. Corgnati, M G. Magaldi, A. Griffa, C. Mantovani, A. Rubio, E Reyes and J Mader (2020). Small scale ocean weather during an extreme wind event in the Ligurian Sea. *Ocean state report 4. Journal of Operational Oceanography* 13(1), 4.8, s149.

A Rubio, I Hernández–Carrasco, A Orfila, M González, E Reyes, L Corgnati, M. Berta, A Griffa and J Mader (2020). A Lagrangian approach to monitor local particle retention conditions in coastal areas. *Ocean state report 4. Journal of Operational Oceanography*, 13(1), 2.8, s54.

A. Solodoch, J. M. Molemaker, K. Srinivasan, M. Berta, L. Marie, A. Jagannathan (2020). Observations of Shoaling Density Current Regime Changes in Internal Wave Interactions. *J. Phys. Oceanogr.*, vol.50, pp.1733–1751, Doi: 10.1175/JPO–D–19–0176.1.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

D. Sun, A. Bracco, R. Barkan, M. Berta, D. Dauhajre. M. J. Molemaker, J. Choi, G. Liu, A. Griffa, J.C. McWilliams (2020). Diurnal Cycling of Submesoscale Dynamics: Lagrangian Implications in Drifter Observations and Model Simulations of the Northern Gulf of Mexico. *J. Phys. Oceanogr.*, vol.50, pp.1605–1623. Doi: 10.1175/JPO-D-19-0241.1.

J. Lodise, T. Ozgokmen, A. Griffa, M. Berta (2019). Vertical structure of ocean surface currents under high winds from massive arrays of drifters. *Ocean Science*, vol.15, pp.1627–1651, Doi: 10.5194/os-15-1627-2019.

R. Sciascia, M. Berta, D. F. Carlson, A. Griffa, M. Panfili, M. La Mesa, L. Corgnati, C. Mantovani, E. Domenella, E. Fredj, M. G. Magaldi, R. D’Adamo, G. Pazienza, E. Zambianchi, P.–M. Poulain (2018). Linking sardine recruitment in coastal areas to ocean currents using surface drifters and HF radar. A case study in the Gulf of Manfredonia, Adriatic Sea. *Ocean Science*, vol.14, pp.1461–1482. Doi: 10.5194/os-14-1461-2018.

D.F. Carlson, T. Ozgokmen, G. Novelli, C. Guigand, H. Chang, B. Fox–Kemper, J. Mensa, S. Mehta, E. Fredj, H. Huntley, A.D. Kirwan, M. Berta, M. Rebozo, M. Curcic, E. Ryan, B. Lund, B. Haus, C. Hunt, S. Chen, L. Bracken, J. Horstmann (2018). Surface Ocean Dispersion Observations from the Ship–Tethered Aerostat Remote Sensing System. *Frontiers in Marine Science– Ocean Observation*, vol. 5, pp.479. Doi: 10.3389/fmars.2018.00479

M. Berta, L. Bellomo, A. Griffa, M. G. Magaldi, A. Molcard, C. Mantovani, G. P. Gasparini, J. Marmain, A. Vetrano, L. Béguery, M. Borghini, Y. Barbin, J. Gaggelli, C. Quentin (2018). Wind–induced variability in the Northern Current (northwestern Mediterranean Sea) as depicted by a multi–platform observing system. *Ocean Science*, vol.14, pp. 689–710. Doi: 10.5194/os-14-689-2018

L. P. Corgnati, C. Mantovani, A.Griffa, M. Berta, P. Penna, P. Celentano, L. Bellomo, D. F. Carlson, R. D’Adamo (2018). Implementation and Validation of the ISMAR High–Frequency Coastal Radar Network in the Gulf of Manfredonia (Mediterranean Sea). *IEEE Journal of Oceanic Engineering*. Doi: 10.1109/JOE.2018.2822518

M. Berta, A. Griffa, T.M. Ozgokmen, A.C. Poje (2016). Submesoscale tracer patch evolution from surface drifter triad observations in the Gulf of Mexico. *Geophysical Research Letters* vol.43, pp. 11751–11759. Doi: 10.1002/2016GL070357

A.J. Mariano E. H. Ryan, H. S. Huntley, L.C. Laurindo, E. Coelho, A. Griffa, T. M. Ozgokmen, M. Berta, D. Bogucki, S. Chen, M. Curcic, M. Gough, B. K. Haus, A. C. Haza, P. Hogan, M. Iskandarani, G. Jacobs, A. D. Kirwan, Jr., N. Laxague, B. Lipphardt, Jr., M. G. Magaldi, G. Novelli, A. Reniers, J. M. Restrepo, C. Smith, A. Valle–Levinson, and M. Wei (2016). Statistical properties of the surface velocity field

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

in the northern Gulf of Mexico sampled by GLAD drifters. Journal of Geophysical Research–Oceans vol.121 pp. 51935216. Doi: 10.1002/2015JC011569

M. Berta, A. Griffa, M.G. Magaldi, T.M. Ozgokmen, A.C. Poje, A.C. Haza, M. J. Ollascoaga (2015). Improved surface velocity and trajectory estimates in the Gulf of Mexico from blended satellite altimetry and drifter data. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology vol.32, 18801901. Doi: 10.1175/JTECH-D-14-00226.1.

M. Berta, L. Bellomo, M.G. Magaldi, A. Griffa, A. Molcard, J. Marmain, M. Borghini, V. Taillandier (2014). Estimating Lagrangian transport blending drifters with HF radar data and models: results from the TOSCA experiment in the Ligurian Current (North Western Mediterranean Sea). Progress in Oceanography vol.128, pp.15–29. Doi: 10.1016/j.pocean.2014.08.004

M. Berta, L. Ursella, F. Nencioli, A.M. Doglioli, A.A. Petrenko, S. Cosoli (2014). Surface transport in the Northeastern Adriatic Sea from FSLE analysis of HF radar measurements. Continental Shelf Research vol.77, pp.14–23. Doi: 10.1016/j.csr.2014.01.016

7.12.4.2 Open Data

<https://www.seanoe.org/data/00740/85161/>

<https://www.seanoe.org/data/00612/72369/>

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21432558.v1>

<https://fleetmonitoring.euro-argo.eu/float/6903816>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R1.x134.115:0004>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R1.x134.115:0003>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R4.x265.237:0004>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R4.x265.237:0006>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

8 Conclusioni

L'Italia per l'estensione delle sue coste, la sua posizione geografica e la tradizione culturale, ha la possibilità di giocare un ruolo centrale di leadership nell'ambito del Mar Mediterraneo sul tema dell'osservazione e dell'attività modellistica oceanografica multidisciplinare, in grado di integrare gli aspetti e le conoscenze in materia di oceanografia fisica, con le implicazioni e lo studio dei processi di interazione con il fondo mare e l'atmosfera, con quelli in materia di biogeochimica, fino al monitoraggio e alla previsione dello sfruttamento sostenibile delle risorse.

A tal fine risulta indispensabile un coordinamento tecnico-scientifico, supportato da un'adeguata pianificazione degli investimenti economici sulle strutture esistenti, che garantisca continuità, operatività e accesso ai dati per le finalità di conoscenza, previsione e supporto ai decisori politici e gestionali.

Per fare questo appare quindi necessario che le infrastrutture di ricerca legate agli osservatori marini siano progressivamente interconnesse e strutturate.

I siti e i network esistenti vanno consolidati, mantenuti e aggiornati con sensoristica avanzata ed innovativa, ed è auspicabile che siano integrati con nuovi punti di misura in aree critiche.

Infine, l'accesso ai dati deve essere razionalizzato e strutturato, dove non già presente, per garantire la distribuzione a livello internazionale in modalità aperta.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

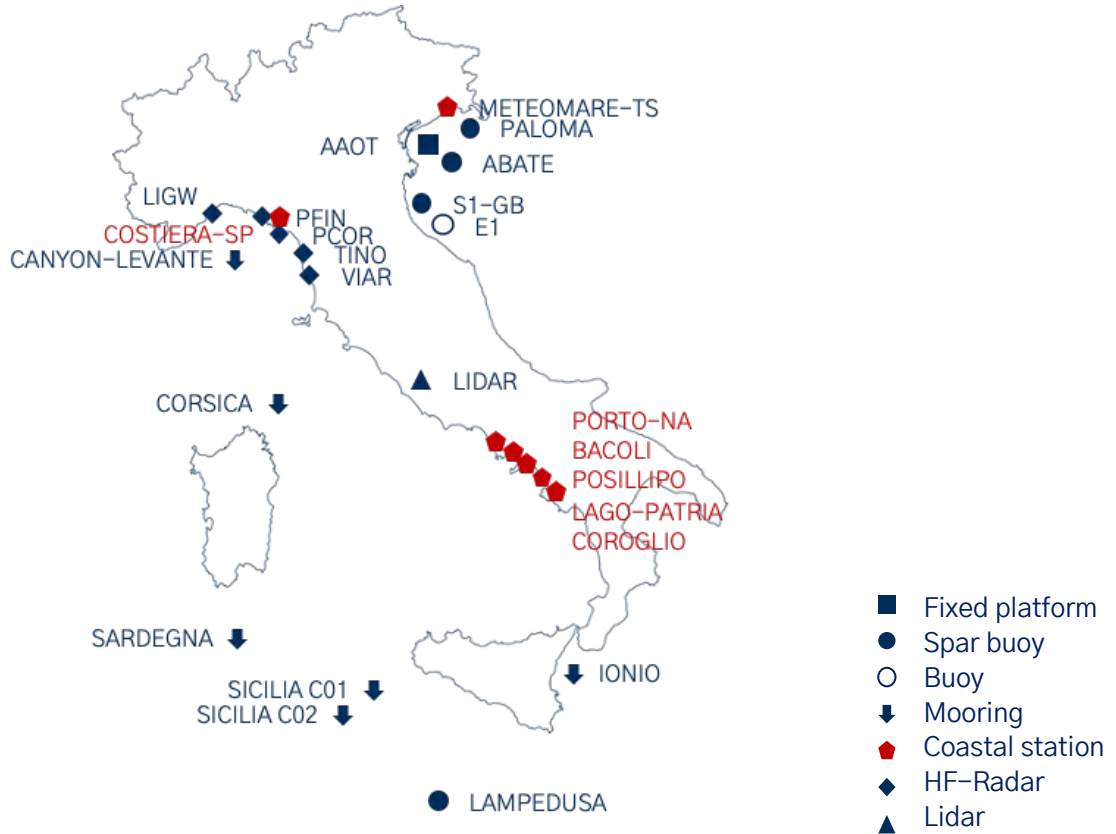
Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



**CNR
ISMAR**
ISTITUTO
DI SCIENZE
MARINE

ITALIAN OCEAN OBSERVING NETWORK
Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienze Marine



authored by

Angela Pomaro, Mauro Bastianini, Marco Bellacico, Debora Bellafiore, Alvise Benetazzo, Caterina Bergami, Maristella Berta, Carolina Cantoni, Jacopo Chiggiato, Simone Colella, Lorenzo Corgnati, Francesca De Pascalis, Davide Dionisi, Luca Gasperini, Gianluigi Liberti, Marcello Magaldi, Carlo Mantovani, Fabio Matano, Emanuele Organelli, Fabio Raicich, Katrin Schroeder, Giuseppe Stanghellini, Gianluca Volpe

with contributions from:

Mireno Borghini, Lucilla Capotondi, Annamaria Correggiari, Marco Di Paolantonio, Giovanni Giuliano, Annalisa Griffa, Anna Luchetta, Mariangela Ravaioli, Francesco Riminucci, Stefania Sparnocchia

Venezia

Tesa 104 – Arsenale,
Castello 2737/F
30122 – Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 – Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 – La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto di Napoli snc
80133 – Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 – Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 – Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza – Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 – Trieste, IT
+39 040 3756872

Index

1	Introduction	4
2	The network of marine observation sites of CNR–ISMAR	6
3	Projects and networking	7
4	PNRR projects	10
5	Perspectives	11
6	The CNR–ISMAR ocean observing system in numbers	13
7	The stations of the network	16
7.1	Acqua Alta Oceanographic Tower	17
7.1.1	Observed variables	20
7.1.2	Publications (after 2010)	22
7.1.3	OpenData	28
7.2	PALOMA elastic beacon	30
7.2.1	Observed variables	31
7.2.2	Publications	33
7.2.3	OpenData	34
7.3	S1-GB elastic beacon	35
7.3.1	Observed variables	36
7.3.2	Publications	38
7.3.3	OpenData	39
7.4	Abate spar buoy	40
7.4.1	Observed variables	41
7.5	Lampedusa spar buoy	42
7.5.1	Observed variables	43
7.5.2	Publications	44
7.6	E1 buoy	45
7.6.1	Observed variables	46
7.6.2	Publications	47
7.6.3	OpenData	49
7.7	HF Radar Network	50
7.7.1	Observed Variables.....	51
7.7.2	Publications	52
7.7.3	OpenData	53
7.8	Moorings	55
7.8.1	Sicily Channel Observatory (SiCO1 and SiCO2).....	56
7.8.2	Corsica Channel Observatory	60
7.8.3	EMSO SN1 Observatory.....	64
7.8.4	Sardinia Channel Observatory	65
7.8.5	Levante Canyon Observatory	68
7.9	Repeated transects	70
7.9.1	Publications	71
7.9.2	OpenData	73

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10 Coastal stations	75
7.10.1 Gulf of Trieste	75
7.10.2 Gulf of Lerici (SP)	78
7.10.3 Gulf of Gaeta	80
7.10.4 Gulf of Naples	82
7.11 Atmospheric lidar	87
7.11.1 Publications	89
7.11.2 OpenData	91
7.12 Mobile autonomous systems	93
7.12.1 Autonomous Surface Vehicles (ASV)	93
7.12.2 Gliders	95
7.12.3 BioGeoChemical-Argo Profiling Floats.....	98
7.12.4 Drift buoys - Drifters.....	102
8 Conclusions	106

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

1 Introduction

The Institute of Marine Sciences of the National Research Council of Italy (CNR–ISMAR) carries out multi–disciplinary scientific research activities in the following thematic areas:

- Physical oceanography and biogeochemistry for the study of climate processes and variability, from the open sea to coastal/transitional waters;
- Observational and operational services for the monitoring of Essential Ocean (physical and biogeochemical), Climate and Biodiversity variables (EOVs, ECVs, EBVs) and for risk assessment;
- Geological evolution of oceans, continental margins and transition areas for the evaluation of potential resources and the assessment of geological risks;
- Stratigraphy, paleoceanography and study of the mechanisms of change in the climate regime;
- Ecological research for the study of the structure, functioning and evolution of ecosystems;
- Interoperable management of marine data for maritime spatial planning and the development of an “ecosystem–based” maritime economy.

The marine observation system created and managed by CNR–ISMAR is a set of tools and technologies used to monitor and study marine processes, including the physical, chemical and biological aspects of the oceans.

It includes various platforms, fixed and mobile, such as oceanographic vessels, oceanographic buoys, moorings and elastic beacons, coastal monitoring stations, fixed sensors and mobile autonomous robotic platforms. This set of platforms allows to collect real–time data on various environmental parameters, such as water temperature, salinity, sea level and state, currents, nutrient and chlorophyll concentrations, as well as plan and implement experimental activities and campaigns for study of phenomena and processes of specific interest.

The data collected by the CNR–ISMAR marine observation system are used to study and understand oceanographic processes, monitor marine pollution, analyze the evolution of coastal areas, evaluate marine biodiversity, analyze the effects of climate change on marine ecosystems and provide useful information for the sustainable management of marine resources. The measurements are also of particular importance for the validation of modeling tools, developed by the Institute and by the scientific community in general, as well as for the validation of satellite observation products.

Furthermore, CNR–ISMAR collaborates with scientific institutions, universities, international organizations and government bodies to promote marine research and achieve the objectives of increasing knowledge in the context of international ocean monitoring and study projects.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

In this framework, the CNR–ISMAR marine observation system constitutes an important resource for research and understanding of marine environments, providing crucial data for the monitoring and sustainable management of the oceans.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

2 The network of marine observation sites of CNR–ISMAR

Over the last 30 years, the CNR has consolidated an observation network based on fixed measurement systems, represented by a network of oceanographic platforms, meteorological–marine buoys and long–term moorings located in coastal and open sea environments for the continuous monitoring of parameters meteorological and physical bio–chemical aspects in the water column and at the air–water and land–sea interface (coast and seabed), for studies of environmental quality and oceanographic processes and climate variability.

These systems are important for the generation and continuation of climatological time series, also indispensable for the *early warning* of particularly critical environmental phenomena.

Various fixed observation sites created and managed by the CNR–ISMAR are currently operational in the Italian seas: the Acqua Alta Oceanographic Tower in the northern Adriatic Sea, the E1 coastal buoy in the Adriatic, the elastic beacons S1–GB (Adriatic Sea) and PALOMA (Gulf of Trieste), various multi–parameter submerged moorings (Corsica Channel, Sicily Channel and Sardinia Channel), as well as a consolidated HF radar network along the Ligurian coast and coastal stations for monitoring meteorological–oceanographic variables and aspects of geological–coastal relevance (Gulf of Trieste, Gulf of Venice, Gulf of La Spezia, Gulf of Gaeta and Gulf of Naples). Further stations are instrumented and managed by the CNR–ISMAR in collaboration with the managing bodies, including the spar buoys Abate (Adriatic Sea), owned by ARPAV, and Lampedusa, along the western coast of the island of the same name, owned by ENEA, in addition to the moorings, Levante Canyon, in the Ligurian Sea, and EMSO–SN1 in the Ionian Sea .

These stations are integrated by further stations managed by the CNR (ISP, IRBIM and IAS), including the moorings in the Bari canyon, the Tele–Senigallia beacon (Adriatic), the ODAS deep–sea buoy in the Ligurian Sea, the Kobold platform in the Strait of Messina and the coastal stations in the Gulf of Genoa.

Finally, the CNR–ISMAR observation network is strengthened by the autonomous and mobile robotic component made up of robotic platforms such as Biogeochemical–Argo profiling buoys, gliders and Lagrangian drifters. This component represents an extension of the ISMAR observation network towards more offshore regions for physical, biological and biogeochemical oceanography studies on multiple spatial and temporal scales. These platforms also provide fundamental observations to integrate satellite observations, optimize ocean models and reconstruct the 3D component of the ocean (Digital Twin of the Ocean).

The observation infrastructures managed by the CNR complete the effort of the Italian scientific community in understanding the processes that characterize the Mediterranean basin, but not only.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

An integral part of this network are a series of measuring stations and transects located in areas of notable interest for which there are historical series of scientific relevance, which are included in national and international observation networks, such as for example the transects of Senigallia, the Fossa di Pomo, Mazara del Vallo–Capo Bon, Sardinia–Sicily, Capraia–Corsica and the system of hydro biochemical stations in the Venice lagoon.

At present, the network corresponds to an investment of the order of €3 million and requires an annual management commitment of €650 thousand, excluding the impact of personnel costs. Approximately €300k is covered by a contribution arranged by the CNR–UPGO for the Acqua Alta Oceanographic Tower site and the connected naval vessels. The residue necessary for ordinary management is ensured by the scientific network through participation in research projects and infrastructures and other funding opportunities.

3 Projects and networking

The CNR boasts many years of experience in the management, maintenance and operation of numerous multi-parametric fixed and mobile stations located in the Italian seas and in the Mediterranean in general. Some of these are part of the current regional, national and international networks and have contributed or still contribute to the implementation of national and international projects and programs.

The CNR–ISMAR marine observation system contributes to the development of projects, the integration of research infrastructures and the formation of networks linked to the research and monitoring of marine environments, including:

1. EuroGOOS: CNR–ISMAR is involved in EuroGOOS (Global Ocean Observing System in Europe), a network that promotes the integration of marine observation systems in Europe. EuroGOOS facilitates cooperation between member countries to improve the collection, storage and sharing of oceanographic data.
2. MonGOOS: CNR–ISMAR is an active member of the Regional Alliance of GOOS for the Mediterranean, which has as its objectives: to continuously advance the scientific understanding and technological development on which the observing system is based, to promote the visibility and recognition of the observing system at government agencies and private companies, encouraging their integration at national, regional, European and global levels, promote the participation of non–EU Mediterranean countries in the observing system.
3. JERICO–RI: CNR–ISMAR participates in JERICO–RI (Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatory – Research Infrastructure), a network of coastal observatories in Europe. JERICO–RI coordinates the access and sharing of data collected by coastal monitoring stations in different European regions.
4. DANUBIUS–ESFRI: Italy participates in DANUBIUS–RI, through the CNR–ISMAR, coordinating one of the 4 thematic nodes, the modeling one, and being an integral part of one of the 10 Supersites, that of the Po delta and lagoons of the Northern

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Adriatic. DANUBIUS–RI is an ESFRI distributed research infrastructure that supports interdisciplinary research on large river–delta–sea systems (River–Sea systems), based on existing European excellence.

5. eLTER–RI: CNR–ISMAR coordinates three of the Italian sites involved in eLTER–RI (Lagoon of Venice, Gulf of Venice and Po Delta and Romagna Coast) and the Northern Adriatic Sea Parent site. eLTER–RI is a distributed pan–european ESFRI research infrastructure, with the mission to study long–term (multidecadal scale) ecological variations of structures, processes and functions in terrestrial, freshwater and coastal/transitional ecosystems through a holistic “whole system” approach.
6. ICOS: The Italian participation, coordinated by CNR, includes 3 atmospheric, 10 ecosystem and 4 marine stations, including the CNR–ISMAR PALOMA station, located in the Gulf of Trieste (North Adriatic). An acronym for *Integrated Carbon Observing System*, ICOS is a European Research Infrastructure (ERIC) that aims to provide accessible, high–quality data to improve our understanding of greenhouse gas emissions and removals. The infrastructure is based on three thematic centers: atmospheric, ecosystemic and marine which coordinate the three different types of stations, the standardization of data acquisition systems and their validation and dissemination process.
7. EMBRC: Acronym for *European Marine Biological Resource Centre*, EMBRC is a European research infrastructure dedicated to marine biological resources. It provides access to marine resources, as well as participating research services and facilities that enable researchers, from both academia and industry, to study the ocean and develop innovative solutions to address societal problems.
8. EuroARGO: CNR–ISMAR participates in EuroARGO with a BGC–Argo buoy, dedicates its activities to the development of quality control methods for radiometric measurements, to the scientific exploitation of the BGC–Argo network, to dissemination and promotion activities and to the training of young researchers, and actively participate in strategic working groups (G7 FSOI and EuroGOOS). EuroARGO is a European Research Infrastructure (ERIC) which aims to coordinate, contribute and strengthen the European contribution to the international Argo programme, which represents a main component of the Global Ocean *Observing System* (GOOS) and the *Global Climate Observing System* (GCOS). It provides vertical profiles between 0–2000 m of hydrological and biogeochemical variables in Near–Real–Time for operational oceanography services (e.g., Copernicus) as well as high–quality data for climate and oceanographic research activities. In particular, EuroARGO has the objective of (i) guaranteeing the observation of the European seas, (ii) implementing the observational components of Argo linked to the study of biogeochemical processes, deep seas and polar seas, (iii) coordinating and provide access to high–quality data.
9. EuroFLEETS: CNR–ISMAR participated both as a user and as an infrastructure operator in EuroFLEETS, *An Alliance of European Research Fleets*, currently an

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

H2020 project, which aspires to become a European RI and which has been included in the Italian PNIR as a "category RI European". The EUROFLEETS+ project facilitates open and free access to an integrated and advanced fleet of research vessels, designed to meet the evolving needs of the user community. European and international researchers, from academia and industry, are able to apply for different entry programmes, through a single-entry system. EUROFLEETS+ prioritizes supporting research on sustainable, clean and healthy oceans by connecting to existing ocean observation infrastructures and supporting innovation through close collaboration with industry.

10. OceanSITES : CNR-ISMAR participates in this network with the two moorings in the Sicily Channel. OceanSITES is a global system of long-term offshore reference stations that measure dozens of variables and monitor the entire depth of the ocean, from air-sea interactions down to the sea floor. This is a network of stations or observatories that measure many aspects of the ocean's surface and water column. The observations cover meteorology, physical oceanography, water transport, biogeochemistry and parameters related to the carbon cycle, ocean acidification, ecosystem and geophysics.
11. EMSO (*European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory*): a distributed infrastructure whose observation facilities are located in key sites in the European seas and whose mission is to support scientific and technological research to understand the complex interactions between geosphere-biosphere – hydrosphere through the acquisition of long time series of observables by means of fixed platforms in a deep marine environment, relating to different disciplinary sectors (from oceanography to seismology and biology) to offer data suitable for promoting a multidisciplinary approach for the study the evolution of climate and marine ecosystems, as well as the onset and evolution of extreme events of both natural and anthropogenic origin. CNR-ISMAR has currently nominated the inclusion of the two moorings in the Sicily Channel in the infrastructure.

The institute also collaborates in projects with national and international scientific organizations and institutions to promote research and understanding of marine environments, as well as to promote synergies and improve marine observation networks. These collaborations enable knowledge exchange, data integration and resource sharing for more comprehensive monitoring, better understanding of marine environments and improved data quality, with the aim of fostering interdisciplinary research. In the context of interdisciplinarity and with the aim of coupling marine observations with atmospheric ones, CNR-ISMAR is also involved in the ACTRIS (the Aerosol, Cloud and Trace gases Research InfraStructure) research infrastructure which coordinates observations and research European science on aerosols, clouds and trace gases. The institute is part of the Joint Research Unit of ACTRIS-IT which is the Italian component of the ACTRIS distributed research infrastructure.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The CNR also participates in various projects for the study of climate change, biodiversity and sustainability of coastal areas and for risk analyses, monitoring and coastal forecasting.

It should also be remembered that some fixed stations are part of other international and Italian networks including: Hydrochanges network (CIESM), MARS Network (The European Network of Marine Research Institutes and Stations), Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL, Liverpool), Global Sea Level Observing System (GLOSS) Network, International Observation Network for Ocean Acidification, Global Sea Surface Carbon Observing System, Rete Italiana per la Costa (RIC).

4 PNRR projects

The PNRR projects to which CNR–ISMAR contributes offer important opportunities for infrastructural strengthening for observation sites and for the integration of European research infrastructures, together with support for their maintenance with a time horizon set at 10 years.

In particular, the PNRR–ITINERIS project will build the Italian hub of research infrastructures in the environmental scientific sector for the observation and study of environmental processes in the atmosphere, in the marine domain, in the terrestrial biosphere and in the geosphere, providing access to data and services and supporting the country in addressing current and anticipated environmental challenges. In particular, ITINERIS coordinates a network of national nodes of 22 RIs (18 from the environmental sector, 2 from the agri–food sector with a strong link with the environment and 2 from the PSE sector, which support services for the marine sector).

The main objective of the project is to develop interdisciplinary research in environmental sciences through the use and reuse of existing (or pre–operational) data and services and new observations, to address scientifically and socially relevant questions such as the sustainable use of natural resources, the implementation of so–called *nature–based solutions*, the *Green Economy* and the *Blue Economy*, the reduction of pollution, the management and restoration of critical areas and ecosystems, the carbon cycle, the mitigation of climate and environmental changes. ITINERIS, in synergy with the European RI framework, will support the participation of Italian scientists in pan–European initiatives (ENVRIFAIR, EOSC) and in the field of higher education (First Pillar, Missions, Partnerships, Clusters), helping to determine a significant impact on national environmental research and providing scientific support for the design of viable environmental strategies. ITINERIS allows users to benefit from the integrated RI system and the knowledge produced by it, designing the reference framework for the coming decades.

Furthermore, the ITINERIS proposal will promote the exchange of expertise in each of the ENV subdomains, facilitating the transfer of best practices from more mature RIs to new and developing ones and supporting a complementary and synergistic development of

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

expertise, services and observations, contributing to strengthen the national panorama of RI in the environmental sector.

In line with the Earth System vision above, ITINERIS proposes a set of interdisciplinary actions (across the different environmental subdomains) in which the data, information and knowledge generated by the different RIs in the four subdomains will be used to create a system of Virtual Research Environments (VRE) that will provide new services to address relevant questions from a scientific and social point of view, such as the impacts of climate and land use changes and related downstream environmental effects, the quantification of the carbon cycle in its multiple components, the adoption of monitoring programs based on essential variables, the analysis of parasites in agroecosystems, the identification of critical zone processes and the creation of a national isotopic database.

Finally, the project will support the creation of the so-called ITINERIS HUB, where all users will have access to data and services, with an adequate access management system and a complete catalog of data and services, created by harmonizing existing data centers and catalogues.

5 Perspectives

The observation network that has been developed arises from prolonged activity at international, national and regional levels. The valorization of this important potential is necessary for the future and allows us to strengthen the position of the CNR in studies relating to biodiversity, climate change, oceanography (operational and non-operational), coasts and offers the CNR authority and visibility.

The rich wealth of data collected is, in fact, irreplaceable and must be valorized and supported. The maintenance and strengthening of this precious network can offer the CNR a competitive role at a national and international level. The observation network, due to the extension and degree of complexity achieved, can be a reference for Europe and the nation, but also enter regional technology parks and connect with the competent Ministries and stakeholders.

It will also be strategic to connect the measurement and implementation activity of the fixed stations with a scientific communication activity, with renewed attention to the media also through the dissemination of information via online sites, and training intended for various subjects, with heterogeneous scientific qualifications, interested in environmental management.

The ISMAR marine observing system also has very promising prospects for the future. The importance of research and monitoring of marine environments constitutes a widely recognized resource at a global level, both for the understanding of oceanographic processes and for the sustainable management of marine resources.

In the last 4 years, the Institute has also started an interdisciplinary and coordinated working group in which the representatives of the main observation sites and

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

infrastructures participate, oriented towards the development of oceanographic infrastructures and autonomous mobile systems with particular regard to:

- Scientific coordination for the identification of future development strategies for the network as a whole with a medium–long term time horizon
- Technical coordination for sharing best practices
- Constant monitoring of observed variables
- Monitoring costs and maintenance needs
- Coordination for the identification of resources for management (in both economic and technical terms)
- Coordination of activities with the aim of achieving more efficient management

Below are some of the prospects for the ISMAR observing system:

1. Technological advancement: with continuous advances in technology and innovation in the sector of monitoring instruments and sensors, the ISMAR observation system will be able to benefit from new devices and increasingly accurate and efficient detection methods, capable of collecting, processing and transmit ever greater quantities of measurements in Near–Real Time. This will enable the collection of high–quality data and expand monitoring capabilities.

2. Data integration: The processing and integration of data collected from different sources and marine observation platforms will be key to obtaining a more complete view of marine environments. ISMAR will be able to play a key role in the management and analysis of large quantities of data from different sources, allowing a better understanding of ongoing processes and changes.

