



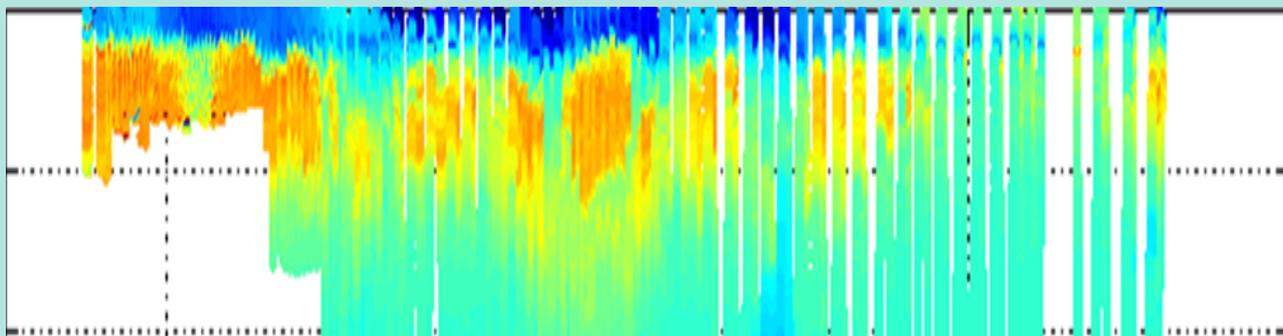
**Ritmare**

La ricerca italiana per il mare

## Sottoprogetto 5 - SISTEMI OSSERVATIVI

### Stato d'integrazione del progetto al ventiquattresimo mese

Alessandro Crise, Caterina Fanara, Roberta Delfanti, Elena Mauri, Mariangela Ravaioli,  
Rosalia Santoleri, Marina Tonani, Adriana Zingone e con il contributo di Paola Carrara







**Sottoprogetto 5**  
**Sistemi Osservativi**  
**Stato d'integrazione del progetto al ventiquattresimo mese**

**Deliverable RITMARE SP5\_WP1\_AZ1\_UO02\_D01**

**Autori:**

Alessandro Crise, OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C - 34010 Sgonico, Trieste  
Caterina Fanara, OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C - 34010 Sgonico, Trieste  
Roberta Delfanti, ENEA Pozzuolo di Lerici - 19036 San Terenzo, La Spezia  
Elena Mauri, OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C - 34010 Sgonico, Trieste  
Mariangela Ravaioli, CNR-ISMAR Via Gobetti 101 - 40129 Bologna  
Rosalia Santoleri, CNR-ISAC Via Fosso del Cavaliere 100 - 00133 Roma  
Marina Tonani, INGV, Viale Aldo Moro 44 - 40127 Bologna  
Adriana Zingone, SZN, Villa Comunale - 80121 Napoli  
e con il contributo di Paola Carrara, CNR-IREA, Via Bassini, 15 - 20133 Milano





## INTRODUZIONE

Una panoramica sui sistemi di osservazione (in situ e da remoto) oggi esistenti in Italia mette in evidenza come questi siano in gran parte indipendenti, ed i singoli elementi spesso parte di reti osservative a livello europeo sviluppate per soddisfare le esigenze di particolari discipline e/o di specifici utenti finali.

La scarsità delle risorse disponibili a livello nazionale e la continua necessità di avere informazioni dettagliate sull'ambiente marino, spesso a seguito di richieste a livello comunitario, o per studi di impatti ambientali e di gestione sostenibile delle risorse, mettono ancor di più in evidenza la necessità di operare una riduzione della frammentazione dei sistemi di osservazione italiani, integrando e migliorando la strumentazione messa in mare, e garantendo nel contempo la qualità dei dati.

Se ciò implica necessariamente da un lato un aggiornamento tecnologico della strumentazione esistente con il meglio delle tecnologie esistenti sul mercato in questo campo, dall'altro richiede una ricerca *problem-driven*, cioè motivata dai quesiti scientifici che sorgono nell'affrontare le complesse problematiche ambientali.

La complessità dei processi naturali e degli impatti antropici che si verificano nell'ambiente marino ed i problemi di gestione che ne derivano, nonché l'elevata competizione a livello europeo sui progetti comunitari, oggi richiedono infatti una visione più completa e integrata dei sistemi osservativi nazionali e una più efficiente gestione degli stessi.

In questa direzione si muove appunto l'iniziativa del Sottoprogetto5 - Sistema Osservativo dell'Ambiente Marino Mediterraneo (di seguito SP5) che si basa sulla valorizzazione e sul consolidamento delle piattaforme osservative marine italiane già esistenti e sul loro sviluppo mirato. Parimenti SP5 intende promuovere la ricerca finalizzata e lo sviluppo tecnologico in settori trainanti (*remote sensing*, sistemi autonomi, etc.), insieme allo sviluppo di sistemi modellistici ai fini previsionali in area costiera, oltre a stabilire connessioni tecnologiche con i PON\_FESR, gli IPA ed Interreg.