3. Collaborations and partnerships: ISMAR will be able to continue to establish collaborations and partnerships with other research institutions, universities, government bodies and international organizations. These collaborations will allow the exchange of knowledge, access to additional resources and the possibility of participating in international research projects, thus helping to promote marine research globally.

4. Applications and social impact: the research activities conducted through the ISMAR observation system could have a significant impact in the management of marine resources, in the assessment of the impacts of climate change on marine ecosystems, in the prevention of marine pollution and in the conservation of biodiversity. The ISMAR observing system will be able to continue to develop and apply its knowledge and results to support the planning and sustainable management of marine and coastal areas.

Science education and communication: ISMAR aims at promoting science education and communication, raising public awareness of the importance of marine environments and the need to preserve them. This could be achieved through educational programs, public events, accessible scientific publications and promoting greater awareness about the functioning and protection of the oceans.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

6 The CNR–ISMAR ocean observing system in numbers

The CNR–ISMAR ocean observing system includes at least one fixed station capable of covering the acquisition of almost all relevant EOVs and ECVs, the Acqua Alta Oceanographic Tower, which, being a station installed in a stretch of sea, is equipped with the necessary infrastructure to plan and carry out experiments and inter-calibration activities. Even at the main instrumented medcs, such as PALOMA and S1–GB, the data acquisition activity is oriented towards multidisciplinary criteria to cover more than 50% of the essential variables.

STATO DIFATTO:	AADT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING COT	MOORING CO2	MOORING SARDEGN A	MOORING IONIO	RETE. RADAR. HF	MAREOGRAFICA TS	METEOMARE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIP O	METEOPORTO NAPOLI	METEOPORTO BACOLI	METEOPORTO LAGO PATRIA	METEOPORTO COROGLIO
ECV - Aerosols	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Carbon Dioxide, Methane & Other Greenhouse Gases	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ozone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Precursors for Aerosols and Ozone	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ECV - Atmosphere, Surface: Precipitation	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	2	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Sea Level Pressure	4	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	1	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Radiation Budget	2	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Air Temperature	4	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1	2
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Water Vapour	4	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
ECV - Atmosphere, Surface: Surface Wind Speed and Direction	9	6	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	4	4	0
ECV - Ocean, Physical: Ocean Surface Heat Flux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Level	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea State	14	4	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Currents	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Salinity	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Stress	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Sea Surface Temperature	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Subsurface Currents	1	1	0	0	0	0	0	5	6	7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Subsurface Salinity	3	0	3	2	1	1	15	12	7	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Physical: Subsurface Temperature	3	8	3	2	1	3	18	16	12	4	5	0	0	7	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Inorganic Carbon	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Nitrous Oxide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Nutrients	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Ocean Colour	4	0	2	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Oxygen	2	4	1	1	0	1	1	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Ocean, Biogeochemical: Transient Tracers	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biogeochemistry: Particulate Matter	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biogeochemistry: Stable Carbon Isotopes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biogeochemistry: Dissolved Organic Carbon	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Phytoplankton Biomass and Diversity	6	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Zooplankton Biomass and Diversity	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Fish Abundance and Distribution	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Microbe Biomass and Diversity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Biology and Ecosystems: Invertebrate Abundance and Distribution	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECV - Cross-Disciplinary: Ocean Sound	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	29	18	16	11	7	10	6	4	3	3	4	2	2	7	3	5	5	5	6	1
PERCENTUALE ECV/EOV	83%	51%	46%	31%	20%	29%	17%	11%	9%	9%	11%	6%	6%	20%	9%	14%	14%	14%	17%	3%
INCREMENTO ITINERIS	20%	-%	9%	2%	9%															

Table 1 – Summary table of the EOV and ECV observed at each of the stations that make up the CNR–ISMAR observation system

From an economic point of view, the set of fixed oceanographic infrastructures managed by the CNR–ISMAR corresponds to an investment of the order of €3 million and requires an annual financial commitment for management of €700 thousand, excluding the impact of staff Price. To this figure is added the cost impact for the ship days necessary to carry out maintenance operations on the moorings, estimated at approximately 10 days of ship operation every 6 months. Approximately €300k is covered by an annual contribution arranged by CNR Planning and Grant Office (CNR–UPGO) for the Acqua Alta Oceanographic Tower site and the connected vessels. The residue necessary for ordinary management is ensured by the scientific network through participation in research projects and infrastructures and other funding opportunities.

For mobile autonomous systems, the evaluation of management costs is underway (such as satellite telemetry costs), which in many cases also include the need for the availability of oceanographic vessels for launching and recovery and the costs of satellite connections for data transmission. The latter are also very diversified by type of vehicle (e.g. vehicle used for limited measurement campaigns vs. Lagrangian instrumentation used for the continuous tracking of environmental parameters until its recovery or

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

stranding) and account for approximately 15% of the costs. Total maintenance costs related to mobile autonomous systems. These types of tools are being increasingly acquired and used within the Institute, similarly to what has been found on the international scene.

The following table shows the average annual costs for the ordinary management of each fixed observation site, excluding the cost of technical and scientific personnel dedicated to the management of instrumentation and infrastructure and any ship costs.

COSTO annuale [k€]:																			
AAOT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING C01	MOORING C02	MOORING SARDEGNA	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGR AFICA-TS	METEOMA RE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIPO	METEO-PORTO NAPOLI	METEO-BACOLI	METEO-LAGO PATRIA	METEO-COROGLIO
300	56,5	37,5	31	5	30	30	50	50	1,5	N/A	70,5	0,5	0,9	35	0,3	0,3	0,3	0,3	2

Table 2 – Summary statement of maintenance costs (annual) for each station

As regards the availability of access to data, the opportunity to define an Institute *Data Policy and to structure a complete and uniform data catalog at least at Institute level, compliant with the main international standards, is highlighted.* In this process, the PNRR ITINERIS project will be able to provide adequate resources for its implementation over the next 3 years.

Currently, approximately 40% of the data acquired by the CNR-ISMAR observation system are available upon request to the data manager, while 15% are accessible by querying a CNR-ISMAR database.

Finally, a further 40% of the data is available in *open mode* on an international database.

Accesso ai dati:	AAOT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING C01	MOORING C02	MOORING SARDEGNA	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGR AFICA-TS	METEOMA RE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIPO	METEO-PORTO NAPOLI	METEO-BACOLI	METEO-LAGO PATRIA	METEO-COROGLIO
su richiesta al gestore del dato	61%	41%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	80%	20%	100%	0%	43%	56%	50%	0%	100%	0%	100%	0%
accessibile su banca dati CNR-ISMAR	32%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
accessibile su banca dati internaz. (NON OPEN)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
accessibile su banca dati internaz. (OPEN)	8%	44%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	80%	0%	100%	57%	0%	50%	100%	0%	100%	0%	100%
accessibile su altra banca dati naz. (NON OPEN)	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Accesso ai dati:	AAOT	MEDA PALOMA	MEDA S1-GB	BOA E1	MEDA ABATE	MEDA LAMPED.	MOORING CORSICA	MOORING C01	MOORING C02	MOORING SARDEGNA	MOORING IONIO	RETE RADAR-HF	MAREOGR AFICA-TS	METEOMA RE-TS	LIDAR	METEO-POSILLIPO	METEO-PORTO NAPOLI	METEO-BACOLI	METEO-LAGO PATRIA	METEO-COROGLIO
METADATAZIONE (SI)	77%	77%	100%	100%	100%	0%	11%	16%	40%	80%	0%	100%	100%	100%	50%					
QC (SI)	10%	81%		61%	0%	100%	96%	100%	100%	100%		100%		100%	0%					

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

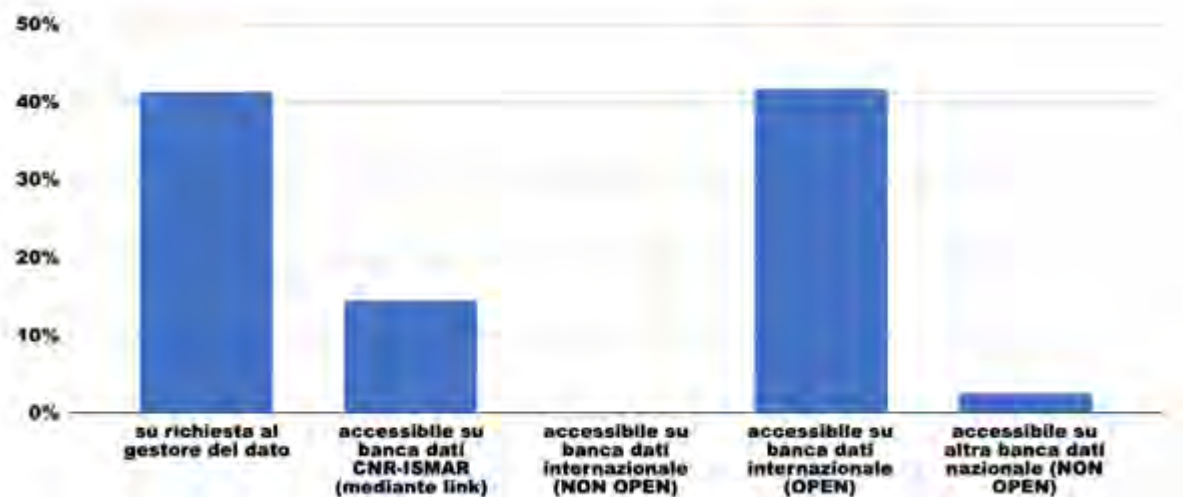


Table 3 – Summary table of data access methods and maturity, broken down by station, as well as a summary histogram.

On average, the data from the CNR-ISMAR observation system has a metadating level of 69.5% and a quality control (QC) level of 76.6%, as summarized in the graphs below.

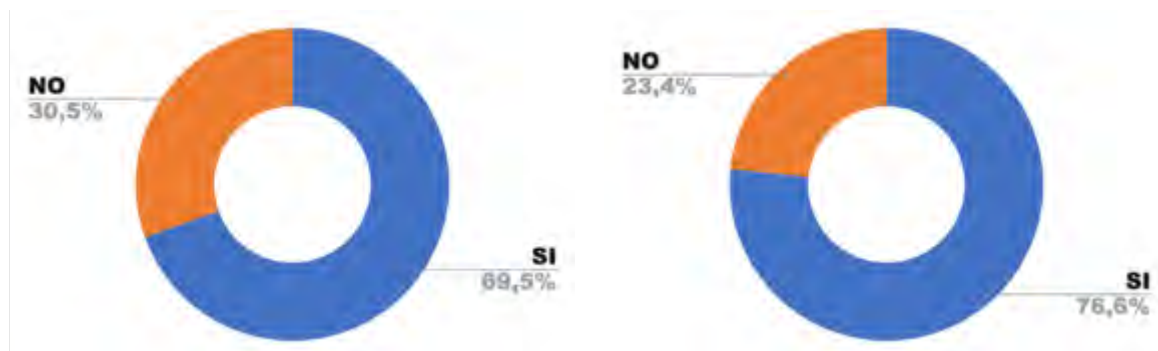


Figure 1 – Summary graphs of the percentage of metadating and quality control applied to the data acquired from the CNR-ISMAR observation system.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7 The stations of the network

The Institute of Marine Sciences manages a marine observation network made up of different types of fixed stations distributed along the Italian coast and in marine areas of scientific interest. The observation network is enriched by autonomous robotic platforms (BGC–Argo floats, drifters, gliders and prototype autonomous vehicles) which allow the observation capacity to be expanded on multiple spatial and temporal scales. The monitoring stations are strategically positioned to collect oceanographic, meteorological and environmental data in order to study marine ecosystems, monitor and understand environmental changes and provide information for the sustainable management of marine resources and for the study of marine–coastal *hazards*.

The network of marine observation sites integrates with the opportunities offered by the availability of the new oceanographic vessel “R/V Gaia Blu” of the National Research Council of Italy and other naval support vessels for the implementation of oceanographic campaigns and research activities.

The marine observing system includes various platforms, such as oceanographic vessels, currentmeter chains (or moorings), beacons/buoys, coastal monitoring stations and fixed sites, as well as repeating transects, BGC–Argo profiling floats, Lagrangian drifters and autonomous vehicles. These platforms allow us to collect (in some cases transmit in real time) measurements of environmental parameters, with reference to the main variables of interest in the oceanographic and climatic fields.

Oceanographic infrastructure includes:

- Acqua Alta Oceanographic Tower
- Elastic beacons (Paloma, S1–GB, Abate, Lampedusa)
- E1 buoy
- HF Radar Network
- Moorings (C01, C02, Corsica, Sardinia, Levante Canyon and EMSO–SN1)
- Repeated transects
- Coastal stations
- Glider “Teresa”
- BGC–Argo floats
- Drifters

The system is also enriched with an atmospheric LIDAR station, as well as a network of interdisciplinary laboratories equipped with the most advanced technologies.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.1 Acqua Alta Oceanographic Tower

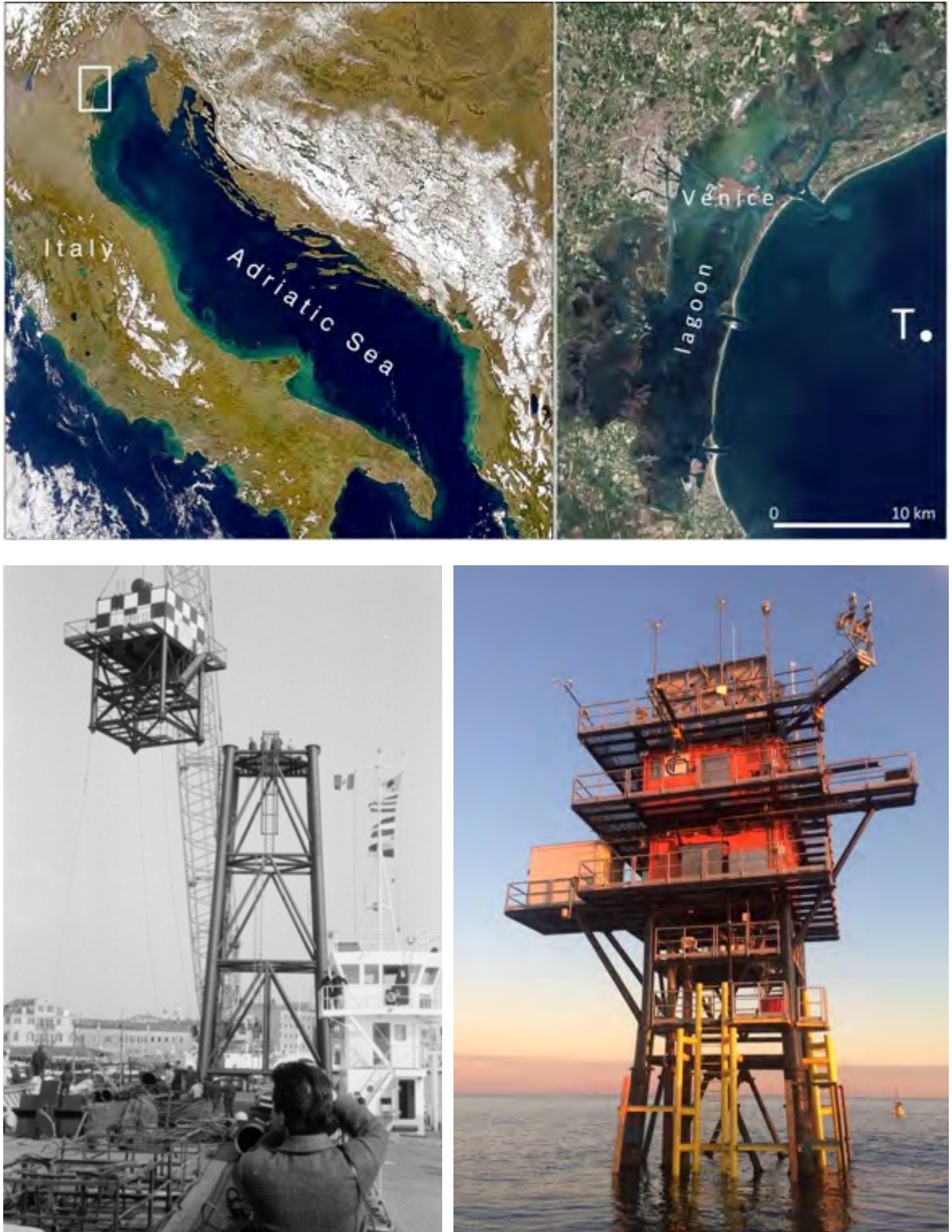


Figure 2– Identification of the position of the Acqua Alta Oceanographic Tower in the northern Adriatic. Image from March 1970 (installation) and 2021, following the restoration of the instrumentation after the renovation completed in 2018. Photo credit: Luigi Cavaleri (1970) and Pomaro Angela (2021)

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The Acqua Alta Oceanographic Tower, installed in March 1970 in response to the disastrous flooding that hit Venice on 4 November 1966, is one of the main research infrastructures managed by the National Research Council of Italy.

Installed approximately 8 miles off the coast of Venice, in a stretch of sea with a depth of approximately 16 m (GPS 45.3142467 N, 12.5082483 E), it consists of a laboratory module and accommodation, as well as sophisticated distribution systems. real-time data management and transfer from numerous measurement stations and installed sensors.

The Acqua Alta Oceanographic Tower also constitutes an important fixed point for the periodic acquisition of samples of the water column and the analysis of biological and chemical parameters.

The structure and scientific equipment of the platform have been progressively developed and updated, in order to ensure ever greater and better use of the infrastructure also by the numerous external bodies, research or institutional, with which the CNR collaborates.

Equipped with the most modern technologies, it is among the very few fixed structures in the world operating for scientific research in the open sea, allowing researchers and technicians to remain on board for a long-time during measurement campaigns and in any weather-sea condition.

The permanent instrumentation includes complete meteorological and oceanographic stations whose data are both recorded on board and transmitted in real time to the ground. The tide and wind data collected offshore are essential information for the correct operational forecast of high tide in Venice. The historical series of wave directional measurements, uninterrupted since 1979, represents one of the longest historical series available in the world. The length, which today exceeds 40 years, makes it a very important study tool for understanding the processes underway as a result of climate change. As the only permanent and manned point at sea, it provided sea truth for the calibration of instruments installed on artificial satellites such as the ERS-1 altimeter and the optical properties of the sea detected by SeaWiFS and OLTS. Wave measurement campaigns with personnel on board and very sophisticated instrumentation have made it possible to clarify unknown aspects of the dynamics of wave generation by the wind. This has led to a marked improvement in operational sea forecasts around the world. The campaigns carried out on board include physical, chemical and biological activities. The structure and its instrumentation, the activities, the research campaigns, the measurements and the results obtained have allowed the National Research Council of Italy to produce numerous scientific publications and international patents.

Having grown progressively in approximately 40 years of activity, in June 2016 the National Research Council of Italy launched an important restructuring project to allow the maintenance of this important infrastructure, a point of reference for research relating to marine sciences and oceanography, monitoring the health of waters and meteorology.

The complex operation allowed the complete renovation of the upper part of the structure and the reinforcement of the support substructures, as well as the rationalization

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

and strengthening of the technological systems supporting the scientific activity, offering further opportunities to all the subjects who are already interested in the acquisition of data and measurements carried out by the platform, confirming the commitment of scientific research to the protection of Venice and the marine environment more generally.

The opportunity to renew this important infrastructure at sea has allowed the restoration of the instrumentation and sensors necessary first of all for the maintenance of the long historical series of data (e.g. Pomaro et al., 2018) and collaborations with bodies such as the Forecasting and Reporting Center Maree of the Municipality of Venice and the Joint Research Center of the European Commission and the planning of a forthcoming increase in instrumental equipment.

Among the measurements continuously acquired by this infrastructure are some of the essential oceanic variables identified by the United Nations, the complete list of which is reported below, highlighting in bold the measurements acquired at the Acqua Alta Oceanographic Tower in operational mode. Those currently being implemented or planned in the near future are highlighted in bold italics, with the aim of contributing to the knowledge of the state of the oceans at the level of the most important international infrastructures.

The availability of a fixed infrastructure in the open sea is not only relevant for the acquisition of measurements on an operational basis but also for the planning of experimental measurement campaigns for the study of meteo-oceanographic processes (physical, biogeochemical, etc.), by the international scientific community. This also allowed the detailed study of events such as the Vaia Storm of 29 October 2018 or the exceptional flood event of 12 November 2019.

For some years now, webcams have also been installed on the platform, accessible via the website of the Institute of Marine Sciences (www.ismar.cnr.it) and via the **ISMAR Data smartphone application**.

The latter, in particular, in addition to allowing access to data in real time allowing users to view the trend of measurements relating to the main meteorological, oceanographic and hydrological variables, uses the "Analyze" function to view the archive history of the measurement data collected for each of the available stations, defining the time interval and variables of interest, thus allowing for in-depth analysis of aspects such as characteristic values, daily and stationary cycle and mutual interdependence.

The platform has allowed CNR-ISMAR researchers to develop two patents for sea observation, thanks to the application of stereo-photogrammetric techniques that combine computer vision and oceanography, to estimate 3-D wave fields, even from moving cameras.

The Acqua Alta Oceanographic Tower contributes to the European research infrastructures DANUBIUS-RI, JERICO-RI, eLTER-RI, EMBRC ERIC, as well as to the NASA Aeronet monitoring network.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.1.1 Observed variables

The following table shows the summary of the essential oceanic and climatic variables acquired on an operational basis at the station.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Precipitation</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Pressure</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Radiation budget</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Temperature</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Water vapour</u>	2008	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
<u>Wind speed and direction</u>	1982	5 min	CNR-ISMAR / CPSM / ISPRA
Ocean			
Physical			
<u>Ocean surface heat flux</u>	-		-
<u>Sea level</u>	1983	5 min	CNR-ISMAR / CPSM
<u>Sea state</u>	1979	15 min	CNR-ISMAR / CPSM
<u>Sea surface currents</u>	2008	30 min	CNR-ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Sea surface salinity</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Sea surface stress</u>	-		-
<u>Sea surface temperature</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface currents</u>	2008	30 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2009	10 min	CNR-ISMAR
Biogeochemical			
<u>Inorganic carbon</u>	-		-
<u>Nitrous oxide</u>	-		-
<u>Nutrients</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
<u>Ocean colour</u>	2002	5 min	JRC-EU / CNR-ISMAR
<u>Oxygen</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
<u>Transient tracers</u>	-		-
<u>Particulate matter</u>	-		-
<u>Stable carbon isotopes</u>	-		-
<u>Dissolved organic carbon</u>	-		-
Biological/ecosystems			
<u>Marine habitats</u>	-		-

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2009	monthly	CNR-ISMAR
<u>Zooplankton biomass and diversity</u>	2012	monthly	CNR-ISMAR
<u>Fish abundance and distribution</u>	-		-
<u>Marine turtles, birds, mammals abundance and distribution</u>	-		-
Microbe biomass and diversity (*emerging)	-		-
Invertebrate abundance and distribution (*emerging)	-		-
Cross-Disciplinary			
<u>Ocean Sound</u>	2019	continuous	CNR-ISMAR

7.1.2 Publications (after 2010)

- Archetti, Renata, Agnese Paci, Sandro Carniel, and Davide Bonaldo. 2016. "Optimal Index Related to the Shoreline Dynamics during a Storm: The Case of Jesolo Beach." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16 (5): 1107–22. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1107-2016>.
- Bajo, Marco, Christian Ferrarin, Georg Umgiesser, Andrea Bonometto, and Elisa Coraci. 2023. "Modelling the Barotropic Sea Level in the Mediterranean Sea Using Data Assimilation." *Ocean Science* 19 (3): 559–79. <https://doi.org/10.5194/os-19-559-2023>.
- Banner, M.L. L., X. Barthelemy, F. Fedele, M. Allis, A. Benetazzo, F. Dias, and W.L. L. Peirson. 2014. "Linking Reduced Breaking Crest Speeds to Unsteady Nonlinear Water Wave Group Behavior." *Physical Review Letters* 112 (11): 114502, 1–5. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.114502>.
- Barbariol, Francesco, J.H.G.M Alves, Alvis Benetazzo, Filippo Bergamasco, L. Bertotti, Sandro Carniel, Luigi Cavaleri, et al. 2017. "Numerical Modeling of Space-Time Wave Extremes Using WAVEWATCH III." *Ocean Dynamics* 67 (3–4): 535–49. <https://doi.org/10.1007/s10236-016-1025-0>.
- Barbariol, Francesco, Alvis Benetazzo, Sandro Carniel, and Mauro Scavo. 2013. "Improving the Assessment of Wave Energy Resources by Means of Coupled Wave-Ocean Numerical

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Modeling.” *Renewable Energy* 60 (December): 462–71.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.05.043>.

- Barbariol, Francesco, Francesco Marcello Falcieri, Carlotta Scotton, Alvis Benetazzo, Sandro Carniel, and Mauro Sclavo. 2016. “Wave Extreme Characterization Using Self-Organizing Maps.” *Ocean Science* 12 (2): 403–15. <https://doi.org/10.5194/os-12-403-2016>.
- Barbariol, Francesco, Paolo Pezzutto, Silvio Davison, Luciana Bertotti, Luigi Cavaleri, Alvis Papa, Marco Favaro, Enrico Sambo, and Alvis Benetazzo. 2022. “Wind-Wave Forecasting in Enclosed Basins Using Statistically Downscaled Global Wind Forcing.” *Frontiers in Marine Science* 9 (September). <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1002786>.
- Bassani, C., C. Manzo, F. Braga, M. Bresciani, C. Giardino, and L. Alberotanza. 2015. “The Impact of the Microphysical Properties of Aerosol on the Atmospheric Correction of Hyperspectral Data in Coastal Waters.” *Atmospheric Measurement Techniques* 8 (3): 1593–1604. <https://doi.org/10.5194/amt-8-1593-2015>.
- Bastianini, M., L. Cavaleri, and T. La Rocca. 2012. “Brief Communication "An Extreme Meteorological Event at the ISMAR Oceanographic Tower"” *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12 (2): 281–85. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-281-2012>.
- Bellafiore, Debora, Christian Ferrarin, Federica Braga, Luca Zaggia, Francesco Maicu, Giuliano Lorenzetti, Giorgia Manfè, Vittorio Brando, and Francesca De Pascalis. 2019. “Coastal Mixing in Multiple-Mouth Deltas: A Case Study in the Po Delta, Italy.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 226 (October): 106254. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106254>.
- Benetazzo, A., A. Bergamasco, D. Bonaldo, F.M. Falcieri, M. Sclavo, L. Langone, and S. Carniel. 2014. “Response of the Adriatic Sea to an Intense Cold Air Outbreak: Dense Water Dynamics and Wave-Induced Transport.” *Progress in Oceanography* 128. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.08.015>.
- Benetazzo, A., S. Carniel, M. Sclavo, and Andrea Bergamasco. 2013. “Wave–Current Interaction: Effect on the Wave Field in a Semi-Enclosed Basin.” *Ocean Modelling* 70 (October): 152–65. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2012.12.009>.
- Benetazzo, A., F. Fedele, S. Carniel, A. Ricchi, E. Bucchignani, and M. Sclavo. 2012. “Wave Climate of the Adriatic Sea: A Future Scenario Simulation.” *Natural Hazards and Earth System Science* 12 (6): 2065–76. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-2065-2012>.
- Benetazzo, A., F. Fedele, G. Gallego, P.-C. Shih, and A. Yezzi. 2012. “Offshore Stereo Measurements of Gravity Waves.” *Coastal Engineering* 64 (June): 127–38. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.01.007>.
- Benetazzo, Alvis, Fabrice Ardhuin, Filippo Bergamasco, Luigi Cavaleri, Pedro Veras, Michael Schwendeman, Mauro Sclavo, et al. 2017. “On the Shape and Likelihood of Oceanic Rogue Waves.” *Scientific Reports* 7: 8276 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07704-9>.
- Benetazzo, Alvis, Francesco Barbariol, Filippo Bergamasco, Carniel Sandro, Mauro Sclavo, Jeseon Yoo, Luigi Cavaleri, et al. 2017. “Space-Time Extreme Wind Waves: Analysis and Prediction of Shape and Height.” *Ocean Modelling* 113: 201–16. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.03.010>.
- Benetazzo, Alvis, Francesco Barbariol, Filippo Bergamasco, Andrea Torsello, Sandro Carniel, and Mauro Sclavo. 2015. “Observation of Extreme Sea Waves in a Space-Time Ensemble.” *Journal of Physical Oceanography* 45 (9): 2261–75. <https://doi.org/10.1175/JPO-D-15-0017.1>.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Fortè Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Benetazzo, Alvise, Francesco Barbariol, Paolo Pezzutto, Joanna Staneva, Arno Behrens, Silvio Davison, Filippo Bergamasco, Mauro Sclavo, and Luigi Cavaleri. 2021. "Towards a Unified Framework for Extreme Sea Waves from Spectral Models: Rationale and Applications." *Ocean Engineering* 219 (January): 108263. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108263>.
- Benetazzo, Alvise, Silvio Davison, Francesco Barbariol, Paola Mercogliano, Chiara Favaretto, and Mauro Sclavo. 2022. "Correction of ERA5 Wind for Regional Climate Projections of Sea Waves." *Water* 14 (10): 1590. <https://doi.org/10.3390/w14101590>.
- Benetazzo, Alvise, Francesco Serafino, Filippo Bergamasco, Giovanni Ludeno, Fabrice Ardhuin, Peter Sutherland, Mauro Sclavo, and Francesco Barbariol. 2018. "Stereo Imaging and X-Band Radar Wave Data Fusion: An Assessment." *Ocean Engineering* 152 (March): 346–52. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.01.077>.
- Bergamasco, Filippo, Andrea Torsello, Mauro Sclavo, Francesco Barbariol, and Alvise Benetazzo. 2017. "WASS: An Open-Source Pipeline for 3D Stereo Reconstruction of Ocean Waves." *Computers & Geosciences* 107 (October): 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.07.001>.
- Bertotti, L., P. Canestrelli, L. Cavaleri, F. Pastore, and L. Zampato. 2011. "The Henetus Wave Forecast System in the Adriatic Sea." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11 (11): 2965–79. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-2965-2011>.
- Bertotti, Luciana, Jean-Raymond Bidlot, Roberto Buizza, Luigi Cavaleri, and Martin Janousek. 2011. "Deterministic and Ensemble-based Prediction of Adriatic Sea Sirocco Storms Leading to 'Acqua Alta' in Venice." *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 137 (659): 1446–66. <https://doi.org/10.1002/qj.861>.
- Bertotti, Luciana, and Luigi Cavaleri. 2011. "The Predictability of Meteo-Oceanographic Events." *Ocean Dynamics* 61 (9): 1391–1402. <https://doi.org/10.1007/s10236-011-0433-4>.
- Bolaños, R., J.V. Tornfeldt Sørensen, A. Benetazzo, S. Carniel, and M. Sclavo. 2014. "Modelling Ocean Currents in the Northern Adriatic Sea." *Continental Shelf Research* 87. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2014.03.009>.
- Bonaldo, D., F. Antonioli, R. Archetti, A. Bezzi, A. Correggiari, S. Davolio, G. De Falco, et al. 2019. "Integrating Multidisciplinary Instruments for Assessing Coastal Vulnerability to Erosion and Sea Level Rise: Lessons and Challenges from the Adriatic Sea, Italy." *Journal of Coastal Conservation* 23 (1): 19–37. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0633-x>.
- Bonaldo, D., A. Benetazzo, A. Bergamasco, F.M. Falcieri, S. Carniel, M. Aurighi, and M. Sclavo. 2014. "Sediment Transport Modifications Induced by Submerged Artificial Reef Systems: A Case Study for the Gulf of Venice." *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43 (1). <https://doi.org/10.2478/s13545-014-0112-4>.
- Bonaldo, Davide, Edoardo Bucchignani, Angela Pomaro, Antonio Ricchi, Mauro Sclavo, and Sandro Carniel. 2020. "Wind Waves in the Adriatic Sea under a Severe Climate Change Scenario and Implications for the Coasts." *International Journal of Climatology* 40 (12): 5389–5406. <https://doi.org/10.1002/joc.6524>.
- Bracaglia, Marco, Rosalia Santoleri, Gianluca Volpe, Simone Colella, Mario Benincasa, and Vittorio Ernesto Brando. 2020. "A Virtual Geostationary Ocean Color Sensor to Analyze the Coastal Optical Variability." *Remote Sensing* 12 (10): 1539. <https://doi.org/10.3390/rs12101539>.
- Bracaglia, Marco, Gianluca Volpe, Simone Colella, Rosalia Santoleri, Federica Braga, and Vittorio Ernesto Brando. 2019. "Using Overlapping VIIRS Scenes to Observe Short Term

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Variations in Particulate Matter in the Coastal Environment.” Remote Sensing of Environment 233 (November): 111367. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111367>.

- Braga, Federica, Daniele Ciani, Simone Colella, Emanuele Organelli, Jaime Pitarch, Vittorio E. Brando, Mariano Bresciani, et al. 2022. “COVID-19 Lockdown Effects on a Coastal Marine Environment: Disentangling Perception versus Reality.” Science of The Total Environment 817 (April): 153002. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153002>.
- Braga, Federica, Alice Fabbretto, Quinten Vanhellemont, Mariano Bresciani, Claudia Giardino, Gian Marco Scarpa, Giorgia Manfè, Javier Alonso Concha, and Vittorio Ernesto Brando. 2022. “Assessment of PRISMA Water Reflectance Using Autonomous Hyperspectral Radiometry.” ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 192 (October): 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.08.009>.
- Braga, Federica, Gian Marco Scarpa, Vittorio Ernesto Brando, Giorgia Manfè, and Luca Zaggia. 2020. “COVID-19 Lockdown Measures Reveal Human Impact on Water Transparency in the Venice Lagoon.” Science of The Total Environment 736 (September): 139612. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139612>.
- Braga, Federica, Luca Zaggia, Debora Bellafiore, Mariano Bresciani, Claudia Giardino, Giuliano Lorenzetti, Francesco Maicu, et al. 2017. “Mapping Turbidity Patterns in the Po River Prodelta Using Multi-Temporal Landsat 8 Imagery.” Estuarine, Coastal and Shelf Science 198 (November): 555–67. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.11.003>.
- Brando, V.E., F. Braga, L. Zaggia, C. Giardino, M. Bresciani, E. Matta, D. Bellafiore, et al. 2015. “High-Resolution Satellite Turbidity and Sea Surface Temperature Observations of River Plume Interactions during a Significant Flood Event.” Ocean Science 11 (6). <https://doi.org/10.5194/os-11-909-2015>.
- Canu, Donata Melaku, Cosimo Solidoro, Georg Umgiesser, Andrea Cucco, and Christian Ferrarin. 2012. “Assessing Confinement in Coastal Lagoons.” Marine Pollution Bulletin 64 (11): 2391–98. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.007>.
- Carniel, S., A. Benetazzo, D. Bonaldo, F.M. Falcieri, M.M. Miglietta, A. Ricchi, and M. Sclavo. 2016. “Scratching beneath the Surface While Coupling Atmosphere, Ocean and Waves: Analysis of a Dense Water Formation Event.” Ocean Modelling 101. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2016.03.007>.
- Cavaleri, L., S. Abdalla, A. Benetazzo, L. Bertotti, J.-R. Bidlot, Ø. Breivik, S. Carniel, et al. 2018. “Wave Modelling in Coastal and Inner Seas.” Progress in Oceanography 167 (October): 164–233. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.03.010>.
- Cavaleri, L., M. Bajo, F. Barbariol, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Bertotti, J. Chiggiato, et al. 2019. “The October 29, 2018 Storm in Northern Italy – An Exceptional Event and Its Modeling.” Progress in Oceanography 178. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102178>.
- Cavaleri, L., F. Barbariol, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Bertotti, and A. Pomaro. 2021. “An Exceptionally High Wave at the CNR-ISMAR Oceanographic Tower in the Northern Adriatic Sea.” Scientific Data 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00825-x>.
- Cavaleri, L., L. Bertotti, R. Buizza, A. Buzzi, V. Masato, G. Umgiesser, and M. Zampieri. 2010. “Predictability of Extreme Meteo-Oceanographic Events in the Adriatic Sea.” Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 136 (647): 400–413. <https://doi.org/10.1002/qj.567>.
- Cavaleri, Luigi, Marco Bajo, Francesco Barbariol, Mauro Bastianini, Alvise Benetazzo, Luciana Bertotti, Jacopo Chiggiato, Christian Ferrarin, Fabio Trincardi, and Georg Umgiesser. 2020.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

“The 2019 Flooding of Venice and Its Implications for Future Predictions.” *Oceanography* 33 (1). <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.105>.

- Cavaleri, Luigi, Luciana Bertotti, Christian Ferrarin, Marcello Passaro, Paolo Pezzutto, and Angela Pomaro. 2021. “Synergic Use of Altimeter and Model Sea Level Data in Inner and Coastal Seas.” *Remote Sensing of Environment* 261 (August): 112500. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112500>.
- Concha, Javier A., Marco Bracaglia, and Vittorio E. Brando. 2021. “Assessing the Influence of Different Validation Protocols on Ocean Colour Match-up Analyses.” *Remote Sensing of Environment* 259 (June): 112415. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112415>.
- Fedele, Francesco, Alvise Benetazzo, Guillermo Gallego, Ping-Chang Shih, Anthony Yezzi, Francesco Barbariol, and Fabrice Ardhuin. 2013. “Space–Time Measurements of Oceanic Sea States.” *Ocean Modelling* 70 (October): 103–15. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2013.01.001>.
- Fedele, Francesco, Guillermo Gallego, Anthony Yezzi, Alvise Benetazzo, Luigi Cavaleri, Mauro Sclavo, and Mauro Bastianini. 2012. “Euler Characteristics of Oceanic Sea States.” *Mathematics and Computers in Simulation* 82 (6): 1102–11. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2011.05.009>.
- Ferrarin, C., M. Ghezzi, G. Umgiesser, D. Tagliapietra, E. Camatti, L. Zaggia, and A. Sarretta. 2013. “Assessing Hydrological Effects of Human Interventions on Coastal Systems: Numerical Applications to the Venice Lagoon.” *Hydrology and Earth System Sciences* 17 (5): 1733–48. <https://doi.org/10.5194/hess-17-1733-2013>.
- Ferrarin, Christian, Marco Bajo, Alvise Benetazzo, Luigi Cavaleri, Jacopo Chiggiato, Silvio Davison, Silvio Davolio, Piero Lionello, Mirko Orlić, and Georg Umgiesser. 2021a. “Local and Large-Scale Controls of the Exceptional Venice Floods of November 2019.” *Progress in Oceanography* 197 (September). <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102628>.
- ———. 2021b. “Local and Large-Scale Controls of the Exceptional Venice Floods of November 2019.” *Progress in Oceanography* 197 (September): 102628. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102628>.
- Ferrarin, Christian, Andrea Cucco, Georg Umgiesser, Debora Bellafiore, and Carl L. Amos. 2010. “Modelling Fluxes of Water and Sediment between Venice Lagoon and the Sea.” *Continental Shelf Research* 30 (8): 904–14. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2009.08.014>.
- Ferrarin, Christian, Silvio Davolio, Debora Bellafiore, Michol Ghezzi, Francesco Maicu, William Mc Kiver, Oxana Drofa, et al. 2019. “Cross-Scale Operational Oceanography in the Adriatic Sea.” *Journal of Operational Oceanography* 12 (2): 86–103. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2019.1576275>.
- Ferrarin, Christian, Piero Lionello, Mirko Orlić, Fabio Raicich, and Gianfausto Salvadori. 2022. “Venice as a Paradigm of Coastal Flooding under Multiple Compound Drivers.” *Scientific Reports* 12 (1): 5754. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09652-5>.
- Ferrarin, Christian, Francesco Maicu, and Georg Umgiesser. 2017. “The Effect of Lagoons on Adriatic Sea Tidal Dynamics.” *Ocean Modelling* 119 (November): 57–71. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.09.009>.
- Ferrarin, Christian, Alberto Tomasin, Marco Bajo, Antonio Petrizzo, and Georg Umgiesser. 2015. “Tidal Changes in a Heavily Modified Coastal Wetland.” *Continental Shelf Research* 101 (June): 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.04.002>.
- Ferrarin, Christian, Andrea Valentini, Martin Vodopivec, Dijana Klaric, Giovanni Massaro, Marco Bajo, Francesca De Pascalis, et al. 2020. “Integrated Sea Storm Management

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Strategy: The 29 October 2018 Event in the Adriatic Sea.” *Natural Hazards and Earth System Sciences* 20 (1): 73–93. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-73-2020>.

- Gallego, Guillermo, Anthony Yezzi, Francesco Fedele, and Alvis Benetazzo. 2011. “A Variational Stereo Method for the Three-Dimensional Reconstruction of Ocean Waves.” *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 49 (11): 4445–57. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2011.2150230>.
- Giardino, Claudia, Mariano Bresciani, Federica Braga, Alice Fabbretto, Nicola Ghirardi, Monica Pepe, Marco Gianinetto, et al. 2020. “First Evaluation of PRISMA Level 1 Data for Water Applications.” *Sensors* 20 (16): 4553. <https://doi.org/10.3390/s20164553>.
- Guimarães, Pedro Veras, Fabrice Ardhuin, Filippo Bergamasco, Fabien Leckler, Jean-François Filipot, Jae-Seol Shim, Vladimir Dulov, and Alvis Benetazzo. 2020. “A Data Set of Sea Surface Stereo Images to Resolve Space-Time Wave Fields.” *Scientific Data* 7 (1): 145. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0492-9>.
- Lionello, P., L. Cavaleri, K.M. Nissen, C. Pino, F. Raicich, and U. Ulbrich. 2012. “Severe Marine Storms in the Northern Adriatic: Characteristics and Trends.” *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 40–41 (January): 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2010.10.002>.
- Maicu, Francesco, Francesca De Pascalis, Christian Ferrarin, and Georg Umgiesser. 2018. “Hydrodynamics of the Po River-Delta-Sea System.” *Journal of Geophysical Research: Oceans* 123 (9): 6349–72. <https://doi.org/10.1029/2017JC013601>.
- Manzo, Ciro, Federica Braga, Luca Zaggia, Vittorio Ernesto Brando, Claudia Giardino, Mariano Bresciani, and Cristiana Bassani. 2018. “Spatio-Temporal Analysis of Prodelta Dynamics by Means of New Satellite Generation: The Case of Po River by Landsat-8 Data.” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 66 (April): 210–25. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.11.012>.
- Marini, Simone, Lorenzo Corgnati, Carlo Mantovani, Mauro Bastianini, Ennio Ottaviani, Emanuela Fanelli, Jacopo Aguzzi, Annalisa Griffa, and Pierre-Marie Poulain. 2018. “Automated Estimate of Fish Abundance through the Autonomous Imaging Device GUARD1.” *Measurement* 126 (October): 72–75. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.05.035>.
- McKiver, W. J., G. Sannino, F. Braga, and D. Bellafiore. 2016. “Investigation of Model Capability in Capturing Vertical Hydrodynamic Coastal Processes: A Case Study in the North Adriatic Sea.” *Ocean Science* 12 (1): 51–69. <https://doi.org/10.5194/os-12-51-2016>.
- Mihanović, H., I. Vilibić, S. Carniel, M. Tudor, A. Russo, A. Bergamasco, N. Bubić, et al. 2013. “Exceptional Dense Water Formation on the Adriatic Shelf in the Winter of 2012.” *Ocean Science* 9 (3): 561–72. <https://doi.org/10.5194/os-9-561-2013>.
- Pellegrino, Andrea, Alice Fabbretto, Mariano Bresciani, Thainara Munhoz Alexandre de Lima, Federica Braga, Nima Pahlevan, Vittorio Ernesto Brando, Susanne Kratzer, Marco Gianinetto, and Claudia Giardino. 2023. “Assessing the Accuracy of PRISMA Standard Reflectance Products in Globally Distributed Aquatic Sites.” *Remote Sensing* 15 (8): 2163. <https://doi.org/10.3390/rs15082163>.
- Petrizzo, Antonio, Andrea Barbanti, Giulia Barfucci, Mauro Bastianini, Ilaria Biagiotti, Sofia Bosi, Michele Centurelli, et al. 2023. “First Assessment of Underwater Sound Levels in the Northern Adriatic Sea at the Basin Scale.” *Scientific Data* 10 (1): 137. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02033-1>.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Peureux, Charles, Alvis Benetazzo, and Fabrice Ardhuin. 2018. "Note on the Directional Properties of Meter-Scale Gravity Waves." *Ocean Science* 14 (1): 41–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/os-2017-48>.
- Piazzola, J., N. Mihalopoulos, E. Canepa, G. Tedeschi, P. Prati, P. Zampas, M. Bastianini, T. Missamou, and L. Cavaleri. 2016. "Characterization of Aerosols above the Northern Adriatic Sea: Case Studies of Offshore and Onshore Wind Conditions." *Atmospheric Environment* 132 (May): 153–62. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.02.044>.
- Pomaro, Angela, Luigi Cavaleri, and Piero Lionello. 2017. "Climatology and Trends of the Adriatic Sea Wind Waves: Analysis of a 37-year Long Instrumental Data Set." *International Journal of Climatology* 37 (12): 4237–50. <https://doi.org/10.1002/joc.5066>.
- Pomaro, Angela, Luigi Cavaleri, Alvis Papa, and Piero Lionello. 2018. "39 Years of Directional Wave Recorded Data and Relative Problems, Climatological Implications and Use." *Scientific Data* 5 (1). <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.139>.
- Ricchi, A., M.M. Miglietta, P.P. Falco, A. Benetazzo, D. Bonaldo, A. Bergamasco, M. Sclavo, and S. Carniel. 2016. "On the Use of a Coupled Ocean-Atmosphere-Wave Model during an Extreme Cold Air Outbreak over the Adriatic Sea." *Atmospheric Research* 172–173. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.12.023>.
- Schlumberger, Julius, Christian Ferrarin, Sebastiaan N. Jonkman, Manuel Andres Diaz Loaiza, Alessandro Antonini, and Sandra Fatorić. 2022. "Developing a Framework for the Assessment of Current and Future Flood Risk in Venice, Italy." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 22 (7): 2381–2400. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2381-2022>.
- Sclavo, Mauro, Alvis Benetazzo, Sandro Carniel, Andrea Bergamasco, and Francesco Marcello Falcieri. 2013. "Wave-Current Interaction Effect on Sediment Dispersal in a Shallow Semi-Enclosed Basin" 65: 1587–92. <https://doi.org/10.2112/SI65-268.1>.
- Trincardi, F., A. Barbanti, M. Bastianini, A. Benetazzo, L. Cavaleri, J. Chiggiato, A. Papa, et al. 2016. "The 1966 Flooding of Venice: What Time Taught Us for the Future." *Oceanography* 29 (4). <https://doi.org/10.5670/oceanog.2016.87>.
- Umgiesser, Georg, Marco Bajo, Christian Ferrarin, Andrea Cucco, Piero Lionello, Davide Zanchettin, Alvis Papa, et al. 2021. "The Prediction of Floods in Venice: Methods, Models and Uncertainty (Review Article)." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21 (8): 2679–2704. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2679-2021>.
- Zanchettin, Davide, Sara Bruni, Fabio Raicich, Piero Lionello, Fanny Adloff, Alexey Androsov, Fabrizio Antonioli, et al. 2021. "Sea-Level Rise in Venice: Historic and Future Trends (Review Article)." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21 (8): 2643–78. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2643-2021>.

7.1.3 OpenData

Pomaro, A., L. Cavaleri, A. Papa, P. Lionello, 2018. 39 years of directional wave recorded data at the Acqua Alta oceanographic tower. PANGAEA. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.885361>

Pedro Veras Guimaraes, Fabrice Ardhuin, Filippo Bergamasco, Fabien Leckler, Jean-François Filipot, Jeseon Yoo, Alvis Benetazzo, 2019. A Data Set of Sea Surface Stereo Images to Resolve Space-Time Wave Fields. IFREMER. <http://dx.doi.org/10.12770/af599f42-2770-4d6d-8209-13f40e2c292f>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.2 PALOMA elastic beacon

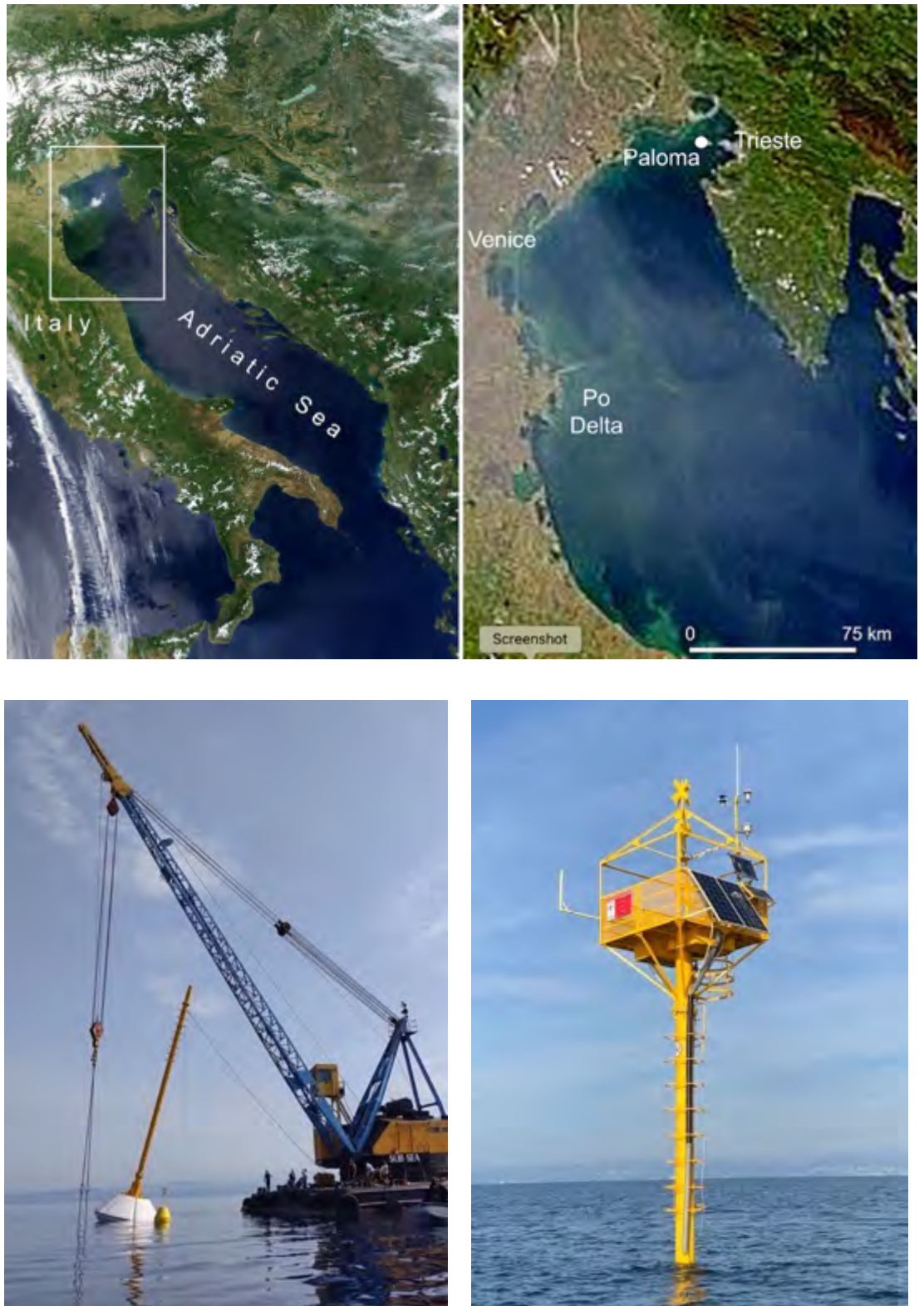


Figure 3– Position of the PALOMA elastic beacon in the center of the Gulf of Trieste, repositioning of the station, May 2022, after the renovation works and the station as it appears today.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Acronym for “Advanced Oceanographic Laboratory Platform for the Adriatic Sea”, the elastic beacon PALOMA is located in the center of the Gulf of Trieste, between the coastal towns of Piran (Slovenia) and Grado.

Installed approximately 8 nautical miles off the coast of Trieste, on a 25 m deep sea floor (GPS 45.618283 N, 13.565217 E), it was deployed by the CNR–ISMAR in July 2002 and again in May 2022, following important maintenance work carried out in the dock.

Since 2002 it has provided meteorological data acquired in collaboration with the Civil Protection – FVG and ARPA–OSMER and available in almost real time.

Over the years its instrumental equipment has been expanded and mainly oriented towards studies of the air–sea exchange of carbon dioxide (CO₂), the main greenhouse gas.

The station is being upgraded, with the installation of additional sensors and a data transmission system, which will allow near real–time transmission of all acquired parameters.

Since 2008, on a monthly basis, monitoring of the water column has also been carried out in collaboration with ARPA–FVG. Complete profiles were gathered by a multiparametric probe and discrete measurements of dissolved oxygen, nutrients, dissolved organic carbon (DOC), pH (accuracy ± 0.003), total alkalinity were performed at 4 depths. These measurements allow a complete characterization of the carbonate system and constitute the longest time series of these variables in the Adriatic.

PALOMA contributes to the European research infrastructure ICOS–ERIC (*Integrated Carbon Observations System*). It was the first Italian marine station and second European fixed site to be officially part of it, concluding the data validation phase (*Labelling*) in 2018. The station also contributes to the European infrastructures DANUBIUS–RI, and JERICO–RI currently under implementation.

7.2.1 Observed variables

The following table shows the summary of the essential oceanic and climatic variables acquired on an operational basis at the station.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2002	1 min	CNR–ISMAR / Prot. Civ. FVG

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Radiation budget</u>	2002	1 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
<u>Temperature</u>	2002	1 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
<u>Water vapour</u>	2002	1 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
<u>Wind speed and direction</u>	2017	15 min	CNR-ISMAR / Prot. Civ. FVG
Carbon Dioxide	2014	2 h	CNR-ISMAR
Ocean			
Physical			
<u>Sea state</u>	2013	15 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2013	15 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2013	15 min	CNR-ISMAR
Biogeochemical			
<u>Inorganic carbon</u>	2013	6 h	CNR-ISMAR-
<u>Nutrients</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
<u>Oxygen</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
<u>Dissolved organic carbon</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
<u>Transient tracers</u>	-		-
Biological/ecosystems			
<u>Marine habitats</u>	-		-
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2011	monthly	OGS/ CNR-ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Zooplankton biomass and diversity</u>	2014	monthly	OGS / CNR-ISMAR
<u>Oxygen</u>	2009	15 min	CNR-ISMAR
<u>Nutrients</u>	2008	monthly	CNR-ISMAR
Cross-Disciplinary			
<u>Ocean Sound</u>	2013	continuous	ARPA FVG / CNR-ISMAR

7.2.2 Publications

Skjelvan, I., Coppola, L., Cardin, V., Juza, M., Bozzano, R., Pensieri, S., Giani, M., Siena, G., Urbini, L., Mauri, E., Martellucci, R., Cantoni, C., Luchetta, A., Left, A., Paulsen, M., & Fiedler, B. (2021). The ATL2MED mission – experiences and lessons learned. ICOS-OTC. <https://doi.org/10.18160/9HK5-807K>;

Steinhoff T, Gkritzalis T, Lauvset SK, Jones S, Schuster U, Olsen A, Becker M, Bozzano R, Brunetti F, Cantoni C, Cardin V, Diverrès D, Fiedler B, Fransson A, Giani M, Hartman S, Hoppema M, Jeansson E, Johannessen T, Kitidis V, Körtzinger A, Landa C, Lefèvre N, Luchetta A, Naudts L, Nightingale PD, Omar AM, Pensieri S, Pfeil B, Castaño-Primo R, Rehder G, Rutgersson A, Sanders R, Schewe I, Siena G, Skjelvan I, Soltwedel T, van Heuven S and Watson A, 2019. Constraining the Oceanic Uptake and Fluxes of Greenhouse Gases by Building an Ocean Network of Certified Stations: The Ocean Component of the Integrated Carbon Observation System, ICOS-Oceans. *Front. Mar. Sci.* 6:544. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00544>.

, M. Ravaioli, C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, S. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, D'Adamo R, Durante, C. Fanara, Grilli F, Lipizer, Marini, Misericocchi, Paschini, P. Penna, S. Pensieri, A. Pugnetti, F. Raichich, K. Schroeder, G. Siena, A. Specchiulli, G. Stanghellini, A. Vetrano, A. Crise. The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. 2016 *Journal of Operational Oceanography*, Vol. 9, Iss. sup1 <https://doi.org/10.1080/1755876X.2015.1114806>

Cantoni C., Luchetta A., Chiggiato J., Cozzi S., Schroeder K., Langone L. Dense water flow and carbonate system in the South Adriatic: a focus on the 2012 event. 2016. *Marine Geology*, V 375 pp 15–27, 2016

Raichich F., Malačič V., Celio M., Giaiotti D., Cantoni C., Colucci R.R., Čermelj B., and Pucillo A. 2013. Extreme Air-Sea Interactions in the Gulf of Trieste (North Adriatic) during

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

the strong Bora event in winter 2012. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118, 5238 – 5250, doi: 10.1002/jgrc.20398, 2013.

Carolina Cantoni, Anna Luchetta, Massimo Celio, Stefano Cozzi, Fabio Raicich, Giulio Catalano, 2012. Carbonate system variability in the gulf of Trieste (north Adriatic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.07.006>

Cozzi S., Adami G., Barbieri P., Cantoni C., Catalano G., Crisciani F., Fiorotto V., Olivo P., Purini R., Raicich F. and Reisenhofer E. 2004. Matching monitoring and modelling in the Gulf of Trieste. *Marine Pollution Bulletin* 48, 587–603

Cozzi S., Reisenhofer E., Di Monte L., Cantoni C., Adami G. 2008. Effect of environmental forcing on the fate of nutrients, dissolved organic matter and heavy metals released by a coastal wastewater pipeline. *Chemistry and Ecology*, 24:2, 87–107. (DOI: 10.1080/02757540801919354).

Weibull distribution of bora and sirocco winds in the northern Adriatic Sea M Jeromel, V Vlado Malačič, J Rakovec – *Geofizika*, 26,1, 2009

Circulation in the Gulf of Trieste: Measurements and model results B Bogunović, V Malačič – *Il nuovo cimento C*, 2008

Reyes Suárez, N.C., Tirelli, V., Ursella, L., Ličer, M., Celio, M., and Cardin, V.: Multi-platform study of the extreme bloom of the barrel jellyfish *Rhizostoma pulmo* (Cnidaria: Scyphozoa) in the northernmost gulf of the Mediterranean Sea (Gulf of Trieste) in April 2021, *Ocean Sci.*, 18, 1321–1337, <https://doi.org/10.5194/os-18-1321-2022>, 2022

7.2.3 OpenData

Luchetta, A. (2021). ICOS OTC FOS Release, IT-FOS-PALOMA, 2017-03-09-2017-11-16, ICOS RI, <https://hdl.handle.net/11676/whuBAp1Xg1mVzaYZs41BmJ5d>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.3 S1-GB elastic beacon

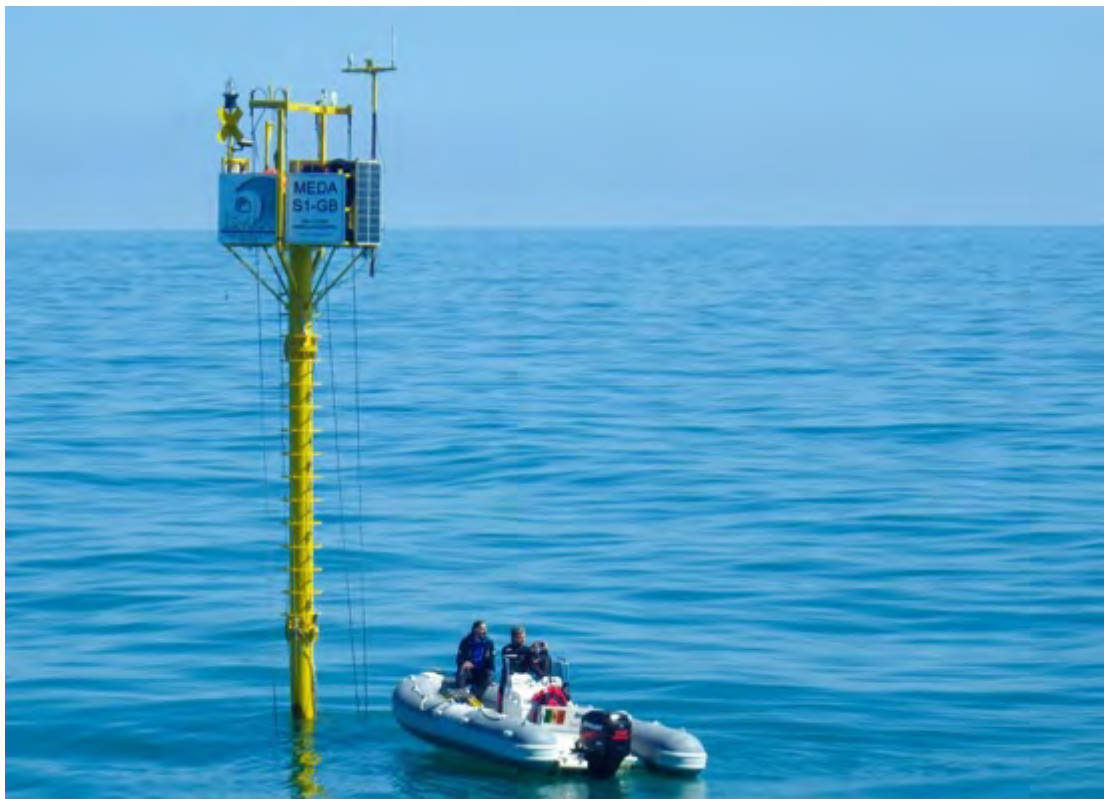


Figure 4– Identification of the position of the Meda S1-GB south of the mouth of the Po di Goro (Po river delta – Northern Adriatic)

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The S1–GB elastic beacon is one of the fixed point systems managed by ISMAR along the Romagna coast, off the Po Delta.

Installed at approximately 21 m deep (GPS 44.7384 N – 12.4526 E), the meteorological oceanographic buoy S1 was installed by ISMAR for the first time during 2003, in the S1 study site, approximately 4 miles nautical south of the mouth of Po di Goro (Po River delta – Northern Adriatic), on a seabed of 22.5 m. After a two-month test period in 2003, the S1 buoy was definitively installed in March 2004.

During 2015, the S1 station was further updated: the semi-mobile floating buoy and instrumented chain system was replaced by an elastic beacon station. The station has been renamed from buoy S1 to elastic beacon S1–GB.

The S1–GB beacon consists of a meteorological station and a submerged mooring line that hosts oceanographic instrumentation at two depths (–2.5 m and –18.5 m).

The beacon is located in a key monitoring area for the study of interactions between the Northern Adriatic and the Po River, experiencing a wide range of oceanographic conditions and is considered representative of the continental shelf conditions of the Northern Adriatic, in an area influenced by the solid and liquid discharges of the Po River. It acquires in NRT oceanographic, meteorological and biogeochemical parameters, also for the validation of physical and biological modeling of the Northern Adriatic.

The system is equipped with NRT logging and transmission devices, 12 and 24 VDC DC voltage power systems, meteorological station and double winch (connected to the submerged mooring) which houses the oceanographic instrumentation at two depth levels (including CTD probes, dissolved oxygen, chlorophyll, turbidity and CDOM, ADCP sensors). Additional measurements are routinely collected at the site with periodic sampling covering biology, chemistry and oceanography.

The site contributes to the European research infrastructures eLTER–RI, within the Northern Adriatic parent site, DANUBIUS–RI and JERICO–RI.

7.3.1 Observed variables

The following table shows the summary of the ECVs and EOVs acquired at the station.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Precipitation</u>	2018	30 min	CNR– ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Pressure</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Temperature</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Water vapour</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Wind speed and direction</u>	2004	5 min	CNR- ISMAR
Ocean			
Physical			
<u>Subsurface currents</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2004	30 min	CNR- ISMAR
Biogeochemical			
<u>Nutrients</u>	2006	every 6 months	CNR- ISMAR
<u>Oxygen</u>	2012	30 min	CNR- ISMAR
<u>Transient tracers</u>	2012	annual	CNR- ISMAR
<u>Particulate matter</u>	2012	30 min	CNR- ISMAR
Biological/ecosystems			
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2012	every 6 months	CNR- ISMAR
<u>Zooplankton biomass and diversity</u>	2012	every 6 months	CNR- ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Cross-Disciplinary			
<u>Ocean Sound</u>	2019	continuous	CNR- ISMAR

7.3.2 Publications

Riminucci F., V. Funari, M. Ravaioli, L. Capotondi (2022). Trace metals accumulation on modern sediments from Po River prodelta, North Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 175, Doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.113399

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

Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Boldrin A., Bergami C., Cassin D., De Lazzari A., Finotto S., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Sarretta A., Social G., Pugnetti A. 2020. A long-term (1965–2015) ecological marine database from the LTER-Italy Northern Adriatic Sea site: plankton and oceanographic observations. *Earth System Science Data* 12:215–230

Barra E., F. Riminucci, E. Dinelli, S. Albertazzi, P. Giordano, M. Ravaioli, L. Capotondi (2020). Natural Versus Anthropic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. *Applied Science*, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595

Grilli F., S. Accoroni, F. Acri, F. Bernardi Aubry, C. Bergami, M. Cabrini, A. Campanelli, M. Giani, S. Guicciardi, M. Marini, F. Neri, A. Penna, P. Penna, A. Pugnetti, M. Ravaioli, F. Riminucci, F. Ricci, C., Totti, P. Viaroli, S. Cozzi (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(8), 2280, DOI: 10.3390/w12082280

Capotondi L., N. Mancin, V. Cesari, E. Dinelli, M. Ravaioli, F. Riminucci (2019). Recent agglutinated foraminifera from the North Adriatic Sea: What the agglutinated tests can tell. *Marine Micropaleontology*, 147, pp. 25–42, DOI: 10.1016/j.marmicro.2019.01.006.

Grati F., G. Fabi, G. Scarcella, S. Guicciardi, P. Penna, M. Scanu, S. Leoni, F. Riminucci, C. Frittelloni, L. Gagliardini, L. Bolognini (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: 10.1371/journal.pone.0205877

Braga F., L. Zaggia, D. Bellafiore, M. Bresciani, C. Giardino, G. Lorenzetti, F. Maicu, C. Manzo, F. Riminucci, M. Ravioli, V. E. Brando (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: 10.1016/j.ecss.2016.11.003

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Böhm E., F. Riminucci, G. Bortoluzzi, S. Colella, F. Aciri, R. Santoleri, M. Ravaioli, (2016) Operational use of continuous surface fluorescence measurements offshore Rimini to validate satellite-derived chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s167–s175, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117763

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, D'Adamo R, Durante, C. Fanara, Grilli F, Lipizer, Marini, Miserochi, Paschini, P. Penna, SA Crisis (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, pp202–p214, DOI:10.1080/1755876X.2015.1114806

S. Davolio, P. Stocchi, A. Benetazzo, E. Böhm, F. Riminucci, M. Ravaioli, X.-M. Li, S. Carniel (2015). Exceptional Bora outbreak in winter (2015). Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 71, pp. 1–20, DOI: 10.1016/j.dynathmoce.2015.05.002

Russo, A., Coluccelli, A., Carniel, S., Benetazzo, A., Valentini, A., Paccagnella, T., Ravaioli, M., Bortoluzzi, G. (2013). Hierarchy of operational models for short term marine predictions: The Adriatic Sea example, in 2013 MTSIEEE OCEANS, Bergen, <https://doi.org/10.1109/oceans-bergen.2013.6608139>;

Guarnieri, A., Pinardi, N., Oddo, P., Bortoluzzi, G., Ravaioli, M. (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.* 118, 166–183. <http://dx.doi.org/10.1029/2012JC007921>.

7.3.3 OpenData

Aciri, Bastianini, Bernardi Aubry, Camatti, Bergami, Boldrin, De Lazzari, Finotto, Minelli, Oggioni, Pansera, Sarretta, Socal, & Pugnetti. (2019). LTER Northern Adriatic Sea (Italy) marine data from 1965 to 2015 (Version 3) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3516717>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.4 Abate spar buoy



Figure 5– Identification of the position of the Meda Abate in the Adriatic Sea.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The Meda ABATE has been installed approximately 20 nautical miles from the coast, in a body of water with a depth of approximately 20 m (GPS 45.25 N – 12.77666 E), since March 2000.

The station is owned by the Regional Agency for the Protection of the Environment of Veneto (ARPAV) and hosts instrumentation of the Tide Forecasting and Reporting Center of the Municipality of Venice and constitutes a site of interest for monitoring long-term biogeochemical variables for the Institute of Marine Sciences.

The beacon is placed in a point of interest for monitoring weather conditions to support forecasts of the sea state and tide conditions in the northern Adriatic and in the Venice Lagoon.

Meteorological and hydrological data, current measurements and vertical flows are distributed with a temporal resolution of 10 min. Additional hydrological (CTD) and biogeochemical parameters (dissolved oxygen, inorganic nutrients, pH, phytoplankton and zooplankton, chlorophyll) are sampled on a monthly basis.

Meda contributes to the European LTER research infrastructure, within the Northern Adriatic site.

7.4.1 Observed variables

The following table shows the summary of the essential oceanic and climatic variables acquired on an operational basis at the station.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2016	10 min	CPSM
<u>Temperatures</u>	2016	10 min	CPSM
<u>Wind speed and direction</u>	2016	10 min	CPSM
Ocean			
Physical			
<u>Sea level</u>	2017	10 min	CPSM

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.5 Lampedusa spar buoy

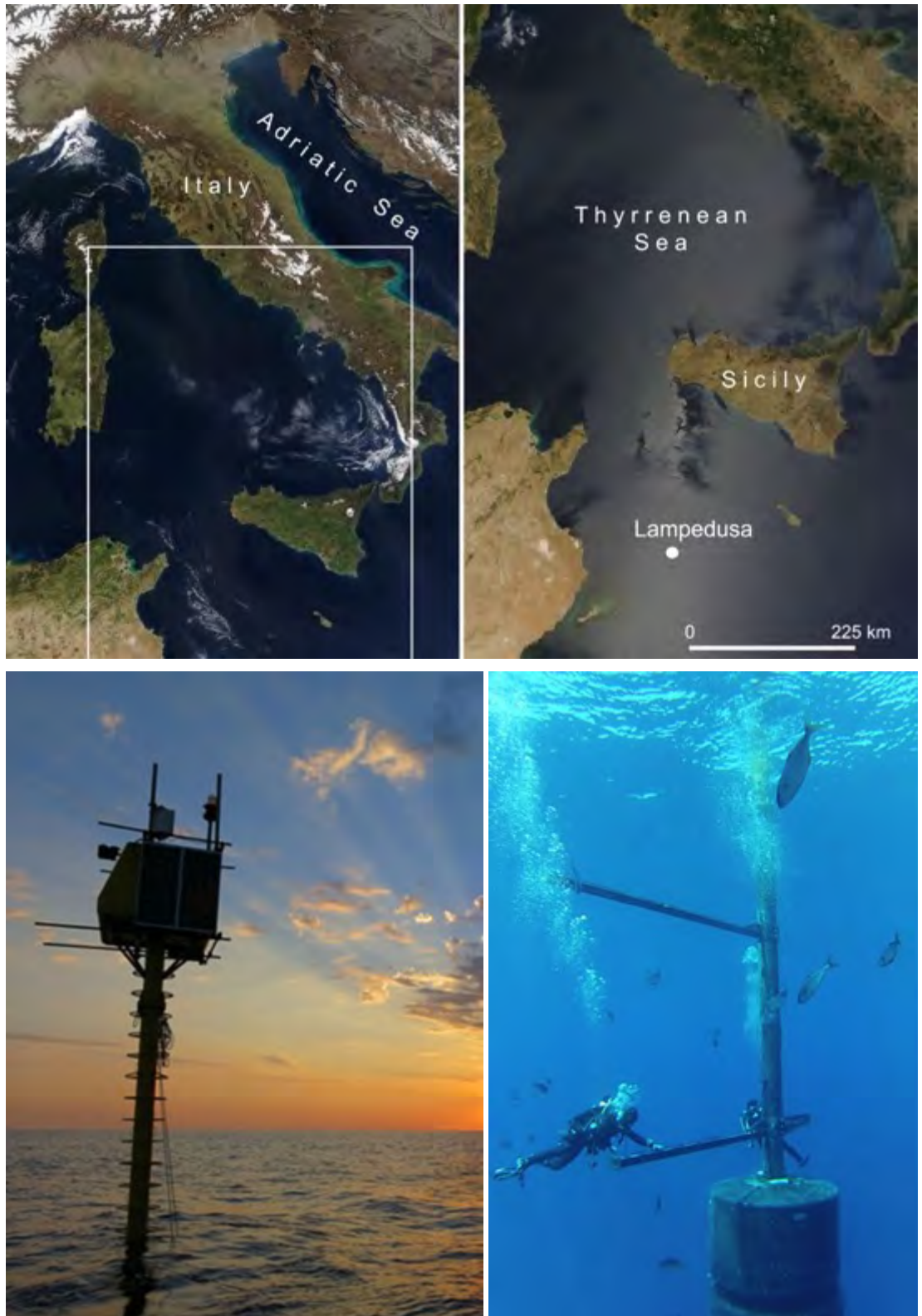


Figure 6– Identification of the position of the Meda Lampedusa.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The MEDA constitutes the oceanographic node of the integrated observatory dedicated to the measurement of parameters of relevance for climate studies, owned by ENEA, on the island of Lampedusa.

The MEDA is installed in the Sicilian Channel, approximately 3.3 nautical miles from the south-western coast of Lampedusa Island, in a body of water approximately 74 m deep (GPS 35.49°N, 12.47°E) and has been operational since August 2015, with sensors dedicated to the research of air-sea interactions and the validation of satellite observations.

Operational sensors installed on the MEDA include, an atmospheric section with a weather station with sonic anemometer, solar and infrared radiometers, photosynthetically active radiation (PAR) sensor; and an ocean section with sensors of temperature (at 1, 2, 5, 18 and 34 m depth), pressure, conductivity and oxygen (5 and 18m), 2 Triplet WetLabs (light scattering in the sea, chlorophyll fluorescence, dissolved organic matter, at 5 and 18m), pH, partial pressure of CO₂ and photosynthetic radiation (PAR) at sea, as well as 2 sets of hyperspectral radiometers at 2 different depths (assisted by a radiometer in air) which allow operational measurement of radiometry under the sea surface (Remote Sensing Reflectance and/or Normalized Water Leaving Radiance).

The MEDA is located in a particularly interesting point for monitoring the biogeochemical characteristics of water, thanks to the conditions of high transparency, extremely relevant for the validation of satellite observations.

7.5.1 Observed variables

The following table shows the summary of the essential oceanic and climatic variables operationally acquired at the station.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Temperature</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Water vapour</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Wind speed and direction</u>	2016	1 min	ENEA
<u>Surface Radiation Budget</u>	2016	1 min	ENEA
Ocean			

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Physical			
<u>Sea state</u>	2018	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2018	5 min	ENEA
<u>Subsurface temperature</u>	2018	1 min	ENEA
Biogeochemical			
<u>Oxygen</u>	2018	5 min	ENEA
<u>Ocean colour</u>	2019	30 min	CNR- ISMAR

7.5.2 Publications

Pollino, M., L. La Porta, A. Crosara, L. De Rosa, T. Di Iorio, A. Iaccarino, D. Meloni, M. Pecci, S. Aronica, I. Fontana, G. Giacalone, G. Tranchida, F. Anello, F. Borfecchia, A. Calabrese, S. Colella, F. Colucci, S. Marullo, C. Micheli, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, D. Sferlazzo, and A. di Sarra, The integrated Marine Hazard webGIS platform for management of open and coastal ocean in Sicily, 2022 IEEE International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea), 22329770, doi: 10.1109/MetroSea55331.2022.9950878, 2022

Marullo, S., J. Pitarch, M. Bellacicco, A. di Sarra, D. Meloni, F. Monteleone, D. Sferlazzo, V. Artale, and R. Santoleri, Air-sea interaction in the central Mediterranean Sea: assessment of reanalysis and satellite observations, *Remote Sens.*, 2021, 13, 2188;

Liberti, GL, D'Alimonte, A di Sarra, C Mazeran, K Voss, M Yarbrough, R Bozzano, L Cavaleri, S Colella, C Cesarini, T Kajiyama, D Meloni, A. Pomaro, G. Volpe, C. Yang, F. Zagolski, and R. Santoleri, *Remote Sens.*, A. Pomaro, G. Volpe, C. Yang, F. Zagolski, and R. Santoleri ., 12, 1178; doi: 10.3390/rs12071178,

di Sarra, A., C. Bommarito, F. Anello, T. Di Iorio, D. Meloni, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, and D. Sferlazzo, Assessing the quality of shortwave and longwave radiation observations over the ocean: one year of high time resolution measurements at the Lampedusa Oceanographic Observatory, *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 36, 2383–2400, 2019

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.6 E1 buoy

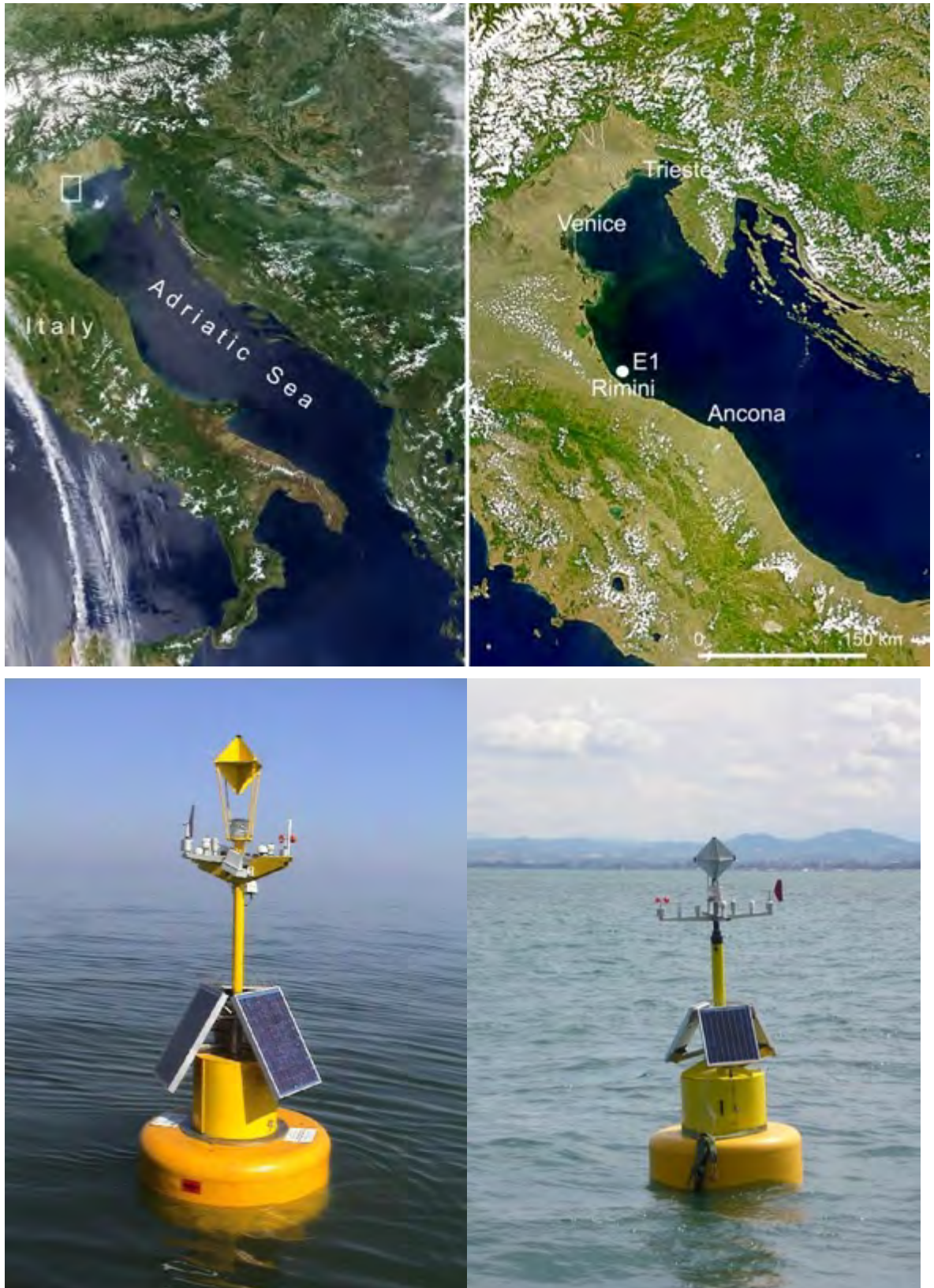


Figure 7– Identification of the position of the E1 buoy in the Adriatic Sea, along the Romagna coast off the coast of Rimini.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The E1 buoy is one of the two fixed point systems managed by ISMAR along the Romagna coast off the coast of Rimini.

The meteorological–oceanographic buoy E1 is located in the Northern Adriatic, approximately 4 nautical miles north of the city of Rimini, the system is anchored to the seabed by chain and dead body on a seabed of 10.5 m (GPS 44.14325 N – 12.5701 E). The station was installed by ISMAR for the first time in August 2006 as an automatic station for monitoring anoxic and hypoxic events in the Romagna coastal area, in the framework of the LIFE+ Environment EMMA project; after the end of the project, the buoy was kept active and further implemented. The E1 buoy consists of a meteorological station and a submerged mooring line that hosts oceanographic instrumentation at two depths (–1.6 m and –8 m).

The buoy is located in a key monitoring area for studying the interactions between the Northern Adriatic and the Po River, experiencing a wide range of oceanographic conditions. It acquires in NRT oceanographic, meteorological and biogeochemical parameters also for the validation of physical and biological modeling. The station is considered representative of the coastal area conditions of the central–northern Adriatic.

The system is equipped with NRT logging and transmission devices, 12 and 24 VDC DC voltage power systems, meteorological station and oceanographic instrumentation at two depth levels (including CTD probes, dissolved oxygen, chlorophyll, turbidity and CDOM sensors, ADCP). Additional measurements are routinely collected at the site with periodic sampling covering biology, chemistry and oceanography.

The buoy contributes to the European research infrastructure eLTER–RI, as part of the Northern Adriatic parent site.

7.6.1 Observed variables

The following table shows the summary of the ECVs and EOVs acquired at the station.

Essential Climate and Oceanographic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Atmosphere			
Surface			
<u>Pressure</u>	2006	30 min	CNR– ISMAR
<u>Temperatures</u>	2006	30 min	CNR– ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Water vapor</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Wind speed and direction</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
Ocean			
Physical			
<u>Sea state</u>	2020	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface currents</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface salinity</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
<u>Subsurface temperature</u>	2006	30 min	CNR- ISMAR
Biogeochemical			
<u>Nutrients</u>	2006	every 6 months	CNR- ISMAR
<u>Oxygen</u>	2012	30 min	CNR- ISMAR
<u>Transient tracers</u>	2012–	annual	CNR- ISMAR
Biological/ecosystems			
<u>Phytoplankton biomass and diversity</u>	2006	every 6 months	CNR- ISMAR

7.6.2 Publications

Riminucci F., V. Funari, M. Ravaioli, L. Capotondi (2022). Trace metals accumulation on modern sediments from Po River prodelta, North Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 175, Doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.113399

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

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

From the LTER–Italy Site Northern Adriatic Sea. *Front. Mar. Sci.* 8:659522. doi: 10.3389/fmars.2021.659522

Acri F., Bastianini M., Bernardi Aubry F., Camatti E., Boldrin A., Bergami C., Cassin D., De Lazzari A., Finotto S., Minelli A., Oggioni A., Pansera M., Sarretta A., Socal G., Pugnetti A. 2020. A long-term (1965–2015) ecological marine database from the LTER–Italy Northern Adriatic Sea site: plankton and oceanographic observations. *Earth System Science Data* 12:215–230

Barra E., F. Riminucci, E. Dinelli, S. Albertazzi, P. Giordano, M. Ravaioli, L. Capotondi (2020). Natural Versus Anthropic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. *Applied Science*, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595

Grilli F., S. Accoroni, F. Acri, F. Bernardi Aubry, C. Bergami, M. Cabrini, A. Campanelli, M. Giani, S. Guicciardi, M. Marini, F. Neri, A. Penna, P. Penna, A. Pugnetti, M. Ravaioli, F. Riminucci, F. Ricci, C., Totti, P. Viaroli, S. Cozzi (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(8), 2280, DOI: 10.3390/w12082280

Capotondi L., N. Mancin, V. Cesari, E. Dinelli, M. Ravaioli, F. Riminucci (2019). Recent agglutinated foraminifera from the North Adriatic Sea: What the agglutinated tests can tell. *Marine Micropaleontology*, 147, pp. 25–42, DOI: 10.1016/j.marmicro.2019.01.006.

Grati F., G. Fabi, G. Scarcella, S. Guicciardi, P. Penna, M. Scanu, S. Leoni, F. Riminucci, C. Frittelloni, L. Gagliardini, L. Bolognini (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: 10.1371/journal.pone.0205877

Braga F., L. Zaggia, D. Bellafiore, M. Bresciani, C. Giardino, G. Lorenzetti, F. Maicu, C. Manzo, F. Riminucci, M. Ravaioli, V. E. Brando (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: 10.1016/j.ecss.2016.11.003

Böhm E., F. Riminucci, G. Bortoluzzi, S. Colella, F. Acri, R. Santoleri, M. Ravaioli, (2016) Operational use of continuous surface fluorescence measurements offshore Rimini to validate satellite-derived chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s167–s175, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117763

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, D’Adamo R, Durante, C. Fanara, Grilli F, Lipizer, Marini, Misericchi, Paschini, P. Penna, SA Crisis (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, pp202–p214, DOI:10.1080/1755876X.2015.1114806

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

S. Davolio, P. Stocchi, A. Benetazzo, E. Böhm, F. Riminucci, M. Ravaioli, X.-M. Li, S. Carniel (2015). Exceptional Bora outbreak in winter (2015). Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 71, pp. 1–20, DOI: 10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002

Russo, A., Coluccelli, A., Carniel, S., Benetazzo, A., Valentini, A., Paccagnella, T., Ravaioli, M., Bortoluzzi, G. (2013). Hierarchy of operational models for short term marine predictions: The Adriatic Sea example, in 2013 MTSIEEE OCEANS, Bergen, <https://doi.org/10.1109/oceans-bergen.2013.6608139>;

Guarnieri, A., Pinardi, N., Oddo, P., Bortoluzzi, G., Ravaioli, M. (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.* 118, 166–183. <http://dx.doi.org/10.1029/2012JC007921>.

7.6.3 OpenData

Acri, Bastianini, Bernardi Aubry, Camatti, Bergami, Boldrin, De Lazzari, Finotto, Minelli, Oggioni, Pansera, Sarretta, Socal, & Pugnetti. (2019). LTER Northern Adriatic Sea (Italy) marine data from 1965 to 2015 (Version 3) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3516717>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.7 HF Radar Network

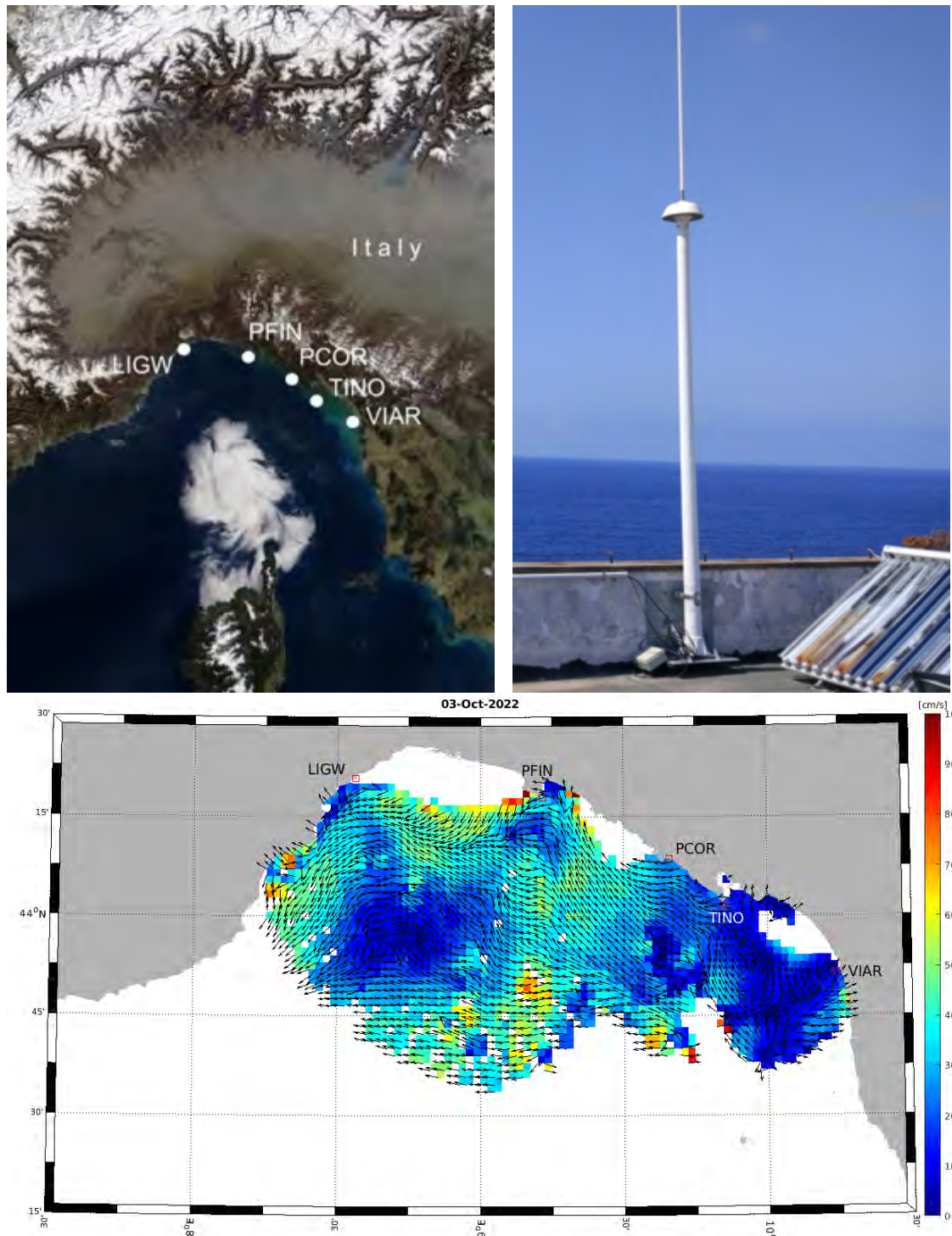


Figure 8– Locations of the HF Radar systems that are part of the network of the Institute of Marine Sciences (top left), picture of the HF radar antenna installed at the Portofino lighthouse (GE), site code PFIN (top right), surface current field measured by the network on 03/10/2022 h. 00:00 (bottom).

The HF Radar network of the Institute of Marine Sciences is made up of 5 stations operating in the 13MHz and 25MHz frequency bands, active since 2016 along the coasts of the North–Western Tyrrhenian Sea and the Ligurian Sea (see Figure 8).

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Operating stations:

LIGW	Celle Ligure (SV)	44.29871 N, 9.21837 E
PCOR	Monterosso al Mare (SP)	44.14333 N, 9.65944 E
TINO	Tino Island (SP)	44.02638 N, 9.84916 E
PFIN	Portofino (GE)	44.29861 N, 9.21833 E
VIAR	Viareggio (LU)	43.85805 N, 10.23722 E

Two more stations will be activated starting from 2024 for monitoring the port area of Genoa, while evaluations are underway for the extension of the network to other significant basins along the Italian coast.

The HF Radars are able to provide maps of the sea surface current velocity in large regions of the sea (the coverage extension of the Institute’s HF Radar network reaches 10,000 km², with a range from the coast up to 80 km) and at time intervals typically of one hour. They are therefore very suitable for the continuous monitoring of surface ocean currents. HF Radar systems can also provide important statistical information on the wave field (e.g. significant wave height, average period, average direction) or even, in certain configurations, its complete directional spectrum.

The Institute of Marine Sciences’ HF Radar network provides real-time access to hourly sea current velocity fields (see section 7.7.3).

7.7.1 Observed Variables

The following table shows the essential oceanic and climatic variables measured by the HF Radar network as part of the JERICO European Research Infrastructure.

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Ocean			
Physical			
<u>Surface current</u>	2016	1h	CNR-ISMAR
<u>Sea state</u>	2016	10 min	CNR-ISMAR

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.7.2 Publications

Bendoni M., Moore A. M., Molcard A., Magaldi M. G., Fattorini M., Brandini C., 2023. 4D-Var data assimilation and observation impact on surface transport of HF-Radar derived surface currents in the North-Western Mediterranean Sea. *Ocean Modell.*, 184, 102236, doi: 10.1016/j.ocemod.2023.102236

Lorente, P., Aguiar, E., Bendoni, M., Berta, M., Brandini, C., Caceres-Euse, A., Capodici, F., Cianelli, D., Ciraolo, G., Corgnati, L. et al., Dadic, V., Doronzo, B., Drago, A., Dumas, D., Falco, P., Fattorini, M., Gauci, A., Gomez, R., Griffa, A., Guerin, C. -A., Hernandez-Carrasco, I., Hernandez-Lasheras, J., Licer, M., Magaldi, MG, Mantovani, C., Mihanovic, H., Molcard, A., Mourre, B., Orfila, A., Revelard, A., Reyes, E., Sanchez, J., Saviano, S., Sciascia, R., Taddei, S., Tintore, J., Toledo, Y., Ursella, L., Uttieri, M., Vilibic, I., Zambianchi, E., Cardin, V., 2022. Coastal high-frequency radars in the Mediterranean -- Part 1: Status of operations and a framework for future development. *Ocean Science*, 18, 3, 761—795. <https://en.copernicus.org/articles/18/761/2> doi: 10.5194/os-18-761-2022.

Reyes, E, Aguiar, E, Bendoni, M, Berta, M, Brandini, C, Caceres-Euse, A, Capodici, F, Cardin, V, Cianelli, D, Ciraolo, G., Corgnati, L., Dadic, V., Doronzo, B., Drago, A., Dumas, D., Falco, P., Fattorini, M., Fernandes, M., Gauci, A., Gomez, R., Griffa, A., Guerin, C.-A., Hernandez-Carrasco, I., Hernandez-Lasheras, J., Licer, M., Lorente, P., Magaldi, MG, Mantovani, C., Mihanovic, H., Molcard, A., Mourre, B., Revelard, A., Reyes-Suarez, C., Saviano, S., Sciascia, R., Taddei, S., Tintoré, J., Toledo, Y., Uttieri, M., Vilibic, I., Zambianchi, E., Orfila, A., 2022. *Ocean Science*, 18, 3, 797—837. <https://en.copernicus.org/articles/18/797/2> doi: 10.5194/OS-18-797-2022.

Magaldi MG, Barbieri L., Mantovani C., Baratti M., Bendoni M., Berta M., Berto D., Bigongiari N., Boccacci A., Bramanti L., Brandini C., Calace N., Caliani I., Cannicci S., Casini S., Connès C., Corgnati LP, Costanza L., Coudray S., Cristofori S., Di Mento R., Doronzo B., Dumas D., Fattorini M., Femiano R., Fratini S., Galgani F., Galli T., Gozzini B., Gramoullé A., Grassini I., Griffa A., Guizien K., Guérin C.-A., Iozzelli M., Lapucci C., Lenoble V., Maltese S., Mario S., Mazoyer C., Mengoni A., Menonna V., Molcard A., Oliva M., Ortolani A., Ourmières Y., Padrón M., Piermarini R., Pretti C., Romanelli G., Ruberti G., Scarpato A., Sciascia R., Silvestri C., Taddei S., Ugolini A., Vanneste H., Vannucchi V., Xu D. (2021). Cross-border governance tools and guidelines. Action plan and guidelines of the IMPACT project. Instruments and indications for cross-border governance. Action plan and guidelines of the IMPACT project, Lerici (SP), Italy, CNR Edizioni, 40p., doi: 10.26383/CNR-ISMAR.2021.3

Berta M., Corgnati L., Magaldi M.G., Griffa A., Mantovani C., Rubio A., 2020. Small scale ocean weather during an extreme wind event in the Ligurian Sea. *Copernicus Marine Service Ocean State Report Issue 4, Journal of Operational Oceanography*, vol. 13, pp. s149-s155, doi: 10.1080/1755876X.2020.1785097.

Mantovani, C., Corgnati, L., Horstmann, J., Rubio, A., Reyes, E., Quentin, C., Cosoli, S., Asensio, J. L., Mader, J., and Griffa, A.: Best Practices on High Frequency Radar

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Deployment and Operation for Ocean Current Measurement, *Front. Mar. Sci.*, 7, 210, <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00210>, 2020.

Roarty, H., Cook, T., Hazard, L., Harlan, J., Cosoli, S., Wyatt, L., Fanjul, EA, Terrill, E., Otero, M., Largier, J., Glenn, S., Ebuchi, N., Whitehouse, B., Bartlett, K., Mader, J., Rubio, A., Corgnati, LP, Mantovani, C., Griffa, A., Reyes, E., Lorente, . P., Flores-Vidal, X., Rogowski, P., Prukpitikul, S., Lee, SH, Lai, JW, Guerin, C., Sanchez, J., Hansen, B., Grilli, S. and Matta, KS: The Global High Frequency Radar Network, *Front. Mar. Sci.*, 6, 164, <https://doi.org/10.3389/fmar> .

Corgnati, L.P., Mantovani, C., Griffa, A., Berta, M., Penna, P., Celentano, P., Bellomo, L., Carlson, D.F., D'Adamo, R., 2019. Implementation and validation of the ISMAR high-frequency coastal radar network in the Gulf of Manfredonia (Mediterranean Sea). *IEEE Journal of Oceanic Engineering* 44, 424-445. doi:doi: 10.1109/JOE.2018.2822518

Enrile F., Besio G., Stocchino A., Magaldi M.G., Mantovani C., Cosoli S., Gerin R., Poulain P.M., 2018. Evaluation of surface Lagrangian transport barriers in the Gulf of Trieste. *Continental Shelf Research*, Volume 167, 1 September 2018, Pages 125-138 <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.04.016>

Corgnati, L., Mantovani, C., Novellino, A., Rubio, A., Mader, J., 2018. Recommendation Report 2 on Improved Common Procedures for HFR QC Analysis. URL: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-944>, doi:10.25607/OBP-944 .

Sciascia R, Berta M, Carlson DF, Griffa A, Panfili M, La Mesa M, Corgnati L, Mantovani C, Domenella E, Fredj E, Magaldi MG, D'Adamo R ., Paziienza G., Zambianchi E., Poulain PM., 2018. Linking sardine recruitment in coastal areas to ocean currents using surface drifters and HF radar: a case study in the Gulf of Manfredonia, Adriatic Sea. *Ocean Science*, vol. 14, pp. 1461-1482, doi: <https://doi.org/10.5194/os-14-1461-2018> .

Bellomo L., Griffa A., Cosoli S., Falco P., Gerin R., Iermano I., Kalampokis A., Kokkini Z., Lana A., Magaldi MG., Potiris E., Sayol JM, Barbin Y., Berta M., Borghini M., Bussani A., Corgnati L., Dagneaux Q., Gaggelli J., Guterman P., Mallarino D., Mazzoldi A., Molcard A. ., Orfila A., Poulain P. -M., Quentin C., Tintoré J., Uttieri M., Vetrano A., Zambianchi, E., Zervakis, V., 2015. Toward an integrated HF radar network in the Mediterranean Sea to improve search and rescue and oil spill response: the TOSCA project experience. *Journal of Operational Oceanography*, pp. 10-11. 1.13, doi: 10.1080/1755876X.2015.1087184.

7.7.3 OpenData

The data measured by the HF Radar network of the Institute of Marine Sciences are processed within the workflow of the EuroGOOS European HFR Node (<https://www.hfrnode.eu/>), which automatically combines the hourly radial velocity fields into total velocity hourly fields, applies Quality Control procedures to the radial and total data and converts the radial and total fields to netCDF format. The Quality Control procedures applied on the current data and the netCDF data-model in which the data are

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

exported are those of the official European standard for the interoperability and distribution of HFR data (Cognati et al., 2018).

The processed data is distributed in real time and in delayed-mode with free access (Creative Commons CC-BY 4.0 license) on the following data portals:

- EU HFR NODE THREDDS Data Server:
https://thredds.hfrnode.eu:8443/thredds/NRTcurrent/HFR-TirLig/HFR-TirLig_catalog.html
- Copernicus Marine Service in Situ TAC (<http://www.marineinsitu.eu/>), in the following products:
[INSITU_GLO_PHY_UV_DISCRETE_NRT_013_048](#)
[INSITU_GLO_PHY_UV_DISCRETE_MY_013_044](#)
- EMODnet Physics
<https://emodnet.ec.europa.eu/en/physics>
- EU HFR NODE ERDDAP Data Server (by the end of 2023)

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.8 Moorings

The Institute of Marine Sciences of the National Research Council of Italy manages 4 moorings (of which 3 on an operational basis) in the Mediterranean located in the Sicily Channel, the Corsica Channel and the Sardinia Channel. It also collaborates in the management of two further moorings, located in the Ionian Sea and the Tyrrhenian Sea, respectively in collaboration with INGV and ENEA.



Figure 9– Identification of the position of the moorings that contribute to the CNR-ISMAR observation system.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.8.1 Sicily Channel Observatory (SiCO1 and SiCO2)

Position: SiCO1 37.38°N 11.591°E, SiCO2 37.285°N 11.5°E
WMO code: 6101021 and 6101022

It is a twin mooring system in the Sicilian Channel, dedicated to the long-term monitoring of surface and intermediate circulation and mass exchanges between the eastern and western Mediterranean basins. The underwater installations are moored at approximately 500 m depth between Sicily and Tunisia, outside the broad Sicilian continental shelf and on the western threshold of the Sicily Channel. They continuously monitor the exchange of surface and intermediate water masses between the eastern and western basins of the Mediterranean Sea. Equipped with traditional currents measuring sensors and ADCP since 2010, they have been operational since 1993. At depth they are equipped with high precision CTD probes for the continuous measurement of hydrological parameters. The structure is part of EMSO Italia and OceanSITES, as well as the CIESM Hydrochanges program. Since 2013, it has also participated in a series of transnational access activities, under the umbrella of JERICO. A repeated transect between Sicily and Tunisia, passing through the location of the moorings, is carried out twice a year by means of a research vessel.

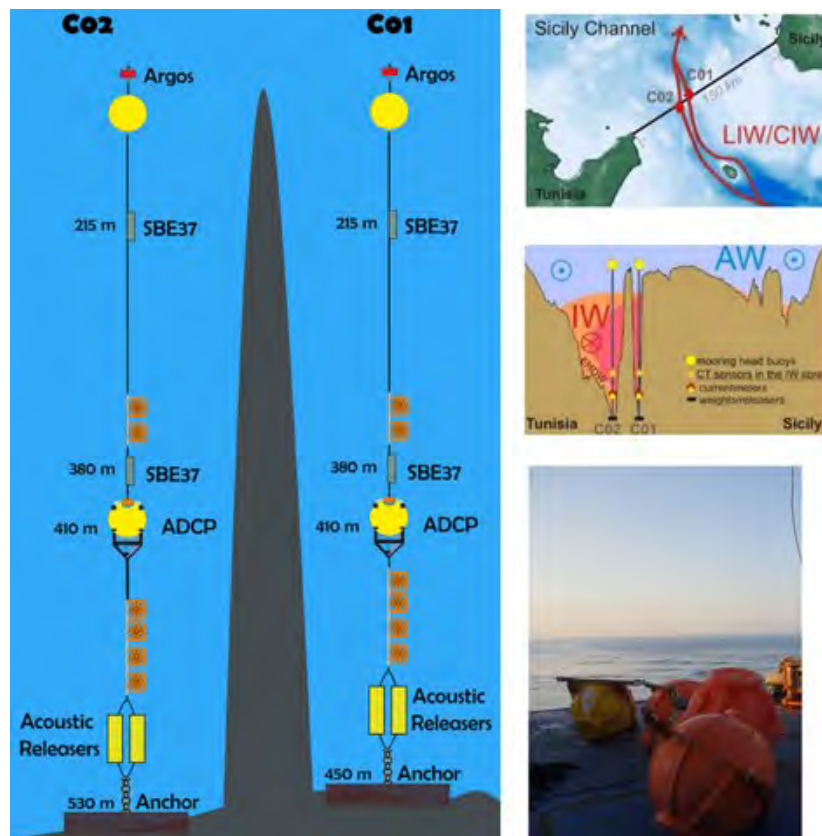


Figure 10– Diagram of the two moorings (left), in two parallel pits that convey water from east to west, (top right) diagram of the vertical section between Sicily and Tunisia, with indication of

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

the bathymetry and water masses present (AW=Atlantic Water, IW=Intermediate Water), (bottom right) mooring buoys ready to be launched into the sea.

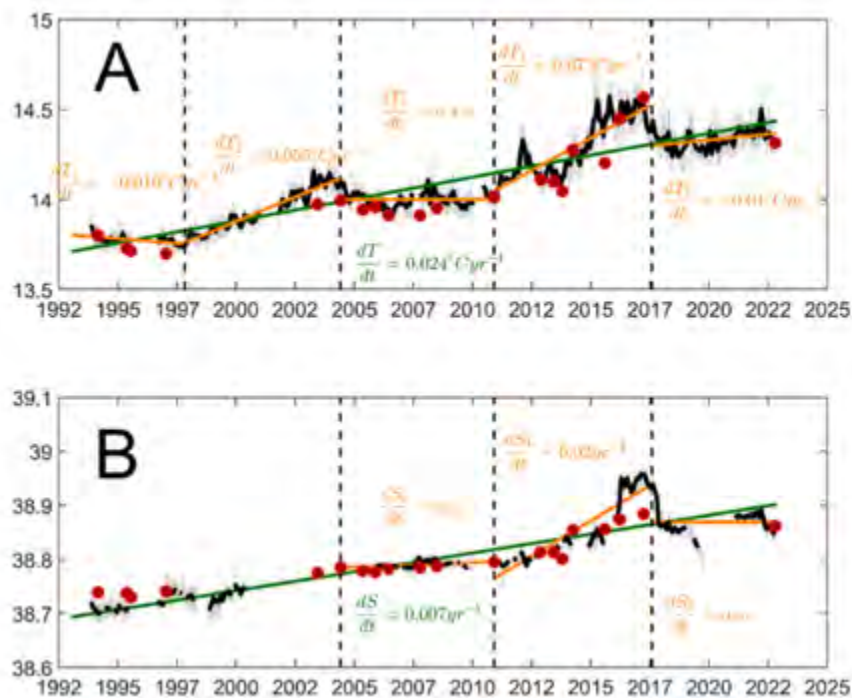


Figure 11 – Temperature and Salinity time series collected at 400 m depth in the SiCO2 site from 1993 to today (update from Schroeder et al., 2017).

The site is of particular importance for the Mediterranean and among its strong points is the fact that the research infrastructure is located in the most important choke point in the Mediterranean after Gibraltar, where it is possible to intercept all the masses of water that flow between the eastern basin and the western basin. The location also allows attempts to close the mass and heat balance of the eastern Mediterranean. The time series already has a duration of 30 years, meaning it is useful for assessing the impacts of climate change on Mediterranean waters. There are therefore many scientific questions that its monitoring has been, is and will be able to answer, possibly also with the addition of additional sensors, among which the following are listed:

- Investigate changes in the bulk properties of water (this is the longest time series of sub-surface T and S data in the Mediterranean).
- Study the effect of increased salt and heat import on dense water formation processes in the western Mediterranean.
- Investigating the causes of the observed trends: role of climate change (warming, changes in the hydrological cycle) in the eastern Mediterranean area.
- Evaluation of transport and its variability across the straits (budget closure for the Eastern Mediterranean)
- Calculation of biogeochemical flows between eastern and western basins, with implications for productivity and the carbon pump

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Biological and sedimentological research (diurnal vertical migration of zooplankton can be seen by acoustic backscattering force in ADCP data, as well as sediment resuspension).
- Facilitation of multidisciplinary and interdisciplinary research thanks to the possibility of adding permanent or temporary sensors for ad hoc experiments (degradation of plastic, determination of the dissolved and bioavailable concentration of chemical pollutants, sediment traps to study the flow of particles and the C pump, comparison of various dissolved oxygen sensors, etc.).

7.8.1.1 Observed variables

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Ocean			
Physical			
<u>Vertical current profiles (speed and direction)</u>	2010	2 h	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Temperature</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Salinity</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Pressure</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR

7.8.1.2 Pubblicazioni

Schroeder K. and Chiggiato J., eds. (2022). Oceanography of the Mediterranean Sea. An Introductory Guide. Elsevier, ISBN: 9780128236925.

Ben Ismail S., Schroeder K., Chiggiato J., Sparnocchia S., Borghini M. (2021). Long term changes monitored in two Mediterranean Channels. In: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5, Journal of Operational Oceanography, 14:sup1, 1–185, DOI: 10.1080/1755876X.2021.1946240.

Cherif S, et al. (2020) Drivers of change. In: Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp. 59–180, doi:10.5281/zenodo.7100601.

Schroeder, K., J. Chiggiato, S. Ben Ismail, M. Borghini, B. Patti, S. Sparnocchia (2019). Mediterranean deep and intermediate water mass properties. In: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 3, Journal of Operational Oceanography, 12:sup1, s26–s30; doi: 10.1080/1755876X.2019.1633075.

Vladoiu, A., Bouruet–Aubertot, P., Cuypers, Y., Ferron, B., Schroeder, K., Borghini, M., Leizour, S., Ben Ismail S. Mixing efficiency from microstructure measurements in the Sicily Channel. *Ocean Dynamics* 1–21 (2019), <https://doi.org/10.1007/s10236-019-01274-2>.

Vladoiu A., Bouruet–Aubertot P., Cuypers Y., Ferron B., Schroeder K., Borghini M., Leizour S., Ben Ismail S., 2018. Turbulence in the Sicily Channel from microstructure measurements, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 137, 97–112, doi: 10.1016/j.dsr.2018.05.006.

Schroeder K., J. Chiggiato, S. A. Josey, M. Borghini, S. Aracri, S. Sparnocchia, 2017. Rapid response to climate change in a marginal sea. *Scientific Reports* 7, 4065, doi:10.1038/s41598-017-04455-5.

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, D'Adamo R, Durante, C. Fanara, Grilli F, Lipizer, Marini, Misericocchi, Paschini, P. Penna, SA Crisis (2016). The RITMARE Italian Fixed–point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, pp202–p214, DOI:10.1080/1755876X.2015.1114806

Ben Ismail S., K Schroeder, C Sammari, GP Gasparini, M Borghini, L Aleya, 2014: Interannual variability of water mass properties in the Tunisia–Sicily Channel. *Journal of Marine Systems* 135, 14–28

Schroeder K., C. Millot, L. Bengara, S. Ben Ismail, M. Bensi, M. Borghini, G. Budillon, V. Cardin, L. Coppola, C. Curtil, A. Drago, B. El Moumni, Font J, Fuda JL, Garcia–Lafuente J, Gasparini GP, Kontoyiannis H, Lefevre D, Puig P, Raimbault P, Rougier G, Salat J, Sammari C, Sanchez Garrido JC, A.M. Sanchez–Roman, S. Sparnocchia, C. Tamburini, I. Taupier–Letage, A. Theocharis, M. Vargas–Yanez, and A. Vetrano first overview of the HYDROCHANGES network. *Ocean Sci.*, 9, 1–24, doi: 10.5194/os-9-1-2013.

Gacic M., K. Schroeder, Civitarese G., S. Cosoli, A. Vetrano, G. L. Eusebi–Borzelli, 2013. Salinity in the Sicily Channel corroborates the role of the Adriatic–Ionian Bimodal Oscillating System (BiOS) in shaping the decadal variability of the Mediterranean overturning circulation. *Ocean Sci.*, 9, 83–90, doi:10.5194/os-9-83-2013.

Gasparini, G.P., Schroeder, K. and Sparnocchia, S.: Straits and Channels as key regions of an integrated marine observatory of the Mediterranean: our experience on their

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

long-term monitoring. In Towards an integrated system of Mediterranean marine observatories, F. Briand (Ed.), CIESM Workshop Monographs, No 34, 75–79, 2008.

Gasparini, G.P., Smeed, D.A., Alderson, S., Sparnocchia, S., Vetrano, A. and Mazzola, S.: Tidal and subtidal currents in the Strait of Sicily, *J. Geophys. Res.*, 109, C02011, doi:10.1029/2003JC002011, 2004.

Astraldi, M., Gasparini, GP, Sparnocchia, S., Moretti, M. and Sansone, E.: The characteristics of water masses and water transport in the Sicily Strait at long time scales. In *Dynamics of Mediterranean Straits and Channels*, F. Briand (ed.), Bulletin of the Oceanographic Institute, Monaco, special issue 17, CIESM Science Series no. 2, 95–115, 1996.

7.8.1.3 OpenData

Borghini, M.; Schroeder, K.; Chiggiato, J.; Sparnocchia, S. (2021): Thermohaline evolution at 400 m depth in the Sicily Channel. PANGEA, <https://doi.org/10.1594/PANGEA.932163>

7.8.2 Corsica Channel Observatory

Position: 43.025 N, 9.6833 E

WMO code: 6101020

This is a mooring in the Corsica Channel dedicated to the long-term monitoring of surface and intermediate circulation and water exchanges between two adjacent basins (Tyrrhenian and Ligurian Sea). The underwater installation is moored at approximately 450 m depth between Corsica and the island of Capraia. Equipped with traditional currents measuring sensors and an ADCP since 2010, it has been in operation since 1985. At depth it is equipped with high-precision CTD probes for the continuous measurement of hydrological parameters. The facility is part of the CIESM Hydrochanges program and has participated in a series of transnational access activities since 2013, under the umbrella of JERICO. A repeated transect between Corsica and the Italian mainland, which passes through the location of the moorings, is carried out twice a year by means of a research vessel.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

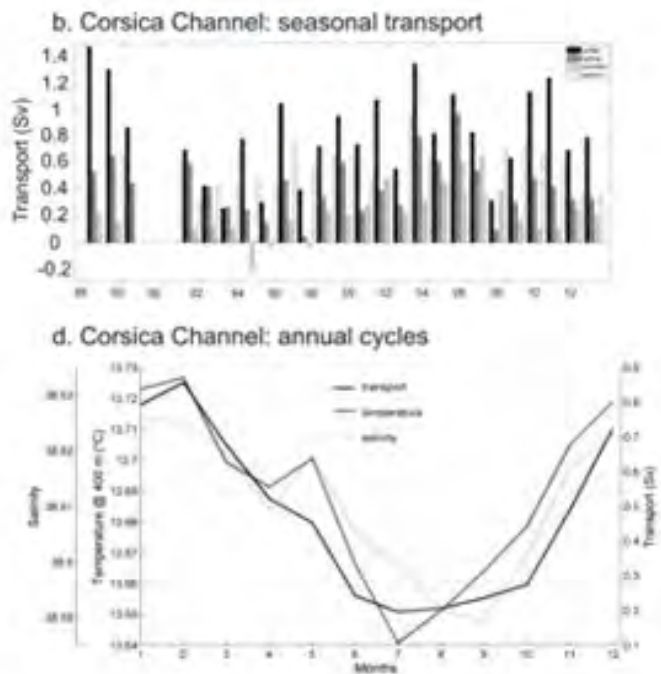
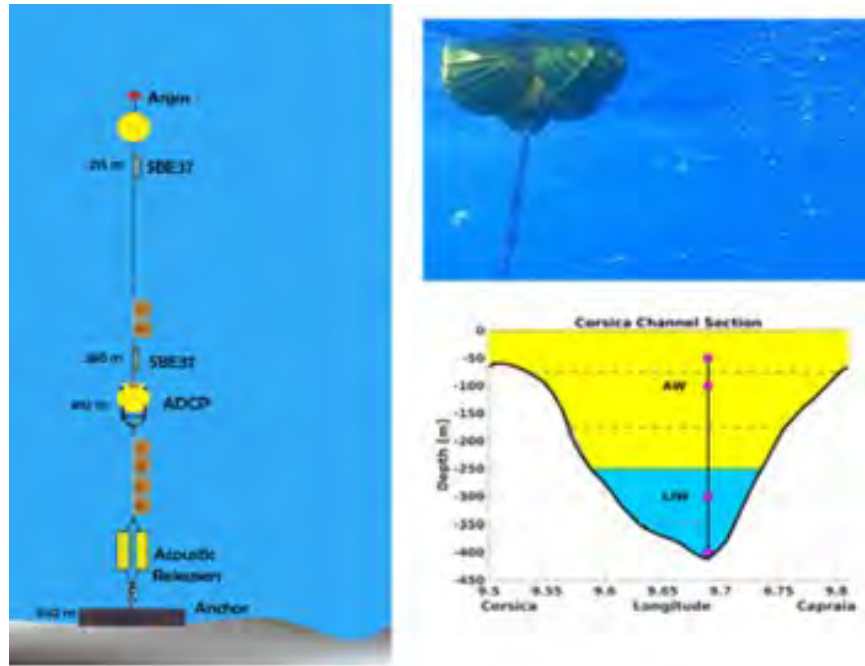


Figure 12– Diagram of the mooring (top left) and of the cross section between the Island of Capraia and Corsica, with an indication of the water masses present (top right). Some of the results derived from the measured quantities (currents, transport, temperature and salinity) are represented in the center and at the bottom.

Among the strengths of the site is that the infrastructure is located in a crucial area that determines the import of heat and salt into the region of formation of the dense waters of the western Mediterranean, and which arrives mainly through the transport of intermediate waters from the Tyrrhenian Sea to the Ligurian Sea. The import of heat and salt into the area of dense water formation is critical to the process itself and to the

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

characteristics of newly formed deep water. The time series has a duration of 30 years and is therefore useful for assessing the impacts of climate change on Mediterranean waters.

There are therefore many scientific questions that its monitoring has been, is and will be able to answer, possibly also with the addition of additional sensors, among which the following are listed:

- Investigate changes in water mass properties (it is among the longest time series of subsurface T and S data in the Mediterranean).
- Study the effect of increased salt and heat import on dense water formation processes in the western Mediterranean.
- Evaluation of the importance of hydrographic preconditioning compared to atmospheric preconditioning in the processes of dense water formation.
- Investigating the causes of the observed trends: role of climate change (warming, changes in the hydrological cycle) in the eastern Mediterranean area.
- Evaluation of transport and its variability across straits
- Biogeochemical flows between sub-basins, with implications for productivity and the carbon pump
- Biological and sedimentological research (diurnal vertical migration of zooplankton can be seen by acoustic backscattering force in ADCP data, as well as sediment resuspension).
- Facilitation of multidisciplinary and interdisciplinary research thanks to the possibility of adding permanent or temporary sensors for ad hoc experiments (for example underwater noise, deoxygenation, acidification).

7.8.2.1 Observed variables

Essential Climate and Oceanic Variables (ECVs and EOVs)			
Variable	Operational Measurements Start	Measurement interval	Institution
Ocean			
Physical			
<u>Vertical current profiles (speed and direction)</u>	2010	2 hours	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Temperature</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
<u>Subsurface Salinity</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

<u>Subsurface Pressure</u>	1993	10 min	CNR-ISMAR
----------------------------	------	--------	-----------

7.8.2.2 Pubblicazioni

Poulain, P.-M., E. Mauri, R. Gerin, J. Chiggiato, K. Schroeder, A. Griffa, M. Borghini, E. Zambianchi, P. Falco, P. Testor, L. Mortier, 2020. On the dynamics in the southeastern Ligurian Sea in summer 2010. *Continental Shelf Research*, 196, 104083, doi: 10.1016/j.csr.2020.104083.

Guerra, D., Schroeder, K., Borghini, M., Camatti, E., Pansera, M., Schroeder, A., Sparnocchia, S., and Chiggiato, J.: Vertical migration of diel zooplankton in the Corsica Channel (1999). *Ocean Sci.*, 15, 631–649, <https://doi.org/10.5194/os-15-631-2019>,

Testor, P., Bosse, A., Houpert, L., ... Schroeder, K., ... (2018). Multiscale observations of deep convection in the northwestern Mediterranean Sea during winter 2012–2013 using multiple platforms. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1745–1776. <https://doi.org/10.1002/2016JC012671> .

Aracri S, Borghini M, Canesso D, Chiggiato J, Durante S, Schroeder K, Sparnocchia S, Vetrano A, Honda T, Kitawaza Y, Kawahara H, Nakamura T. Trials of an autonomous profiling buoy system. *Journal of Operational Oceanography* Vol. 9, Iss. sup1, 2016.

Ravaioli M., C. Bergami, F. Riminucci, L. Langone, V. Cardin, A. Di Sarra, A. Aracri, M. Bastianini, M. Bensi, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, G. Bortoluzzi, R. Bozzano, C. Cantoni, J. Chiggiato, E. Crisafi, D'Adamo R, Durante, C. Fanara, Grilli F, Lipizer, Marini, Misericocchi, Paschini, P. Penna, SA Crisis (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, pp202–p214, DOI:10.1080/1755876X.2015.1114806

Casella, E., Tepsich, P., Couvelard, X., Caldeira, R., Schroeder, K.: Ecosystem dynamics in the Liguro-Provençal Basin: the role of eddies in the biological production. *Mediterranean Marine Science*, doi:10.12681/mms.520, 2014.

Schroeder K., C. Millot, L. Bengara, S. Ben Ismail, M. Bensi, M. Borghini, G. Budillon, V. Cardin, L. Coppola, C. Curtil, A. Drago, B. El Mounni, Font J, Fuda JL, Garcia-Lafuente J, Gasparini GP, Kontoyiannis H, Lefevre D, Puig P, Raimbault P, Rougier G, Salat J, Sammari C, Sanchez Garrido JC, A.M. Sanchez-Roman, S. Sparnocchia, C. Tamburini, I. Taupier-Letage, A. Theocharis, M. Vargas-Yanez, and A. Vetrano first overview of the HYDROCHANGES network. *Ocean Sci.*, 9, 1–24, doi:10.5194/os-9-1-2013.

[PMC free article] [PubMed] Grignon L., Smeed D., Bryden HL, Schroeder K., 2010. Importance of the variability of hydrographic preconditioning for deep convection in the Gulf of Lion, NW Mediterranean. *Ocean Sci.*, 6, 573–586, doi:10.5194/os-6-573-2010.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Gasparini, G.P., Schroeder, K. and Sparnocchia, S.: Straits and Channels as key regions of an integrated marine observatory of the Mediterranean: our experience on their long-term monitoring. In Towards an integrated system of Mediterranean marine observatories, F. Briand (Ed.), CIESM Workshop Monographs, No 34, 75–79, 2008.

Vignudelli, S., Cipollini, P., Astraldi, M., Gasparini, G.P. and Manzella, G.: Integrated use of altimeter and in situ data for understanding the water exchanges between the Tyrrhenian and Ligurian Seas, *J. Geophys. Res.*, 105(C8), 19649–19663, 2000.

Vignudelli, S., Gasparini, G.P., Astraldi, M. and Schiano, M.E.: A possible influence of the North Atlantic Oscillation on the circulation of the Western Mediterranean Sea, *Geophys. Res. Letters*, 26(5), 623–626, 1999.

EURO MODEL Group: Progress from 1989 to 1992 in understanding the circulation of the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 18(2), 255–271, 1995.

Astraldi, M., Gasparini, G.P. and Sparnocchia, S.: The Seasonal and Interannual Variability in the Ligurian–Povencal Basin. In Seasonal and Interannual Variability of the Western Mediterranean Sea, P.E. La Violette (Ed.), Coastal and Estuarine Studies vol. 46, AGU, 93–113, 1994.

Astraldi, M. and Gasparini, G.P.: The seasonal characteristics of the circulation in the north Mediterranean basin and their relationship with the atmospheric-climatic conditions, *J. Geophys. Res.*, 97 (C6), 9531–9540, 1992.

Astraldi, M., Gasparini, G. P., Manzella, G. M. R. and Hopkins, T.: Temporal variability of currents in the eastern Ligurian Sea, *J. Geophys. Res.*, 95(C2), 1515–1522, 1990.

Astraldi, M. and Manzella, GMR: Some observations on current measurements on the Eastern Ligurian Shelf, Mediterranean Sea, *Cont. Shelf Res.*, 2, 183–193, 1983.

7.8.2.3 OpenData

ftp://nrt.cmems-du.eu/Core/INSITU_MED_PHYBGCWAV_DISCRETE_MYNRT_013_035/cmems_obs-ins_med_phybgcwav_mynrt_na_irr/history/MO/MO_PR_MO_6101020.nc

7.8.3 EMSO SN1 Observatory

Location: 37.5400433 N, 15.3973133 E

WMO code: 620200

Mooring co-managed with INGV and positioned at the SN1 node of the EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observatory) research infrastructure, 25 km off the coast of Catania. Integrates the EMSO SN1 infrastructure by monitoring in the water column.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Inductive mooring at approximately 2010 m depth, positioned at the SN1 node of the EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observatory) research infrastructure, 25 km off the coast of Catania, in south-eastern Sicily. It integrates the EMSO SN1 infrastructure by continuously monitoring temperature, salinity, dissolved oxygen and turbidity at 4 depth levels (approximately 380, 890, 1390 and 1890 m), and CO2 partial pressure and bottom pressure at 1990 m. It is also equipped with acoustic currents measuring sensors that return current profiles between 0–380 m, 790–890 m and 1290–1390 m. The data collected by the instruments is conveyed to a control and data logger system (CommTech LISC) installed at the base of the mooring.

The mooring was positioned at 37°32.4026' N, 15°23.8388' E, on March 18, 2015. It is currently operating in record–no–transmit mode. It will soon be put into acoustic communication with the SN1 junction box and from this the data will be accessible in real time, via optical fibers.

A profiling system to measure the properties of the water column from 150 m (approximately) depth to the surface was installed at the head of the mooring on 16 March 2016. The system is composed of two main units: the winch and the profiling buoy, which is equipped with a multi-parametric probe (temperature, salinity, oxygen, turbidity and fluorescence), acoustic communication system, data logger and Iridium antenna for data transmission. The system was programmed to make an ascent every two days.

The infrastructure was developed with funds from the CAP program “Action and Cohesion Plan for the Convergence Regions, Project PAC01_00044 – EMSO–MedIT, financed under the “Research and Innovation” Action Line – “Structural Strengthening” Action – MIUR DD notice n. 274 of 02/15/2013.

7.8.3.1 Publications

S. Sparnocchia, M. Borghini, S. Durante, V. Meccia, A. Giordano and G. Biasini, “From the seafloor to the sea surface: A technical solution for the cabled EMSO–SN1 observatory in the Western Ionian Sea,” OCEANS 2015 – Genova, Genova, Italy, 2015, pp. 1–5, doi: 10.1109/OCEANS–Genova.2015.7271527.

7.8.4 Sardinia Channel Observatory

Location: 38.3341 N, 9.33265 E

The Sardinia Channel, in the Western Mediterranean, is a wide opening between Tunisia and Sardinia, which has a threshold at about 1900 m in a narrow and deep trench that allows the exchange of the upper part of the deep water between the Algerian sub-basin (depth > 2500 m) and the Tyrrhenian one (depth > 3000 m). A mooring (currently under maintenance) has been positioned in it since 2002, equipped with an SB37 probe and a punctual currents measuring sensors near the bottom.

The site allows you to follow the evolution of warming and salinification that are affecting all Mediterranean water masses, as a consequence of ongoing climate changes.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The point of strength of the site is its great depth, which guarantees that the thermohaline properties and the signals that we want to capture are very clean and subject to very low variability at high frequencies, allowing us to study the climate signal with more accuracy.

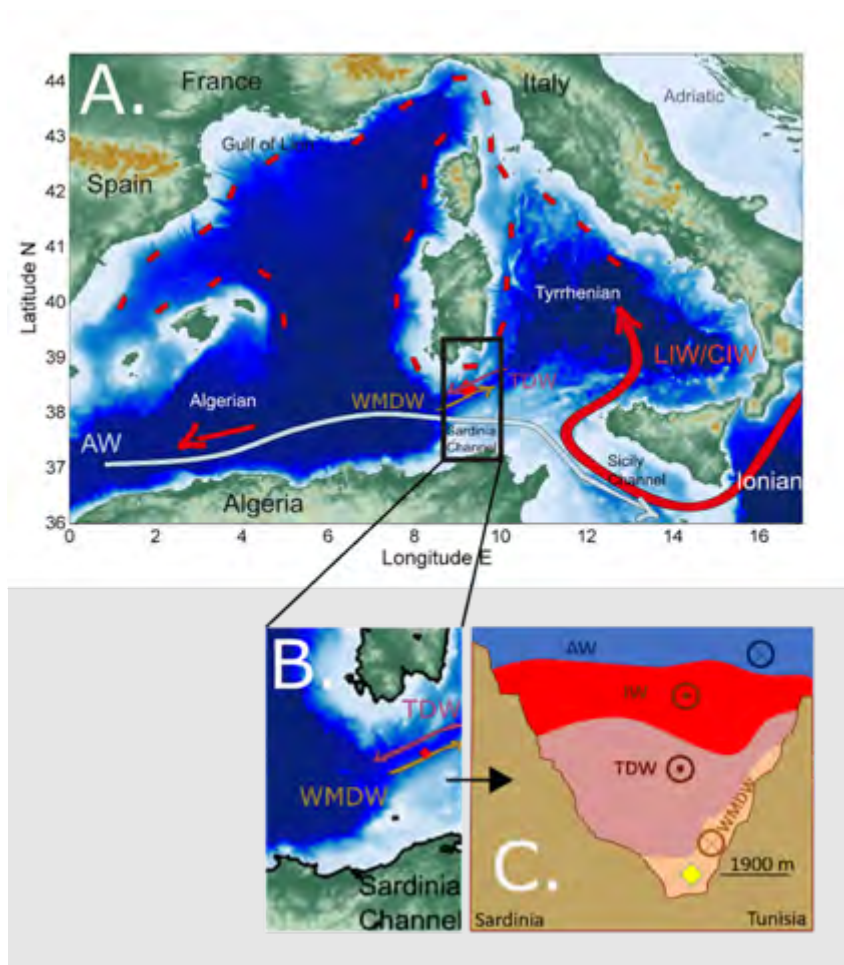


Figure 13– (A) Geographical map indicating the position of the mooring, with detailed zoom of the area (B) and (C) diagram of the vertical section between Sardinia and Tunisia with the indication of the masses of water in transit (AW=Water Atlantic, IW=Intermediate Water, TDW=Tyrrhenian Deep Water, WMDW=Western Mediterranean Deep Water).

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

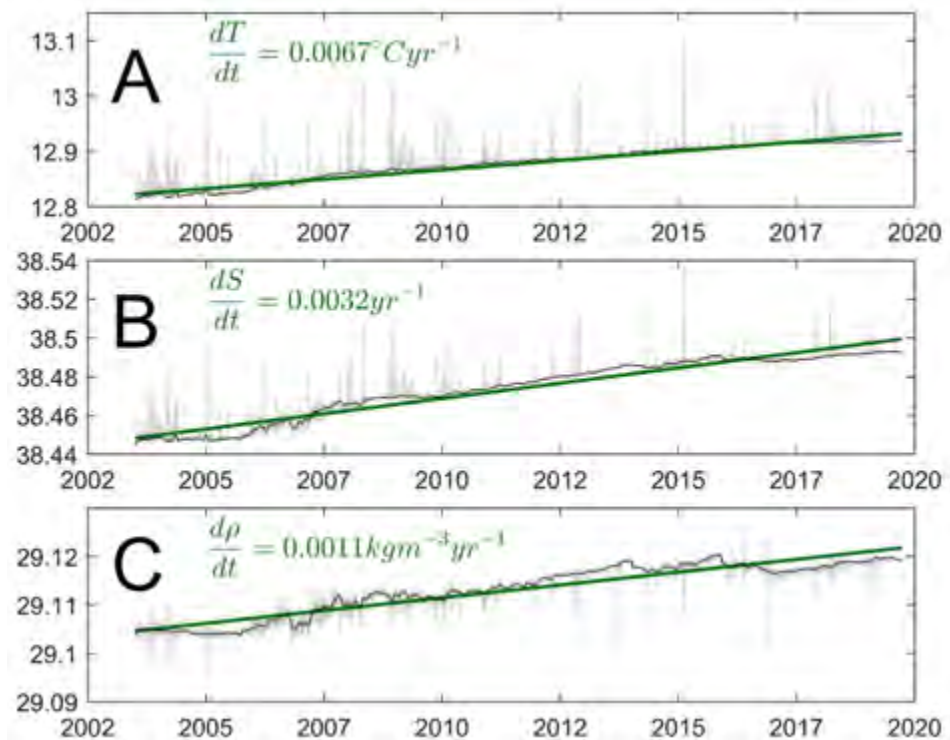


Figure 14– Time series of Temperature, Salinity and density, collected at 1900 m depth at the site from 2003 to 2019 (Ben Ismail et al., 2021).

7.8.4.1 Publications

Schroeder K. and Chiggiato J., eds. (2022). *Oceanography of the Mediterranean Sea. An Introductory Guide*. Elsevier, ISBN: 9780128236925.

Ben Ismail S., Schroeder K., Chiggiato J., Sparnocchia S., Borghini M. (2021). Long term changes monitored in two Mediterranean Channels. In: *Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5, Journal of Operational Oceanography*, 14:sup1, 1–185, DOI: 10.1080/1755876X.2021.1946240.

Cherif S, et al. (2020) Drivers of change. In: *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp. 59–180, doi:10.5281/zenodo.7100601.*

7.8.4.2 OpenData

ftp://nrt.cmems-du.eu/Core/INSITU_MED_PHYBGCWAV_DISCRETE_MYNRT_013_035/cmems_obs-ins_med_phybgcwav_mynrt_na_irr/history/MO/MO_TS_MO_SardiniaChannel.nc

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.8.5 Levante Canyon Observatory

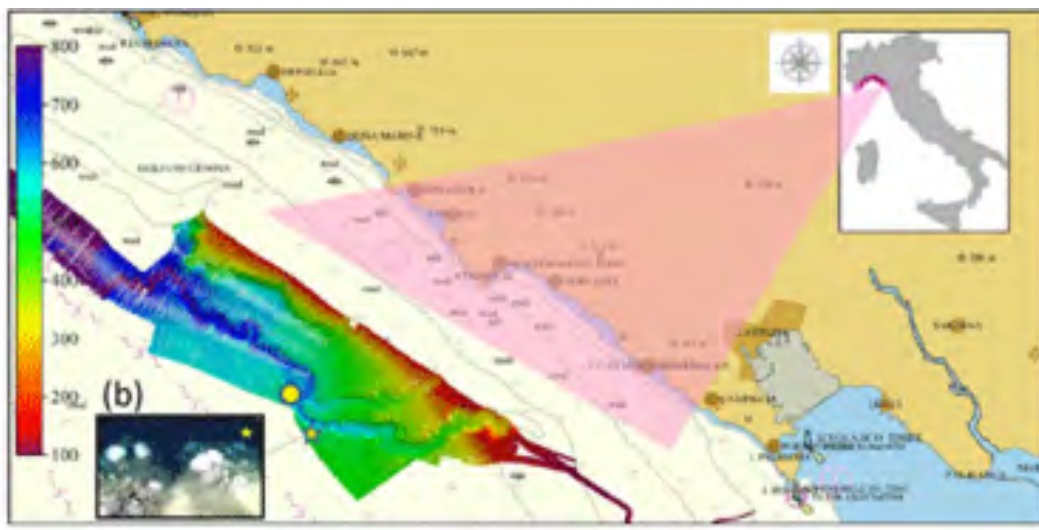
Posizione: 44.0907167 N, 9.498333 E

The underwater offshore LABMARE observatory in the Eastern Ligurian Sea is an infrastructure financed, initially, by the Liguria Region (PAR-FSC resources 2007–2013 “Fund for development and cohesion”) and shared between various national bodies and institutes Italian research, in particular the Ligurian District of Marine Technologies (DLTM), the National Agency for new technologies, energy and sustainable economic development (ENEA), the National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV), the Hydrographic Institute of the Navy (IIM) as well as the Institute of Marine Sciences of the National Research Council of Italy (CNR-ISMAR).

The mooring was installed in September 2019 on a 600 m seabed off the Cinque Terre Marine Protected Area, as well as in the area of the Pelagos Sanctuary for cetaceans and near a rare deep coral site.

The station is equipped with some instruments for monitoring fundamental marine physical parameters, such as currents measuring sensors, in addition to sensors for measuring temperature and salinity at three different depths along the water column, as well as traps for sediment sampling.

From October 2022 the site is equipped with dedicated cages designed for the study of the degradation of plastic material in a deep environment.



Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



Figure 15 – Geographic map indicating the position of the mooring and its structure.

7.8.5.1 Publications

Ciuffardi, T., Kokkini, Z., Berta, M., Locritani, M., Bordone, A., Delbono, I., Borghini, M., Demarte, M., Ivaldi, R., Pannacciulli, F., Vetrano, A., Marini, D., and Caprino, G.: Deep-water hydrodynamic observations around a cold-water coral habitat in a submarine canyon in the eastern Ligurian Sea (Mediterranean Sea), *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 1933–1946, <https://doi.org/10.5194/essd-15-1933-2023>, 2023.

7.8.5.2 OpenData

<https://www.seanoe.org/data/00810/92236/>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
 Castello 2737/F
 30122 - Venezia, IT
 +39 041 2407911
 protocollo.ismar@pec.cnr.it
 www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
 di Bologna –
 Via P. Gobetti 101
 40129 - Bologna, IT
 +39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
 Pozzuolo di Lerici
 19032 - La Spezia, IT
 +39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
 Porto Di Napoli snc
 80133 - Napoli, IT
 +39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
 di Roma 2 - Tor Vergata
 Via del Fosso del Cavaliere 100
 00133 - Roma, IT
 +39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
 Basovizza - Edificio Q2
 Strada Statale 14, km 163.5
 34149 - Trieste, IT
 +39 040 3756872

7.9 Repeated transects

Some hydrological transects are regularly repeated for monitoring variables of oceanographic interest.

- Low-frequency repetition (every 5-6 yrs)
- High-frequency repetition (every 1-2 yrs)
- ★ Repeated stations (every 1-2 yrs)

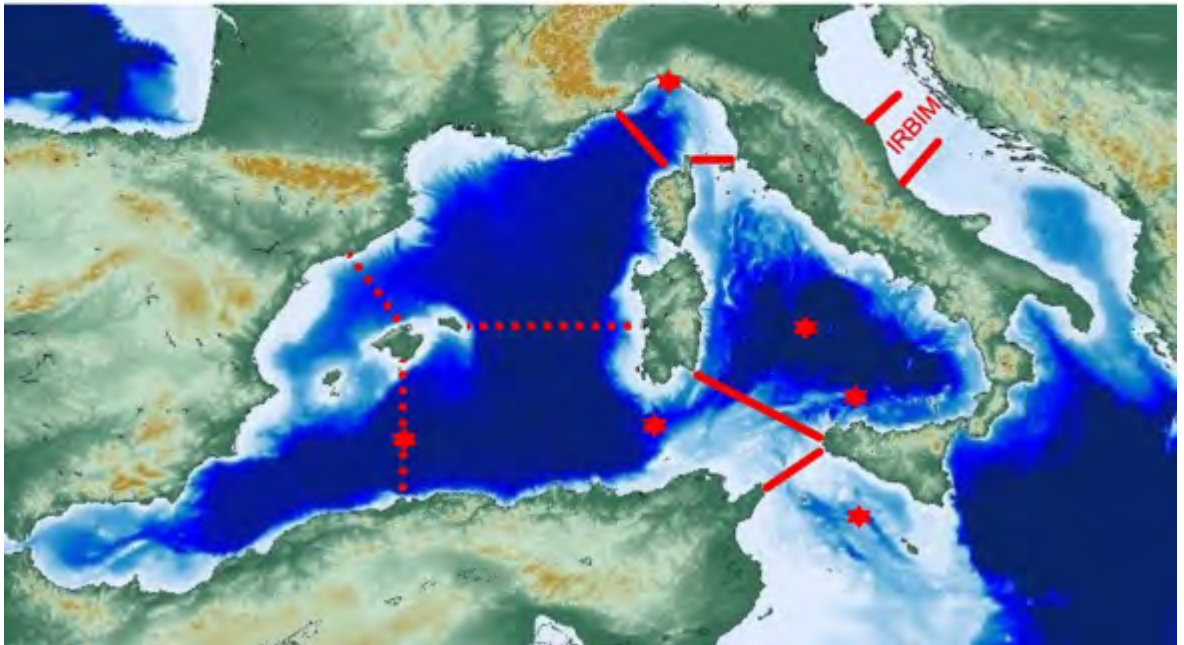


Figure 16 – Identification of the position of the repeated transects.

Despite numerous technological advances in recent decades, ship-based hydrography remains the only method for obtaining high-quality, high-spatial- and vertical-resolution measurements of a range of physical, chemical, and biological parameters over the entire water column. Ship-based hydrography is essential for documenting ocean changes throughout the water column, especially for the deep ocean below 2 km (52% of the global ocean volume, and 20% of the Mediterranean, is therefore not sampled by the ARGO floats). Over the years, CNR-ISMAR has implemented a series of repetitions of transects considered particularly significant. Furthermore, the oceanographic vessel also represents an integrated multidisciplinary marine science platform, providing climate-quality observations for continuous calibration of measurements from existing and new autonomous platforms. This includes biogeochemical observations for the nascent Biogeochemical Floating Array (BGC)-Argo; temperature and salinity for Deep Argo and salinity for Central Argo array.

The scientific questions that this type of observational activity can help answer are for example related to the study of: Changes in heat and fresh water, Circulation and mixing, Ventilation and transient tracers, Anthropogenic carbon and ocean acidification, Oxygen and deoxygenation, Biogeochemical cycles of macronutrients. Regarding

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

biological implications: Models of plankton taxonomic and functional diversity, Impact of physical processes on the composition and diversity of plankton communities, Plankton-driven modulation of ocean biogeochemical cycles (C, N, P), Variability of C export fluxes in different subbasins and biogeographical regions, Patterns in the plankton size spectrum.

7.9.1 Publications

Schroeder K., et al.: The 2016 Med-SHIP high frequency transects in the Mediterranean Sea: seawater physics and chemistry. *Scientific Data*, in review, 2023.

Vladoiu A., P. Bouruet-Aubertot, Y. Cuypers, B. Ferron, K. Schroeder, M. Borghini, S. Leizour. Contrasted mixing efficiency in energetic versus quiescent regions: insights from microstructure measurements in the Western Mediterranean Sea, *Progress in Oceanography*, 102594.

Ferron B., P. Bouruet-Aubertot, K. Schroeder, H. Bryden, M. Borghini, Y. Cuypers (2021). Contribution of thermohaline staircases to deep water mass modifications in the Western Mediterranean Sea from microstructure observation. *Frontiers in Marine Science* 8, 544.

M. Borghini, C. Cantoni, S. Durante, A. Petrizzo, A. Poiana & J. Chiggiato, 2020 the Intermediate Water of the Western Mediterranean. *Frontiers in Marine Science* 7:375.

Belgacem, M., Chiggiato, J., Borghini, M., Pavoni, B., Cerrati, G., Acri, F., Cozzi, S., Ribotti, A., Alvarez, M., Lauvset, SK, and Schroeder, K. 2020. Dissolved Inorganic Nutrients in the Western Mediterranean Sea (2004–2017), *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 1985–2011, doi: 10.5194/essd-12-1985-2020.

Durante, S., Schroeder, K., Mazzei, L., Pierini, S., Borghini, M., Sparnocchia, S. (2019). Permanent Thermohaline Staircases in the Tyrrhenian Sea. *Geophysical Research Letters*, 46. <https://doi.org/10.1029/2018GL081747>.

Testor, P., Bosse, A., Houpert, L., ... Schroeder, K., ... (2018). Multiscale observations of deep convection in the northwestern Mediterranean Sea During winter 2012–2013 using multiple platforms. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1745–1776. <https://doi.org/10.1002/2016JC012671>.

27. Ferron, B., P. Bouruet Aubertot, Y. Cuypers, K. Schroeder, and M. Borghini (2017), How important are diapycnal mixing and geothermal heating for the deep circulation of the Western Mediterranean? *Geophys. Res. Lett.*, 44, 7845–7854, doi:10.1002/2017GL074169.

Schroeder K., J. Chiggiato, HL Bryden, M. Borghini and S. Ben Ismail. Abrupt climate shift in the Western Mediterranean Sea. *Sci. Rep.* 6, 23009 ; doi: 10.1038/srep23009 (2016).

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Schroeder, K., T. Tanhua, HL Bryden, M. Alvarez, J. Chiggiato, and S. Aracri . 2015. Mediterranean Sea Ship-based Hydrographic Investigations Program (Med-SHIP). *Oceanography* 28(3), <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2015.71> .

Alvarez, M., H. Sanleon-Bartolome, T. Tanhua, L. Mintrop, A. Luchetta, C. Cantoni, K. Schroeder, and G. Civitarese: A basin wide perspective, *Ocean Sci.*, 10(1), 69–92, doi:10.5194/os-10-69-2014, 2014.

Borghini, M., Bryden, HL, Schroeder, K., Sparnocchia, S., Vetrano, A. : The Mediterranean is becoming saltier . *Ocean Sci.*, 10(4), 693–700, doi:10.5194/os-10-693-2014, 2014.

Hainbucher, D., Rubino, A., Cardin, V., Tanhua, T., Schroeder, K., and Bensi, M. : Hydrographic situation during cruise M84/3 and P414 (Spring 2011) in the Mediterranean Sea, *Ocean Sci.*, 10(4), 669–682, 2014.

Bryden HL, Schroeder K, Sparnocchia S, Borghini M, Vetrano A: Thermohaline staircases in the western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Research* 73(1), 1–18.

Placenti F., Schroeder K., Bonanno A., Zgozi S., Sprovieri M., Borghini M., Rumolo P., Cerrati G., Bonomo S., Genovese S., Basilone G., Haddoud DA, Patti B, A. El Turki, M. Hamza, and S. Mazzola, 2013. Water masses and nutrient distributions in the Gulf of Syrte and between Sicily– Libya area. *J. Mar. Sys.*, 121–122, 36–46.

Gacic M., K. Schroeder, Civitarese G., S. Cosoli, A. Vetrano, G. L. Eusebi-Borzelli, 2013. Salinity in the Sicily Channel corroborates the role of the Adriatic-Ionian Bimodal Oscillating System (BiOS) in shaping the decadal variability of the Mediterranean overturning circulation. *Ocean Sci.*, 9, 83–90, doi:10.5194/os-9-83-2013.

Puig P., Durrieu De Madron X., Salat J., Schroeder K., Martin J., Karageorgis A.P., Palanques A., Roullier F., Lopez-Jurado J.L., Emelianov M., Moutin T., Houpert L., 2013. Thick bottom nepheloid layers in the Western Mediterranean generated by dense shelf water cascading. *Progress in Oceanography*, doi:10.1016/j.pocean.2012.10.003.

Kovačević V., BB Manca, L. Ursella, K. Schroeder, S. Cozzi, M. Burca, E. Mauri, R. Gerin, G. Notarstefano, D. Deponte *Progress in Oceanography*, 104, 59–79, doi:10.1016/j.pocean.2012.05.006.

Vargas-Yañez M., Zunino P., Schroeder K., Lopez-Jurado JL, Plaza F., Serra M., Castro C., Garcia-Martinez MC, Moya F., 2012. Extreme Western Intermediate Water formation in winter *J. Mar. . Syst.*, doi:10.1016/j.jmarsys.2012.05.010.

Zunino P, Schroeder K, Vargas-Yanez M, Gasparini GP, Coppola L, Garcia-Martinez MC, Moya-Ruiz F, 2012. Thermohaline variability on isopycnal and isobaric surfaces associated with the Western Mediterranean Transition. *J. Mar. Syst.*, 96–97, 15–23, doi:10.1016/j.jmarsys.2012.01.011.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Sparnocchia S., Gasparini GP, Schroeder K., Borghini M., 2011. Oceanographic conditions in the NEMO region during the KM3NeT project (April 2006 – May 2009). Nucl. Instr. And Meth. A, doi:10.1016/j.nima.2010.06.231.

[PMC free article] [PubMed] Schroeder K., Josey SA, Herrmann M., Grignon L., Gasparini GP, Bryden HL. J. Geophys. Res., doi: 10.1029/2009JC005749

A. Vetrano, E. Napolitano, R. Iacono, K. Schroeder and GP Gasparini, 2010. Tyrrhenian Sea Circulation and Water Mass Fluxes in Spring 2004: Observations and Model Results. J. Geophys. Res., 115, C06023, doi:10.1029/2009JC005680.

Schroeder K., Gasparini G.P., Borghini M., Cerrati G., Delfanti R., 2010. Biogeochemical tracers and fluxes in the Western Mediterranean Sea, spring 2005. J. Mar. Sys., doi: 10.1016/j.jmarsys.2009.08.002.

Budillon G., Gasparini G.P., Schroeder K., 2009. Persistence of an Eddy Signature in the Central Tyrrhenian Basin. Deep Sea Research, Part II, 56: 713–724. doi:10.1016/j.dsr2.2008.07.027.

Schroeder K., Ribotti A., Borghini M., Sorgente R., Perilli A., Gasparini G.P., 2008. An extensive Western Mediterranean Deep–Water Renewal between 2004 and 2006. Geophys. Res. Lett., 35, L18605, doi: 10.1029/2008GL035146.

Schroeder K., Taillandier V., Vetrano A., Gasparini G.P., 2008. The circulation of the Western Mediterranean Sea in spring 2005 as inferred from observations and from model outputs. Deep Sea Research, Part I, 55, 947–965.

Gasparini G.P., Bonanno A., Zgozi S., Basilone G., Borghini M., Buscaino G., Cutitta A., Essarbout N., Mazzola S., Patti B., Ramadan A.B., Schroeder K., Bahri T., Massa F., 2008. Evidence of a dense water vein along the Libyan continental margin. Annales Geophysicae, 26, 1–6.

Schroeder K., Borghini M., Cerrati G., Difesca V., Delfanti R., Santinelli C., Gasparini G.P., 2008. Multiparametric Mixing Analysis of the Deep Waters in the Western Mediterranean Sea. Chemistry and Ecology, 24(1), 47–56.

Schroeder K., Gasparini G.P., Tangherlini M., Astraldi M., 2006. Deep and Intermediate Water in the Western Mediterranean under the influence of the Eastern Mediterranean Transient. Geophys. Res. Lett. 33, doi: 10.1029/2006GL02712.

7.9.2 OpenData

Belgacem, M., Chiggiato, J., Borghini, M., Pavoni, B., Cerrati, G., Acri, F., Cozzi, S., Ribotti, A., Alvarez, M., Lauvset, SK, and Schroeder, K.: Dissolved inorganic nutrients in the western Mediterranean Sea (2004–2017), Earth Syst. Sci. Data, 12, 1985–2011, <https://doi.org/10.5194/essd-12-1985-2020>,

Belgacem, M. ; Chiggiato, J. ; Borghini, M. ; Pavoni, B.; Cerrati, G. ; Acri, F.; Cozzi, S.; Ribotti, A.; Alvarez, M. ; Lauvset, S. K; Schroeder, K. (2019): Quality controlled

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

dataset of dissolved inorganic nutrients in the western Mediterranean Sea (2004–2017) from R/V oceanographic cruises. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.904172>

Schroeder, K. (2023): LADCP current profiles collected during Med-SHIP cruise TAIPro2022. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.957617>

Schroeder, K. (2022): Continuous thermosalinograph oceanography along MedSHIP cruise TAIPro2016 on RV Angeles Alvariño. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.946435>

Schroeder, K. (2022): ADCP current measurements (75 kHz) during Med-SHIP cruise TAIPro2022 on RV BELGICA. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.952440>

Schroeder, K. (2021): LADCP current profiles collected during MedSHIP cruise TAIPro2016. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.932316>

Schroeder, K. (2021): Vessel-mounted ADCP data (current profiles) collected during MedSHIP cruise TAIPro2016. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.933628>

Cantoni, C.; Durante, S.; Calesso, G.; Cipolla, A.; Poiana, A.; Borghini, M.; Schroeder, K.; Chiggiato, J. (2020): The carbonate chemistry of the Western Mediterranean during the OCEAN CERTAIN 2015 cruise. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.911046>

Borghini M., Durante S., Ribotti A., Schroeder K., Sparnocchia S. (2019). Thermohaline Staircases in the Tyrrhenian Sea Experimental data-set (2003–2016). SEANOE. <https://doi.org/10.17882/58697>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10 Coastal stations

The network is completed with coastal stations located along the coasts of the peninsula for monitoring the main meteorological and tidal variables of interest for coastal applications.

The main coastal stations are:

- Gulf of Trieste
- Gulf of Venice
- Gulf of Lerici (SP)
- Gulf of Gaeta
- Gulf of Naples

The activities of the coastal stations are integrated with the activities carried out at the laboratories of the Institute's headquarters.

7.10.1 Gulf of Trieste



Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



Figure 17– Trieste coastal meteorological network.

The Trieste Meteomarine Network consists of the “Trieste – Molo Sartorio” tide gauge station (TSS) (fig. 17, bottom left) and the “Trieste – Molo Bandiera” (TSB) marine meteorological station (fig. 17, bottom right), both located in the harbour area of Trieste (fig. 17, top).

A tide gauge station has existed on Molo (Pier) Sartorio since 1859. The first installation was dismantled in 1925 and in 1926 a new hut was built about 30 m away from the previous one, still on the same pier. The current hut is the result of a renovation of the 1926 hut, performed in 1961. It is located in the state-owned area of Trieste harbour. The station is equipped with a stilling well and four tide gauges. Three instruments, two of which are digital and one analogue, are provided with float sensors and are owned by the CNR. A radar tide gauge is owned by the Civil Protection of the Friuli Venezia Giulia Autonomous Region, with which a collaboration exists. Atmospheric pressure is also measured at the station using an analogue barograph and a digital barometer. The reference plane inside the station (Contact Point) is quoted with respect to the Zero of the IGM (Istituto Geografico Militare) altimetric network. Sea level data are transmitted daily to the ISMAR headquarters in Trieste. Since 2009 TSS has been part of the GLOSS (Global Sea Level Observing System) Core Network with no. 340. Hourly and monthly data are sent periodically to the GLOSS Fast-Delivery Center (University of Hawaii, US) and the PSMSL (Permanent Service for Mean Sea Level, Liverpool, UK).

The TSB station is located in a cabin, built in 1956 on Molo (Pier) Fratelli Bandiera (Porto Lido) in the state-owned area of the harbour of Trieste, and has been active since 1986. The station is equipped with probes to measure meteorological variables at 10 m height, namely air temperature, wind speed and direction, and relative humidity, and to measure sea temperature at 0.4, 2 and 6 m depths. Instruments of the Civil Protection of Friuli Venezia Giulia Autonomous Region, with which there is a collaboration, are also installed alongside those of the CNR.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.1.1 Publications

Raicich, F., 2023. The sea level time series of Trieste, Molo Sartorio, Italy (1869–2021). *Earth System Science Data*, 15, 1749–1763. <https://doi:10.5194/essd-15-1749-2023>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2021. A mean–sea–level pressure time series for Trieste, Italy (1841–2018). *Earth System Science Data*, 13, 3363–3377. <https://doi:10.5194/essd-13-3363-2021>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2019. A near–surface sea temperature time series from Trieste, northern Adriatic Sea (1899–2015). *Earth System Science Data*, 11, 761–768. <https://doi:10.5194/essd-11-761-2019>.

Zerbini, S., F. Raicich, C. Prati, S. Bruni, S. Del Conte, M. Errico, E. Santi, 2017. Sea–level change in the Northern Mediterranean Sea from long–period tide gauge time series. *Earth–Science Reviews*, 167, 72–87. <https://doi:10.1016/j.earscirev.2017.02.009>.

Raicich, F., V. Malačić, M. Celio, D. Giaiotti, C. Cantoni, R.R. Colucci, B. Čermelj, A. Pucillo, 2013. Extreme air–sea interactions in the Gulf of Trieste (North Adriatic) during the strong Bora event in winter 2012. *Journal of Geophysical Research – Oceans*, 118, 5238–5250. <https://doi:10.1002/jgrc.28398>.

Raicich, F., 2007. A study of early Trieste sea level data (1875–1914). *Journal of Coastal Research*, 23, 1067–1073. <https://doi:10.2112/04-0325.1>.

Beretta, A., H.E. Roman, F. Raicich, F. Crisciani, 2005. Long–time correlations of sea–level and local atmospheric pressure fluctuations at Trieste. *Physica A*, 347, 695–703. <https://doi:10.1016/j.physa.2004.08.027>.

Raicich, F., 2003. Recent evolution of sea–level extremes in the North Adriatic. *Continental Shelf Research*, 23, 225–235. [https://doi:10.1016/S0278-4343\(02\)00224-8](https://doi:10.1016/S0278-4343(02)00224-8).

7.10.1.2 OpenData

Raicich, F., 2023. Sea level observations at Trieste, Molo Sartorio, Italy. SEANOE. <https://doi:10.17882/62758>.

Raicich, F., R.R. Colucci, 2021. Mean–sea–level atmospheric pressure from 1841 to 2018 at Trieste, Italy . PANGAEA. <https://doi:10.1594/PANGAEA.926896>.

Raicich, F., RR Colucci, 2019. Trieste 1899–2015 near–surface sea temperature. SEANOE. <https://doi:10.17882/58728>.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.2 Gulf of Lerici (SP)

Position: 44°4'54.96"N 09°52'50.12"E



Figure 18– Gulf of Lerici coastal station (SP).

The coastal station in Lerici (SP) is a cabled and coastal site, created within LABMARE framework in collaboration between CNR, ENEA, DLTM, INGV, IIM. It has been installed since March 2020 at 10 m depth, at the bottom of the Bay of S. Teresa in the Gulf of La Spezia.

The coastal station is equipped with sensors for measuring water temperature and salinity. It is also equipped with special cages specifically designed to contain different types of plastic materials, in order to study their degradation. The station is

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

equipped with a “junction–box” which allows the connection of innovative and prototype devices to test them in a controlled and protected environment.

The coastal station enters the SmartBay collaboration network established between local research bodies (CNR, ENEA, INGV) and stakeholders of the Gulf of La Spezia (municipality of Lerici, mussel farmers, sailing school, etc.).

7.10.2.1 Publications

De Monte, C.; Locritani, M.; Merlin, S.; Ricci, L.; Pistolesi, A.; Bronco, S. An In Situ Experiment to Evaluate the Aging and Degradation Phenomena Induced by Marine Environment Conditions on Commercial Plastic Granules. *Polymers* **2022**, *14*, 1111. <https://doi.org/10.3390/polym14061111>

7.10.2.2 OpenData

<https://www.seanoe.org/data/00764/87643/>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.3 Gulf of Gaeta



Figure 19– Coastal weather station located on the north side of Lago Patria (left) and view of the south side of the coastal lake (right).

The coastal station located in the Gulf of Gaeta consists of an integrated meteorological station, operational since 2020, located at the “Lago Patria”, the largest coastal lake in Campania with a surface area of approximately 2 km², which falls within the Foce Volturno nature reserve – Coast of Licola. It allows continuous monitoring of the main meteorological–climatic parameters, such as temperature, rainfall, wind (direction and intensity), relative humidity, atmospheric pressure and solar radiation. The measurement frequency is 10 minutes. The control unit is also associated with a web–cam which films the surface of the coastal lake. At the same site, periodic water sampling has been carried out since 2020 to evaluate the trophic state (CTD, nutrients, CHLa) of the coastal lake, which is associated with the study of the geological and environmental evolution that has been ongoing for a decade.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.3.1 Publications

Aiello G., Allocca V., Arienzo M., Barra D., Bravi S., New Year M., Carraturo F., Castello N., Colantuono P., Coda S., Crovato P., Cusano D., D' Adamo R., Donadio C., Fabbrocini A., Ferrara L., Gherardi S., Guarino FM, Guida M., Libralato G., Maio N., Mezzasalma M., Molisso F., Parisi R., Petraccioli A., Risso V., Sacchi M., Siciliano A., Tonielli R., Toscanesi M., Trifuoggi M. (2020) – Assessment of the environmental health status of Lake Patria and neighboring ecosystems – Preliminary data and indications on the first feasible interventions. Project Report, ISMAR-CNR. <http://eprints.bice.rm.cnr.it/id/eprint/20963> (Unpublished).

Di Rita F., Molisso F., Sacchi M. (2018) – Late Holocene environmental dynamics, vegetation history, human impact, and climate change in the ancient Literna Palus (Lago Patria; Campania, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 258, 48–61.

Sacchi M., Molisso F., Pacifico A., Vigliotti M., Sabbarese C., Ruberti D. (2014) – Late-Holocene to recent evolution of Lake Patria, South Italy: An example of a coastal lagoon within a Mediterranean delta system. *Global and Planetary Change*, 117, 9 – 27.

7.10.3.2 OpenData

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2022): Continuous meteorological observations at Lago Patria weather station (Campania Plain – Giugliano in Campania -NA – Italy) during the period Jan. 2021–Dec. 2021. PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.946028>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.10.4 Gulf of Naples



Figure 20– Coastal stations of the Gulf of Naples (starting from the left: Naples Capo Posillipo, Naples Port, Bacoli tourist port).

The coastal stations of the Gulf of Naples are made up of meteorological stations and monitoring systems of numerous coastal cliffs present in the Phlegraean and Neapolitan areas, where various natural risks (volcanic, seismic, geohydrological, coastal) and anthropic risks persist on a densely populated area.

Meteorological monitoring is carried out using three integrated control units, operational since 2013 in Capo Posillipo (Naples) and at the tourist port of Bacoli (NA) and since 2020 in the Port of Naples, at the institute's headquarters. The instruments allow continuous monitoring of the main meteorological-climatic parameters, such as temperature, rain, wind (direction and intensity), relative humidity and atmospheric pressure. The measurement frequency is 10 minutes.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



Figure 21 – MOSYS monitoring system of the Coroglio cliff (Naples).

The morphological evolution of numerous coastal cliffs in tuffaceous and volcanoclastic rocks present in the continental and insular Phlegraean area is monitored through periodic precision topographic surveys using terrestrial laser scanners and digital photogrammetry and monitoring systems.

MOSYS is an experimental monitoring system of the tuffaceous cliff of Coroglio, Naples ($40^{\circ} 47' 53.96''$ N, $14^{\circ} 10' 34.17''$ E) operational since 2014, capable of acquiring, managing and archiving data remotely from a network multi-instrumental (crack meters, tilt meters, velocity meters, thermometers, and fiber optic sensors) for monitoring geo-hydrological instability phenomena. The system records every 30 minutes, and transmits to a remote server in the institute, some parameters relating to the physical and geotechnical characteristics of the tuff rock mass, divided into "static" data (variations in the opening of the fractures in the rock mass, measurement of the angular rotations of rock blocks, surface temperature) and "dynamic" data ("continuous seismic noise", "seismic" events above a pre-established threshold). The historical measurement series provide detailed

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

knowledge of the behavior of the tuff rock mass in response to some meteorological-climatic forcing with the possibility of developing and calibrating alert thresholds linked to the extent of the movements measured in relation to variations in rainfall and temperature and to seismic inputs for rockfall prediction. A network of fiber optic sensors coupled to crackmeters was tested in the first years of the system's operation. Instrumental monitoring is integrated by numerous multi-temporal acquisitions with RIEGL VZ1000 terrestrial laser scanner (TLS) and digital photogrammetry from drone (UAV).

7.10.4.1 Pubblicazioni

Somma R., Matano F., Marino E., Caputo T., Esposito G., Caccavale M., Carlino S., Iuliano S., Mazzola S., Molisso F., Sacchi M., Troise C., De Natale G., 2014. Application of Laser Scanning for Monitoring Coastal Cliff Instability in The Pozzuoli Bay, Coroglio Site, Posillipo Hill, Naples. In: G. Lollino et al. (eds.), Engineering Geology for Society and Territory – Volume 5, Ch. 133. DOI: 10.1007/978-3-319-09048-1_133, © Springer International Publishing Switzerland.

Matano F, Esposito G, Somma R, Caputo T, Marino E, Pignalosa A, Sacchi M, De Natale G, 2015. Laser Scanning Application for Geostructural analysis of Tuffaceous Coastal Cliffs: the case of Punta Epitaffio, Pozzuoli Bay, Italy. European Journal of Remote Sensing, 48, 615–637. doi: 10.5721/EuJRS20154834

Matano F, Caccavale M, Esposito G, Grimaldi GM, Minardo A, Scepi G, Zeni G, Zeni L, Caputo T, Somma R, Troise C, De Natale G, Sacchi M., 2016. An integrated approach for rock slope failure monitoring: the case study of Coroglio tuff cliff (Naples, Italy) – preliminary results. Proceedings of the 1st IMEKO TC-4 International Workshop on Metrology for Geotechnics Benevento, Italy, March 17–18, 2016, 242–247. ISBN: 978-92-990075-0-1

Matano F, Iuliano S, Somma R, Marino E, Del Vecchio U, Esposito G, Molisso F, Scepi G, Grimaldi GM, Pignalosa A, Caputo T, Troise C, De Natale C, Sacchi M, 2016. Geostructure of Coroglio tuff Cliff, Naples (Italy) derived from terrestrial laser scanner data. Journal of Maps, 12:3, 407–421; doi: 10.1080/17445647.2015.1028237

Sacchi M., Matano F., Caccavale M., Esposito G., Caputo T., Somma R., Troise C., De Natale G., Minardo A., Zeni L., Zeni G., 2016. Application of an integrated monitoring system for rock failures in the Coroglio tuff cliff (Naples, Italy). In: Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice – Aversa et al. (Eds), ch. 132, 1775–1782. AGI, Rome, Italy. ISBN 978-1-138-02988-0

Esposito, Giuseppe; Salvini, Riccardo; Matano, Fabio; Sacchi, Marco; Danzi, Maria; Somma, Renato; Troise, Claudia; 2017. Multitemporal monitoring of a coastal landslide through SfM-derived point cloud comparison. The Photogrammetric Record, 32, 160, 459–479.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Caputo, Teresa; Marino, Ermanno; Matano, Fabio; Somma, Renato; Troise, Claudia; De Natale, Giuseppe; 2018, Terrestrial Laser Scanning (TLS) data for the analysis of coastal tuff cliff retreat: application to Coroglio cliff, Naples, Italy. *Annals of Geophysics*, 61, 1, 110.

Esposito, Giuseppe; Salvini, Riccardo; Matano, Fabio; Sacchi, Marco; Troise, Claudia; 2018. Evaluation of geomorphic changes and retreat rates of a coastal pyroclastic cliff in the Campi Flegrei volcanic district, southern Italy. *Journal of Coastal Conservation*, 22, 5, 957–972, Springer Netherlands.

Matano, F; Caccavale, M; Esposito, G; Fortelli, A; Scepi, G; Spano, M; Sacchi, M., 2019. Integrated dataset of deformation measurements in fractured volcanic tuff and meteorological data (Coroglio coastal cliff, Naples, Italy). *Earth System Science Data*, Volume: 12, Issue: 1, Pages: 321–344, DOI: 10.5194/essd-12-321-2020.

Esposito, G; Matano, F; Sacchi, M; Salvini, R., 2020. Mechanisms and frequency–size statistics of failures characterizing a coastal cliff partially protected from the wave erosive action. *Rendiconti Lincei–Scienze Fisiche E Naturali*, Volume: 31, Issue: 2, Pages: 337–351, DOI: 10.1007/s12210-020-00902-0.

Fortelli A., Fedele A., De Natale G., Matano F., Sacchi M., Troise C., Somma R. (2021) Analysis of sea storm events in the mediterranean sea: The case study of 28 december 2020 sea storm in the gulf of Naples, Italy. *Applied Sciences*, 11 (23), art. no. 11460

Tursi M.F., Anfuso G., Matano F., Mattei G., Aucelli P.P.C., 2023. A Methodological Tool to Assess Erosion Susceptibility of High Coastal Sectors: Case Studies from Campania Region (Southern Italy). *Water*, 15 (1), art. no. 121.

Esposito G., Matano F. (2023). A geodatabase of historical landslide events occurring in the highly urbanized volcanic area of Campi Flegrei, Italy. *Earth System Science Data*, 15 (3), 1133 – 1149 .

7.10.4.2 OpenData

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2023): Continuous meteorological observations at the Naples Harbor Weather Station (Naples, Italy) during the period Jan. 2022 – Dec. 2022. PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.958730>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2022): Continuous meteorological observations at the Port of Naples weather station (Naples, Italy) during the period Jan. 2021–Dec. 2021. PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2021): Continuous meteorological monitoring at Cape Posillipo (Denza Institute weather station – Naples – Campania Region – Italy) during the period January 2020 – December 2020. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.933342>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2021): Continuous meteorological observations at Bacoli weather station (Campi Flegrei, Italy) during Jan. 2020 – Dec. 2020 period. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.933332>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2020): Continuous meteorological observations at Bacoli weather station (Campi Flegrei, Italy) during the period Jan. 2019 – Dec. 2019. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.917506>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2020): Continuous meteorological monitoring at Cape Posillipo (Denza Institute weather station – Naples – Campania Region – Italy) during the period January 2019 – December 2019. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.917502>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco (2019): Continuous meteorological monitoring at Cape Posillipo (Denza Institute weather station – Naples – Campania Region – Italy) during the period January 2014 – December 2018. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.899562>

Caccavale, Mauro; Sacchi, Marco; Matano, Fabio (2019): Dynamic measurements of Coroglio coastal tuffs cliff, Naples, Italy. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.899324>

Matano, Fabio; Caccavale, Mauro; Sacchi, Marco (2018): Measurements of deformation in fractured volcanic tuffs, Coroglio coastal cliff, Naples, Italy. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.896000>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Sacchi, Marco; Caccavale, Mauro (2018): Continuous meteorological observations at Bacoli weather station (Campi Flegrei, Italy) during the period Nov. 2013 – Oct. 2018. Institute of Marine Sciences – CNR, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.896280>

Fortelli, Alberto; Matano, Fabio; Caccavale, Mauro; Sacchi, Marco (2018): Meteorological data of Capo Posillipo weather station (Naples, Italy) during Dec. 2013 – Oct. 2018. Institute of Marine Sciences – CNR, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.896272>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.11 Atmospheric lidar



Figure 22 – Identification of the position of the CNR-ISMAR atmospheric LIDAR and view of the Tor Vergata research area and the experimental field.

A multi-channel Rayleigh Mie Raman (RMR) lidar system was designed within the CNR in the late 1990s, and is currently operational, at the Rome Tor Vergata headquarters of the Institute of Marine Sciences of the National Research Council of Italy.

Since 2002 the Raman lidar system has been installed in the experimental field for atmospheric observation at the CNR research area of Tor Vergata, located about 15 km south-east of Rome in a semi-urban environment. The general management of the site is entrusted to the Institute of Atmospheric and Climate Sciences (ISAC) of the CNR. The site hosts, in addition to the RMR lidar system, a set of instruments for atmospheric monitoring of the ISAC-CNR or other bodies on the basis of collaboration agreements/projects. Among

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

the main objectives of all the instrumentation present on the site is the monitoring of air quality and, more generally, of the planetary boundary layer.

The system is assembled in two stacked containers and can be used for routine in situ observations or transported for measurement campaigns in remote sites. The system is composed of:

- a transmitter that emits the pulses generated by the laser source (NdYAG) vertically into the atmosphere. The current configuration includes emission at 355 nm and 532 nm with the possibility of implementing emission also at 1064 nm.
- a reception system based on a set of 9+1+1 telescopes of various sizes and characteristics to guarantee coverage of a vast range of altitudes in the atmosphere (0.15–60 km); an optical system for the separation of the acquired wavelengths; a set of sensors (photomultipliers) and associated electronics for signal acquisition. The current configuration allows the acquisition of 8 channels for the wavelengths of 355, 387, 407, 532 nm. The system is being updated with the extension of the number of channels acquired both by increasing the spectral coverage and by implementing depolarization measures.

The control systems (eg alignment control, air conditioning, roof opening/closing, etc.) are an integral part of the infrastructure and are fundamental for the correct functioning and monitoring of the instrumentation.

The RMR lidar, thanks to its characteristic multi-channel configuration, allows estimating the profiles of the following atmospheric variables:

- Temperature
- Water vapor mixing ratio
- Properties of atmospheric aerosols
- Properties of clouds

The scientific fields of application of the products generated by data processing are:

- Studies of atmospheric processes particularly in the middle and upper atmosphere
- Monitoring of climatic variables
- Air quality monitoring
- Meteorology

Furthermore, the system designed within CNR allowed the acquisition of knowledge for the development of instrumentation. This knowledge has been applied, as well as for the definition of the changes necessary for the ongoing system update, also in other sectors of interest for the Institute (eg definition of the instrumental requirements for lidars dedicated to the study of marine properties).

Finally, the system, the processing of the products and their analysis have been the subject of numerous advanced training activities from curricular internships and doctorates in collaboration with different universities.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

The system is currently part of 2 international monitoring networks:

- Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) (since 2008), <https://lidar.jpl.nasa.gov/ndacc/>
- European AeRosol Lidar NETwork (EARLINET) (since 2016), www.earlinet.org

Furthermore, the RMR lidar is part of the ACTRIS (Aerosol, Cloud and TRace gases InfraStructure, <https://www.actris.eu/>) research infrastructure which coordinates European observations and scientific research on aerosols, clouds and gases in track with the aim of providing high quality services to a large community of public and private users. As part of ACTRIS, the system will, at the end of 2023, undergo the labeling process to become an Aerosol Remote Sensing National Facility.

The processed data are archived in the databases of the international networks to which the system refers, while the raw data are accessible via the lidar website <http://lidar.artov.ismar.cnr.it/>.

The raw data and processed preliminary products are also available at the following link, accessible via password: <https://file.sic.rm.cnr.it/index.php/apps/files/?dir=/RAMAN&fileid=6654558>

7.11.1 Publications

Contribution in books

Liberti, G.L., F.Chery, F.Congeduti, D.Dionisi, C.Transerici and L.Velea, 2007. Characterization of spatio-temporal variability of water vapor as a diagnostic for a climate model. In 'Climate and climate change: CNR research activities'. Eds. B.Carli, G.Cavarretta, M.Colacino and S.Fuzzi, CNR. IT. ISBN 978-88-8080-075-0 Pp.35-38.

Liberti,G.L., F.Congeduti, F.Cardillo and D.Dionisi (2012) Rayleigh-Mie-Raman Lidar activities for the study of the atmosphere at ISAC-CNR. Proc. of Annual Scientific Meeting of National Meteorological Administration, Bucharest, Nov. 2012. IG8-IG11. ISSN: 2285 - 7931

Riviste peer-reviewed

Tsekeri A., A. Gialitaki, M. Di Paolantonio, D. Dionisi, GLLiberti, A. Fernandes, A. Szkop, A. Pietruczuk, D. Perez-Ramirez, MJGranados Munoz, JL Guerrero-Scratch, BLAings-Arboledas, D. Bermejo Pantaleon, JABravo-Aranda, A.Kampouri, E. Marinou, V. Amiridis, M. Sicard, A. Comeron, C. Muñoz-Porcar, A.Rodriguez Gomez, S. Romano, MR Perrone, X. Shang, M.S, Komppula, REMamouri, A. Nisantzi, D. Hadjimitsis, F. Navas-Guzman, A. Haeferle, R. Fortuna, W. Kumala, D. Szczepanik, IS Stachlewska, L. Belegante, D. Nicolae, KA Voudouri, D Balis, AAFIoutsis, H.Baars, L.Miladi, N.Pascal, O.Dubovik, and A.Lopatin: Combined sun-photometer/lidar inversion: lessons learned during the EARLINET Covid-19 Campaign. Submitted to ACP/AMT inter-journal Special Issue: Quantifying the impacts of stay-at-home policies on atmospheric composition and

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna -
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

properties of aerosols and clouds over European regions using ACTRIS related observations. During revision

Di Paolantonio, M., Dionisi, D., Liberti, G.L.: A semi-automated procedure for the emitter-receiver geometry characterization of motor-controlled lidars, *Atmos. Meas. Tech.*, 15, 1217–1231, <https://doi.org/10.5194/amt-15-1217-2022>, 2022.

Baars, H., Ansmann, A., Ohneiser, K., Haarig, M., Engelmann, R., Althausen, D., Hanssen, I., Gausa, M., Pietruczuk, A., Szkop, A., Stachlewska, IS, Wang, D, Reichardt, J, Skupin, A, Mattis, I, Trickl, T, Vogelmann, H, Navas-Guzman, F, Haeferle, A, Acheson, K., Ruth, AA, Tatarov, B., Müller, D., Hu, Q., Podvin, T., Goloub, P., Veselovskii, I., Pietras, C., Haeffelin, M., Fréville, P., Sicard, M., Comeron, A., Fernandez Garcia, AJ, Grinder Menendez, F., Cordoba-Soapmaker, C., Warrior-Rascado, JL, Winged-Groves, L., Bortoli, D., Costa, MJ, Dionisi, D., Liberti, GL, Wang, X., Sannino, A., Papagiannopoulos, N., Boselli, A., Mona, L., D'Amico, G., Romano, S., Perrone, MR. Bellegante, L., Nicolae, D., Grigorov, I., Gialitaki, A., Amiridis, V., Soupiona, O., Papayannis, A., Mamouri, R.-E., Nisantzi, A., Heese, B., Hofer, J., Schechner, YY, Wandinger, U., and Pappalardo, G. : The unprecedented 2017–2018 stratospheric smoke event: decay phase and aerosol properties observed with the EARLINET, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 15183–15198, <https://doi.org/10.5194/acp-19-15183-2019>

Proestakis, E., Amiridis, V., Marinou, E., Biniotoglou, I., Ansmann, A., Wandinger, U., Hofer, J., Yorks, J., Nowotnick, E., Makhmudov, A., Papayannis, A., Pietruczuk, A., Gialitaki, A., Apituley, A., Szkop, A., Munoz Porcar, C., Bortoli, D., Dionisi, D., Althausen, D., Mamali, D., Balis, D., Nicolae, D., Tetoni, E., Liberti, GL, Baars, H., Mattis, I., Stachlewska, IS, Voudouri, KA, Mona, L., Mylonaki, M., Platform, 2010 . MR, Costa, MJ, Sicard, M, Papagiannopoulos, N, Siomos, N, Burlizzi, P, Pauly, R, Engelmann, R, Abdullaev, S, and Pappalardo, G : EARLINET evaluation of the CATS Level 2 aerosol backscatter coefficient product, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 11743–11764, <https://doi.org/10.5194/acp-19-11743-2019>

Leblanc, T. R.J. Sica, J.A.E. van Gijssel, S.Godin-Beekmann, A.Haeferle, T.Trickl, G.Payen & G.L. Liberti, 2016. Proposed standardized definitions for vertical resolution and uncertainty in the NDACC lidar ozone and temperature algorithms – Part 2: Ozone DIAL uncertainty budget. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 4051–4078, <https://doi:10.5194/amt-9-4051-2016>

Leblanc, T. R.J. Sica, J.A.E. van Gijssel, A.Haeferle, G.Payen & G.L. Liberti, 2016. Proposed standardized definitions for vertical resolution and uncertainty in the NDACC lidar ozone and temperature algorithms – Part 3: Temperature uncertainty budget. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 4079–4101, doi:10.5194/amt-9-4079-2016.

Brattich, E., A. Riccio, L. Tositti, P. Cristofanelli, P. Bonasoni, 2015. An outstanding Saharan dust event at Mt. Cimone (2165 m a.s.l., Italy) in March 2004, *Atmospheric Environment*, 113, 223–235, ISSN 1352–2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.05.017>.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Dionisi D., Keckhut P., Hoareau C., Montoux N., and Congeduti F., 2013.: Cirrus crystal fall velocity estimates using the Match method with ground-based lidars: first investigation through a case study, *Atmos. Meas. Tech.*, 6, 457–470, doi:10.5194/amt-6-457-2013.

Dionisi D., Keckhut, P., Liberti, G.L., Cardillo, F., and Congeduti, F., 2013: Mid-latitude cirrus classification at Rome Tor Vergata through a multi-channel Raman-Mie-Rayleigh lidar, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 11853–11868, doi:10.5194/acp-13-11853-2013.

Whiteman, D. N., Cadirola, M., Venable, D., Calhoun, M., Miloshevich, L., Vermeesch, K., Twigg, L., Dirisu, A., Hurst, D., Hall, E., Jordan, A., and Vömel, H.: Correction technique for Raman water vapor lidar signal-dependent bias and suitability for water vapor trend monitoring in the upper troposphere, *Atmos. Meas. Tech.*, 5, 2893–2916, <https://doi.org/10.5194/amt-5-2893-2012>, 2012.

Campanelli, M., V.Estelles, T.Smyth, C.Tomasi, M.P.Martínez-Lozano, B.Claxton, P.Muller, G.Pappalardo, Pietruczuk A., Shanklin J., Colwell S., Wrench C., Lupi A., Mazzola M., Lanconelli C., Vitale V., Congeduti F., Dionisi D., Cardillo F., Cacciani M., Casasanta G. P., Nakajima T., 2012: Monitoring of Eyjafjallajökull volcanic aerosol by the new European SkyRad users (ESR) sun-sky radiometer network, *Atmospheric Env.*, 48, 33–45. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.09.070.

Dionisi D., Congeduti F., Liberti G.L., Cardillo F., 2010: Calibration of a Multichannel Water Vapor Raman Lidar through Noncollocated Operational Soundings: Optimization and Characterization of Accuracy and Variability, *J. Atmos. Ocean. Tech.*, 27, 108–121.

D'Aulerio P., F.Fierli, F.Congeduti and G.Redaeli, 2005. Analysis of the water vapor Lidar measurements during the MAP campaign: evidence of sub-structures of stratospheric intrusions, *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1301–1310.

Congeduti, F., F.Marenco, P.Baldetti, and E.Vincenti, 1999. The multiple mirror lidar "9-eyes", *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.*, 1, 185–191.

Cairo, F., S.Centurioni, F.Congeduti, G.Di Donfrancesco, M.Poli, 1996; A survey of signal-induced-noise in photomultiplier detection of wide dynamics luminous signals, *Rev. Sci. Instrum.*, 67, 3274–3280.

7.11.2 OpenData

NDACC session integrated water vapour mixing ratio profiles: <https://www-air.larc.nasa.gov/missions/ndacc/data.html?station=rome/ames/lidar/>

ACTRIS Aerosol Remote Sensing Data Center Unit (ARES): ACTRIS Aerosol Remote Sensing Data during the COVID-19 pandemic, <https://doi.org/10.21336/gen.w3w1-j222>, 2020.

ACTRIS Aerosol Remote Sensing Data Center Unit (ARES): Data of the ACTRIS Aerosol Remote Sensing COVID-19 campaign held in May 2020, <https://doi.org/10.21336/gen.xmbc-tj86>, 2020.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12 Mobile autonomous systems

7.12.1 Autonomous Surface Vehicles (ASV)

7.12.1.1 OpenSWAP



Figure 23– OpenSWAP

OpenSWAP is a fully autonomous, remotely controlled surface vehicle built for custom applications, geophysical surveys, video inspections and more. It is light, economical, fully customizable and compatible with the most common GPS and sensors.

OpenSWAP features open-source platforms (Arduino, Raspberry Pi) with dual GPS autonomous navigation system and integrated inertial sensors.

It is a small plastic catamaran (PELLD) with 4 brushless motors, modular and simple to put into the water. The versatility of the aluminum frame allows it to be easily interfaced with any instrument (such as side scan sonars, multiparametric probes, sub-bottom profilers, multi-beam echo sounders), with commercial and non-commercial sensors, thus giving the possibility of expanding the edge (supports a load of more than 40 kg).

OpenSWAP is the precursor of a series of initiatives underway in ISMAR for the creation of prototype autonomous vehicles capable of supporting instrumentation and sensors capable of acquiring measurements in areas that are difficult to access with other means and at much lower costs than a vehicle traditional.

Publications

Stanghellini, G.; Del Bianco, F.; Gasperini, L. OpenSWAP, an Open Architecture, Low Cost Class of Autonomous Surface Vehicles for Geophysical

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.1.2 SWAMP



Figure 24– SWAMP – Shallow Water Autonomous Multipurpose Platform; up left panel) equipped with ROX and SUNA V2; down left panel) equipped with MBES R2– Sonic; right panel) in action in Svalbard Islands

Shallow Water Autonomous Multipurpose Platform (SWAMP) is an Autonomous Surface Vehicle that has been developed by CNR to access and monitor extremely shallow water by means of portable, modular, reconfigurable and highly maneuverable robotic vehicles. Within InnovaMare project (2020–2023), SWAMP was equipped with a multifrequency multibeam echosounder (MBES) R2–Sonic (ISMAR), an automated field spectroscopy device (RoX) (ISMAR), a SUNA V2 nitrate sensor (OGS), a high resolution and high sensitivity AI underwater camera, Guard1 (ISMAR).

SWAMP is a portable, modular Unmanned Surface Vehicle (USV), designed and built by CNR–INM research group. It is a catamaran, equipped with four azimuth Pump–Jet thrusters, all contained within the hulls, and designed specifically for SWAMP. The hulls are made of a soft–foam lightweight material, each hull hosts a propelling and control unit (MINION).

The design of SWAMP ensures high modularity and floatability, rendering the vehicle adaptable to the mission and user requirements. The physical modularity is reproduced also in the software architecture. Moreover, the hulls are fully independent, each of them includes its control, guidance, power, propulsion, navigation and communication systems. SWAMP has an onboard Wi–Fi

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

communication network, that enables communication among every single element, other than between the two hulls. This design renders SWAMP a completely modular vehicle that can be dismantled and transported, and then remounted in various possible configurations.

SWAMP allows for extremely shallow water navigation, disclosing unprecedented data in a hostile navigation environment.

7.12.2 Gliders



Figure 25– Glider “Teresa”

The “Teresa” glider is an autonomous underwater vehicle without propulsion, capable of monitoring the water column down to 1000 m depth along vertical sections using descent and ascent measurement cycles called yo–yo. Its vertical and horizontal movements occur exclusively thanks to variations in density (floating and sinking) and displacements of the center of mass (inclination).

The glider is equipped with a CTD probe, a dissolved oxygen sensor and a microstructure sensor, granting measurements of seawater temperature and salinity,

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

dissolved oxygen and turbulence. The glider moves without propellers, its propulsion is the sole buoyancy which is made alternately negative (descent) and positive (ascent) during the yos. To do this, the glider inflates an external chamber to an appropriate extent which varies its volume for the same mass. A horizontal component is added to the movement, which would only be vertical, thanks to the inclination that the glider can assume by varying the position of its center of mass. The glider therefore moves with a vertical zig-zag as if it were a glider gliding along the water column. The absence of propulsion, and therefore of vibrations, allows high-precision measurement of turbulence, thanks to shear sensors and high-frequency thermistors.

During the mission, part of the acquired data can be transmitted via satellite during surfacing, necessary for the positioning and navigation control of the vehicle.

“Teresa”, like most Gliders, is modular and allows rapid reconfiguration of the sensors, adapting to different research needs or emergency conditions.

The GLIDER was acquired by the CNR in 2014 through CNR-DCSPI funds as part of the EUROFLEETS Project (FP7-2009 / 2013, Coordination: IFREMER).

The SLOCUM DEEP GLIDER G2 GLIDER “Teresa” is characterized by the following technical specifications:

- Maximum Depth: 1000 m
- Global Positioning System: GPS
- Satellite: Iridium and Argos
- Batteries: Alkaline and Lithium
- Digital Tail Fin: digi-fin
- Year of purchase: 2014

The sensors currently installed are:

- CTD: Seabird Electronic SGP (Slocum Glider Payload)
- Dissolved Oxygen Sensor: Optode mod.430 from Andraea
- Microstructure Sensor: Microrider (MR) from Rockland Scientific, equipped with the following technical specifications:
 - Velocity shear – turbulence probes: SPM-38-1
 - Fast response thermistors: FP07-38-1
 - High resolution pressure sensor
 - High resolution acceleration sensor

7.12.2.1 Publications

T ester, P., DeYoung, B., Rudnick, DL, Glenn, S., Hayes, D., Lee, C., Pattiaratchi, CB, Hill, KL, Heslop, E., Turpin, V., Alenius, . P., Barrera, C., Barth, J., Beaird, N., Becu, G., Bosse, A., Bourrin, F., Brearley, A., Chao, Y., Chen, S., Chiggiato, J., Coppola, L., Crout, R., Cummings, J., Curry, B., Curry, R., Davis, R., Desai, K., DiMarco, S., Edwards, C., Fielding, S., Fer, I., Frajka-Williams, E., Gildor, H., Goni, G., Gutierrez, D., Hanson, S., Haugan, P., Hebert, D., Heiderich, J., .

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Heywood, KJ, Hogan, P., Houpert, L., Huh, S., Inall, ME, Ishii, M., Ito, S., Itoh, S., Jan, S., Kaiser, J., Karstensen, . J., Kirkpatrick, B., Klymak, J., Kohut, J., Krahmann, G., Krug, M., McClatchie, S., Marin, F., Mauri, E., Mehra, A., Meredith, 2005 . MP, Miles, T, Morell, J, Mortier, L, Nicholson, S, O’Callaghan, J, O’Conchubhair, D, Oke, PR, Sanz, EP, Palmer, M, Park, J., Perivoliotis, L., Poulain, P.–M., Perry, R., Queste, B., Rainville, L., Rehm, E., Roughan, M., Rome, N., Ross, T., ., Ruiz, S., Saba, G., Schaeffer, A., Schonau, M., Schroeder, K., Shimizu, Y., Sloyan, BM, Smeed, D., Snowden, DP, Song, Y., . Swart, S., Tenreiro, M., Thompson, AF, Tintore, J., Todd, RE, Bull, C., Venables, H., Waterman, S., Watlington, R., Wilson, D. OceanGliders: GOOS (2019) *Frontiers in Marine Science*, 6 (JUL), art. when. 422, DOI: 10.3389/fmar.2019.00422 ISSN: 22967745

7.12.2.2 Open Data

Glider mission data can be downloaded from the SOCIB data center:

http://thredds.socib.es/thredds/catalog/auv/glider/teresa-cnr_teresa/catalog.html

Three types of data are available, all in NetCDF format:

- L0, raw data;
- L1 data with quality control along mission profiles;
- L2 data quality checked and remapped to a regular grid.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.3 BioGeoChemical–Argo Profiling Floats

Biogeochemical (BGC) – Argo floats are profiling robots that autonomously measure physical, chemical, biological and optical properties of the oceans to answer key scientific questions on ocean health, climate and biodiversity (<https://biogeochemical-argo.org/>). These buoys drift passively following the currents at 1000–m depth and are programmed to profile between 2000 m and the surface at least once every 10 days. All floats have a GPS to know their position and an Iridium antenna to transfer the data acquired to the ground via satellite. Once the data has been received, the data goes through quality control for open access networking within 24 hours from sampling. The BGC–Argo floats are equipped with miniaturized sensors that acquire measurements of temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, nitrates, phytoplankton chlorophyll, suspended particulate matter (via optical backscattering), colored dissolved organic matter and 4–band descending solar irradiance in the spectrum of visible and ultraviolet radiation. Recent technological developments allow BGC–Argo floats to be equipped with hyperspectral radiometers (> 100 bands) to measure descending irradiance and ascending radiance, transmissometers, and underwater video systems that allow studying zooplankton diversity.

The profiling float currently used in ISMAR (international identifier: WMO 2903797) acquires profiles of temperature, salinity, dissolved oxygen, phytoplankton chlorophyll, suspended particulate matter (via optical backscattering), colored dissolved organic matter, 4–band descending solar irradiance (380, 443, 490 and 555 nm), zooplankton community composition.

The profiling float used by ISMAR is produced by NKE Instrumentation – model PROVOR CTS–5 Jumbo version (developed in collaboration with H. Claustre CNRS France – ERC REFINE project). A brief description of the platform and sampling mode is shown in Figure 25.

The Jumbo version has 66% additional battery with nominal duration of activity between 5 and 7 years. The state of the battery can be monitored to plan recovery, maintenance and renewal actions, and new launches at sea.

The ISMAR activities are part of an international program that aims to have 1000 BGC–Argo floats operating in all the oceans and are part of the European contribution via the EURO–ARGO ERIC research infrastructure (<https://www.euro-argo.eu>). The BGC–Argo network is part of the OneArgo programme and action of the G7 Future of the Seas and Oceans Initiative (<https://www.g7fsoi.org/>).

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

BioGEOCHEMICAL-ARGO

Autonomous Profiling Float

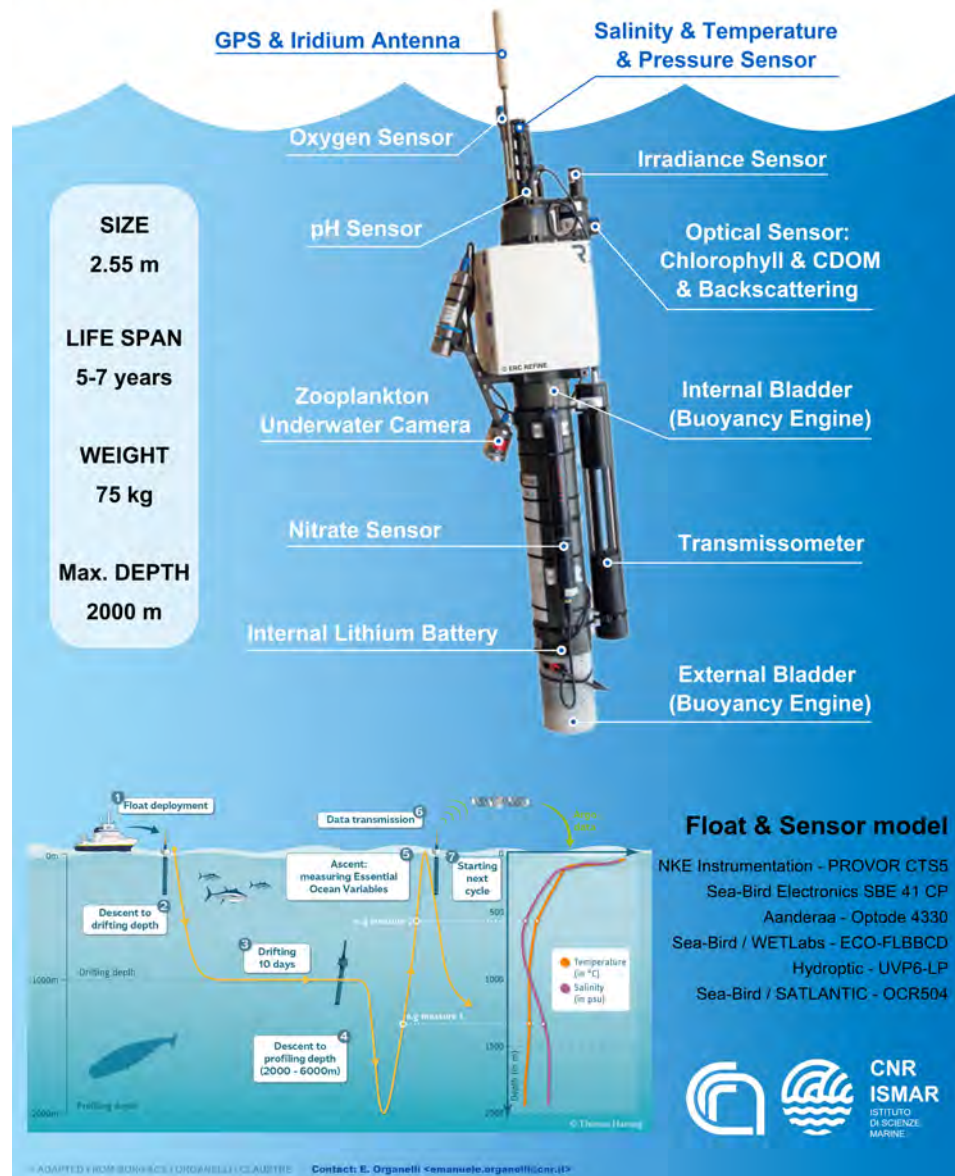


Figure 26- BioGeoChemical (BGC) – Argo autonomous profiling platform.

7.12.3.1 Publications

Organelli E., Leymarie E., Zielinski O., Uitz J., D’Ortenzio F., Claustre H. (2021). Hyperspectral radiometry on Biogeochemical-Argo floats: a bright perspective for phytoplankton diversity. *Oceanography* 34 suppl.: 90–91, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.supplement.02-33>

Terzić E., Miró A., Organelli E., Kowalczyk P., D’Ortenzio F., Lazzari P. (2021). Radiative Transfer modeling with Biogeochemical-Argo float data in the

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Mediterranean Sea. *Journal of Geophysical Research Oceans* 126, e2021JC017690, <https://doi.org/10.1029/2021JC017690>.

Jutard Q., Organelli E., Briggs N., Xing X., Schmechtig C., Boss E., Poteau A., Leymarie E., Cornec M., D'Ortenzio F., Claustre H. (2021). Correction of Biogeochemical–Argo Radiometry for Sensor Temperature–Dependence and Drift: Protocols for a Delayed–Mode Quality Control. *Sensors* 21(18): 6217, <https://doi.org/10.3390/s21186217>.

Lazzari P., Salon S., Terzić E., Gregg W., D'Ortenzio F., Vellucci V., Organelli E., Antoine D. (2021). Assessment of the spectral downward irradiance at the surface of the Mediterranean Sea using the radiative Ocean–Atmosphere Spectral Irradiance Model (OASIM). *Ocean Science* 17: 675–697, <https://doi.org/10.5194/os-17-675-2021>.

Organelli E., Claustre H. (2019). Small phytoplankton shapes colored dissolved organic matter dynamics in the North Atlantic subtropical gyre. *Geophysical Research Letters* 46: 12183–12191, <https://doi.org/10.1029/2019GL084699>.

Bittig H.C., Maurer T.L., Plant J.N., Wong A.P.S., Schmechtig C., Claustre H., Trull T.W., Bhaskar T.V.S.U., Boss E., Dall'Olmo G., Organelli E., Poteau A., Johnson K.S., Hanstein C., Leymarie E., Le Reste S., Riser S.C., Rupan A.R., Taillandier V., Thierry V., Xing X. (2019). A BGC–Argo guide: Planning, deployment, data handling and usage. *Frontiers in Marine Science* 6: 502, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00502>.

Bellacicco M., Cornec M., Organelli E., Brewin R.J.W., Neukermans G., Volpe G., Barbieux M., Poteau A., Schmechtig C., D'Ortenzio F., Marullo S., Claustre H., Pitarch J (2019). Global variability of optical backscattering by non–algal particles from a Biogeochemical–Argo dataset. *Geophysical Research Letters* 46: 9767–9776, <https://doi.org/10.1029/2019GL084078>.

Terzić E., Lazzari P., Organelli E., Solidoro C., Salon S., D'Ortenzio F., Conan P. (2019). Merging bio–optical data from Biogeochemical–Argo floats and models in marine biogeochemistry. *Biogeosciences* 16: 2527–2542, <https://doi.org/10.5194/bg-16-2527-2019>.

Barbieux M., Uitz J., Bricaud A., Organelli E., Poteau A., Schmechtig C., Gentili B., Obolensky G., Leymarie E., Penkerch C., D'Ortenzio F., Claustre H. (2018). Assessing the variability in the relationship between the particulate backscattering coefficient and the chlorophyll a concentration from a global Biogeochemical–Argo database. *Journal of Geophysical Research Oceans* 123: 1229–1250, <https://doi.org/10.1002/2017JC013030>.

Organelli E., Barbieux M., Claustre H., Schmechtig C., Poteau A., Bricaud A., Boss E., Briggs N., Dall'Olmo G., D'Ortenzio F., Leymarie E., Mangin A., Obolensky G., Penkerch C., Prieur L., Roesler C., Serra R., Uitz J., Xing X. (2017). Two databases derived from BGC–Argo float measurements for marine biogeochemical

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

and bio-optical applications. *Earth System Science Data* 9: 861–880, <https://doi.org/10.5194/essd-9-861-2017>.

Organelli E., Claustre H., Bricaud A., Barbieux M., Uitz J., D’Ortenzio F., Dall’Olmo G. (2017). Bio-optical anomalies in the World’s oceans: An investigation on the diffuse attenuation coefficients for downward irradiance derived from Biogeochemical Argo float measurements. *Journal of Geophysical Research Oceans* 122: 3543–3564, <https://doi.org/10.1002/2016JC012629>. Selected as research spotlight by EOS – the Earth and Space Observation US magazine (<https://doi.org/10.1029/2017E0073123>).

Roesler C., Uitz J., Claustre H., Boss E., Xing X., Organelli E., Briggs N., Bricaud A., Schmechtig C., Poteau A., D’Ortenzio F., Ras J., Drapeau S., Haëntjens N., Barbieux M. (2017). Recommendations for obtaining unbiased chlorophyll estimates from in situ chlorophyll fluorometers: A global analysis of WET Labs ECO sensors. *Limnology and Oceanography Methods* 15: 572–585, <https://doi.org/10.1002/lom3.10185>. Top downloaded article 2017–2018.

Xing X., Claustre H., Boss E., Roesler C., Organelli E., Poteau A., Barbieux M., D’Ortenzio F. (2017). Correction of profiles of in-situ chlorophyll fluorometry for the contribution of fluorescence originating from non-algal matter. *Limnology and Oceanography Methods* 15: 80–93, <https://doi.org/10.1002/lom3.10144>.

Organelli E., Claustre H., Bricaud A., Schmechtig C., Poteau A., Xing X., Prieur L., D’Ortenzio F., Dall’Olmo G., Vellucci V. (2016). A novel near-real-time quality-control procedure for radiometric profiles measured by Bio-Argo floats: Protocols and performances. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 33: 937–951, <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-15-0193.1>.

7.12.3.2 OpenData

The data acquired by the BioGeoChemical – Argo profiling floats can be freely accessed through the following portals:

<https://fleetmonitoring.euro-argo.eu/>

<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo/dac/coriolis>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.4 Drift buoys – Drifters



Figure 27 – Several examples of Lagrangian drifters (CARTHE, CODE, SVP)

Drifting buoys (called “drifters”) are oceanographic instruments designed to follow ocean currents, giving information on their GPS position at regular fixed time intervals, via satellite communication (e.g., Iridium system) or GSM. Drifter can measure parameters that characterize the water masses such as temperature, salinity and other physical quantities, but also biogeochemical variables derived from measurements of phytoplankton chlorophyll or suspended particulate concentration. They are also called “Lagrangian” instruments (linked to the mathematician Lagrange), because they characterize and observe the surrounding environment by following the particles of the moving fluid. There are various types of drifting buoys (for example, CARTHE, CODE, SVP), which differ in their design and the depth at which they follow ocean currents. Depending on their structure and the ballast used, they can follow the flow at 15 m, 1 m or even a few centimeters from the surface, depending on the applications of interest.

CNR – ISMAR has very extensive experience in the field of Lagrangian instrumentation and data analysis. The versatility of this type of instrumentation has allowed us to take part in numerous experiments at a regional and wide-ranging international level (<http://carthe.org>, <http://tosca.ismar.cnr.it/index.html>, <http://impact-maritime.eu>, <http://calypsodri.whoi.edu>, <https://www.jerico-ri.eu>, <https://www.swot-adac.org/campaigns/bioswot-med/>) in which clusters of drifters have been used to study dispersion processes for environmental, biological, pollution or safety applications, and for the validation of remote observation instruments (such as currents from HF radar or satellite altimetry and ocean colour).

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7.12.4.1 Pubblicazioni

G. Esposito, S. Donnet, M. Berta, A. Y. Shcherbina, M. Freilich, L. Centurioni, E. A D'Asaro, J T Farrar, TMS Johnston, A. Mahadevan, T. Özgökmen, A. Pascual, P.-M. Poulain, S. Ruiz, D R Tarry, A. Griffa (2023). Inertial Oscillations and Frontal Processes in an Alboran Sea Jet: Effects on Divergence and Vertical Transport. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 128, 3, e2022JC019004

H. S Huntley, M. Berta, G. Esposito, A. Griffa, B. Murre, L. Centurioni (2022). Conditions for Reliable Divergence Estimates from Drifter Triplets. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 39,10,1499–1523

D R Tarry, S. Ruiz, TMS Johnston, P.-M. Poulain, T. Özgökmen, L R Centurioni, M. Berta, G. Esposito, J T Farrar, A. Mahadevan, A. Pascual (2022). Drifter observations reveal intense vertical velocity in a surface ocean front. *Geophysical research letters*, 49, 18, e2022GL098969.

G Suaria, M Berta, A Griffa, A Molcard, TM Özgökmen, E Zambianchi, S Aliani (2022). Dynamics of transport, accumulation, and export of plastics at oceanic fronts. In " Chemical oceanography of frontal zones", 1–51.

C-A Guérin, D Dumas, A Molcard, C Quentin, B Zakardjian, A Gramoullé, M. Berta (2021). High-Frequency Radar Measurements with CODAR in the Region of Nice: Improved Calibration and Performance. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 38,11, 2003–2016

G. Esposito, M. Berta, L Centurioni, TMS Johnston, J Lodise, T Özgökmen, P-M Poulain, A. Griffa (2021). Submesoscale vorticity and divergence in the Alboran Sea: Scale and depth dependence. *Frontiers in Marine Science*, 8, 678304

M. Berta, L. Corgnati, M G. Magaldi, A. Griffa, C. Mantovani, A. Rubio, E Reyes and J Mader (2020). Small scale ocean weather during an extreme wind event in the Ligurian Sea. *Ocean state report 4. Journal of Operational Ocenaography* 13(1), 4.8, s149.

A Rubio, I Hernández-Carrasco, A Orfila, M González, E Reyes, L Corgnati, M. Berta, A Griffa and J Mader (2020). A Lagrangian approach to monitor local particle retention conditions in coastal areas. *Ocean state report 4. Journal of Operational Ocenaography*, 13(1), 2.8, s54.

A. Solodoch, J. M. Molemaker, K. Srinivasan, M. Berta, L. Marie, A. Jagannathan (2020). Observations of Shoaling Density Current Regime Changes in Internal Wave Interactions. *J. Phys. Oceanogr.*, vol.50, pp.1733–1751, Doi: 10.1175/JPO-D-19-0176.1.

D. Sun, A. Bracco, R. Barkan, M. Berta, D. Dauhajre. M. J. Molemaker, J. Choi, G. Liu, A. Griffa, J.C. McWilliams (2020). Diurnal Cycling of Submesoscale Dynamics: Lagrangian Implications in Drifter Observations and Model Simulations of the

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Northern Gulf of Mexico. *J. Phys. Oceanogr.*, vol.50, pp.1605–1623. Doi: 10.1175/JPO-D-19-0241.1.

J. Lodise, T. Ozgokmen, A. Griffa, M. Berta (2019). Vertical structure of ocean surface currents under high winds from massive arrays of drifters. *Ocean Science*, vol.15, pp.1627–1651, Doi: 10.5194/os-15-1627-2019.

Sciascia R, Berta M, DF Carlson, Griffa A, Panfili M, La Mesa M, Corgnati L, Mantovani C, Domenella E, Fredj E, Magaldi MG, D’Adamo R, Paziienza, E. Zambianchi, P.–M. Poulain (2018). Linking sardine recruitment in coastal areas to ocean currents using surface drifters and HF radar. A case study in the Gulf of Manfredonia, Adriatic Sea. *Ocean Science*, vol.14, pp.1461–1482. Doi: 10.5194/os-14-1461-2018.

DF Carlson, T Ozgokmen, G Novelli, C Guigand, H Chang, B Fox–Kemper, J Mensa, S Mehta, E Fredj, H Huntley, AD Kirwan, M Berta, M . Rebozo, M. Curcic, E. Ryan, B. Lund, B. Haus, C. Hunt, S. Chen, L. Bracken, J. Horstmann (2018). Surface Ocean Dispersion Observations from the Ship–Tethered Aerostat Remote Sensing System. *Frontiers in Marine Science– Ocean Observation*, vol. 5, pp. Doi: 10.3389/fmars.2018.00479

, M. Berta, L. Bellomo, A. Griffa, M. Magaldi, A. Molcard, C. Mantovani, M. Gasparini, J. Marmain, A. Vetrano, L. Béguery, M. Borghini, Y. Barbin, J. Gaggelli, C. Quentin (2018). Wind–induced variability in the Northern Current (northwestern Mediterranean Sea) as depicted by a multi–platform observing system. *Ocean Science*, vol. 689–7 Doi: 10.5194/OS-14-689-2018

Corgnati LP, Mantovani C, Griffa A, Berta M, Penna P, Celentano P, Bellomo L, Carlson DF, D’Adamo R (2018). Implementation and Validation of the ISMAR High–Frequency Coastal Radar Network in the Gulf of Manfredonia (Mediterranean Sea). *IEEE Journal of Oceanic Engineering*. Doi: 10.1109/JOE.2018.2822518

M. Berta, A. Griffa, TM Ozgokmen, AC Poje (2016). Submesoscale tracer patch evolution from surface drifter triad observations in the Gulf of Mexico. *Geophysical Research Letters* vol. 11751–1 Doi: 10.1002/2016GL070357

Mariano AJ, Ryan EH, Huntley HS, Laurindo LC, Coelho E, Griffa A, Ozgokmen TM, Berta M, Bogucki D, Chen S, Curcic M, Gough M, Haus BK, Haza AC, P. Hogan, M. Iskandarani, G. Jacobs, AD Kirwan, Jr., N. Laxague, B. Lipphardt, Jr., MG Magaldi, G. Novelli, A. Reniers, JM Restrepo, C. Smith, A. Valle–Levinson, and M. Wei (2016). Statistical properties of the surface velocity field in the northern Gulf of Mexico sampled by GLAD drifters. *Journal of Geophysical Research–Oceans* vol.121 pp. 51935216. doi: 10.1002/2015JC011569

M. Berta, A. Griffa, M.G. Magaldi, T.M. Ozgokmen, A.C. Poje, A.C. Haza, M. J. Olascoaga (2015). Improved surface velocity and trajectory estimates in the Gulf of Mexico from blended satellite altimetry and drifter data. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* vol.32, 18801901. Doi: 10.1175/JTECH-D-14-00226.1.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

M. Berta, L. Bellomo, M.G. Magaldi, A. Griffa, A. Molcard, J. Marmain, M. Borghini, V. Taillandier (2014). Estimating Lagrangian transport blending drifters with HF radar data and models: results from the TOSCA experiment in the Ligurian Current (North Western Mediterranean Sea). Progress in Oceanography vol.128, pp.15–29. Doi: 10.1016/j.pocean.2014.08.004

M. Berta, L. Ursella, F. Nencioli, A.M. Doglioli, A.A. Petrenko, S. Cosoli (2014). Surface transport in the Northeastern Adriatic Sea from FSLE analysis of HF radar measurements. Continental Shelf Research vol.77, pp.14–23. Doi: 10.1016/j.csr.2014.01.016

7.12.4.2 Open Data

<https://www.seanoe.org/data/00740/85161/>

<https://www.seanoe.org/data/00612/72369/>

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21432558.v1>

<https://fleetmonitoring.euro-argo.eu/float/6903816>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R1.x134.115:0004>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R1.x134.115:0003>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R4.x265.237:0004>

<https://data.gulfresearchinitiative.org/data/R4.x265.237:0006>

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

8 Conclusions

Italy, due to the extension of its coasts, its geographical position and cultural tradition, has the possibility of playing a central leadership role in the Mediterranean Sea on the topic of observation and multidisciplinary oceanographic modeling activity, in capable of integrating aspects and knowledge relating to physical oceanography, with the implications and study of the interaction processes with the seabed and the atmosphere, with those relating to biogeochemistry, up to the monitoring and forecasting of the sustainable exploitation of resources.

To this end, technical–scientific coordination is essential, supported by adequate planning of economic investments in existing structures, which guarantees continuity, operation and access to data for the purposes of knowledge, prediction and support for political and management decision makers.

To do this it therefore appears necessary that the research infrastructures linked to marine observatories are progressively interconnected and structured.

Existing sites and networks must be consolidated, maintained and updated with advanced and innovative sensors, and it is desirable that they be integrated with new measurement points in critical areas.

Finally, access to data must be rationalized and structured, where not already present, to guarantee international distribution in an open manner.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872