Fra i principali obiettivi di SP5 vi è quello di costruire un prototipo funzionante di "rete osservativa integrata" dei mari italiani, che complementi i sistemi osservativi real-time (piattaforme in situ, sistemi di osservazione da remoto, veicoli autonomi e modelli costieri) e che sia spendibile come contributo italiano nelle future reti osservative europee e mondiali. Tale sistema intende in futuro coordinarsi con il sistema osservativo di ISPRA, costituito dalla Rete Ondametrica Nazionale (RON) e Rete mareografica Nazionale (RMN) e con la strategia delle Regioni in Area costiera anche transnazionale.

Nel processo di armonizzazione delle diverse componenti che già esistono si terrà infatti conto delle linee guida delle principali iniziative nazionali ed internazionali in questo campo, con l'obiettivo di valorizzare il contributo italiano come sistema integrato a livello italiano, europeo ed internazionale.

SP5 ha infatti l'obiettivo di rafforzare e accreditare il sistema osservativo italiano in Europa, integrando le varie componenti nazionali scientifiche, industriali e gli stakeholder, con il proposito di creare una infrastruttura permanente di avanguardia, in grado di offrire al tempo stesso all'industria e piccola-media impresa italiane l'opportunità di creare nuovi prodotti ed espandersi in nuovi mercati.

Se la componente di 'sviluppo tecnologico' del Sottoprogetto promuove da una parte il miglioramento dell'infrastruttura operativa, dall'altra rappresenta una opportunità interessante per le PMI ad alta tecnologica in campo marino di intervenire in un sistema in grado di garantire una continuità e un primo bacino di utenza 'esperto' per i nuovi prodotti. Le connessioni con le reti regionali ad Alta Tecnologia permetteranno altresì lo sviluppo dei prodotti di diretto interesse per la strategia H202 e PON-FESR.

Il presente rapporto si articola innanzitutto in una ricognizione dei sistemi osservativi marini esistenti (alcuni dei quali non inclusi in RITMARE) e delle loro componenti.

Si analizzeranno poi più in dettaglio gli avanzamenti conseguiti nel corso dei primi 24 mesi e le attività di integrazione condotte che hanno permesso l'instaurarsi di collegamenti e collaborazioni con altri Sottoprogetti e infine si metteranno in evidenza i punti di forza e di debolezza del sistema integrato RITMARE in divenire.

## STATO DELL'ARTE

### Considerazioni generali

Da una valutazione iniziale della situazione dei sistemi osservativi marini esistenti in Italia, prima dell'avvio di RITMARE, emergevano chiaramente alcuni aspetti sfavorevoli:

1. le diverse componenti osservative erano state sviluppate per soddisfare specifiche esigenze progettuali e/o locali;
2. era evidente una relativa limitatezza nella sensoristica e un diverso grado di maturità (sensoristica matura nel caso delle variabili fisiche, poco matura per quelle chimiche, immatura per quelle biologiche, se pur con fasi sperimentali interessanti);
3. emergeva un evidente sotto campionamento delle aree e dunque la mancanza di una copertura uniforme, necessaria per comprendere la scala e l'intensità dei cambiamenti ambientali;
4. si notava l'assenza di un coordinamento funzionale a livello nazionale che permettesse di massimizzare l'uso dei dati a livello scientifico e a beneficio della collettività.
5. non c'erano iniziative miranti ad integrare osservazioni biologiche condotte in diversi siti (per esempio quelli della rete nazionale LTER), rilevanti per la definizione del *Good Ecological Status* e per la comprensione di processi ecosistemici, in piattaforme osservative interdisciplinari attive a scala locale ma con connessioni a più larga scala spaziale e temporale.

Essenzialmente dunque, prima di RITMARE, sia a livello di piattaforme che all'interno delle stesse reti osservative, l'integrazione era scarsa e la disomogeneità più evidente per i "siti fissi" (boe e ancoraggi profondi) che si erano sviluppati in maniera differente, privilegiando l'area adriatica. Si notava inoltre come alcuni dei sistemi afferenti a specifici progetti europei (ad es. gli osservatori costieri in JERICO, gli osservatori marini profondi in FixO3, i sistemi autonomi in GROOM) si fossero dovuti necessariamente adeguare a standard comuni condivisi a livello internazionale.

Nel caso dei sistemi satellitari invece la frammentazione non era evidente, ciò grazie al fatto che il loro sviluppo si era andato consolidando nel tempo, traendo vantaggio dall'integrazione con sistemi europei di oceanografia operativa (Progetti MyOcean, Copernicus Marine Services). Nel caso dei sistemi autonomi, il problema non si poneva dato il loro sviluppo recente ed ancora limitato a poche realtà italiane.

La disomogeneità osservata invece nel caso dei sistemi modellistici resta necessariamente legata al fatto che i modelli numerici sono sviluppati sulla base di esigenze specifiche, da cui la necessità di uno sviluppo finalizzato di codici modellistici ad hoc e non dell'integrazione di sistemi diversi.

Di seguito viene presentata un'analisi dello stato dell'arte di SP5, articolato nei diversi WP, ed analizzate le diverse componenti, da integrare nel sistema osservativo RITMARE, prima dell'avvio del Progetto.

### **WP1 - Design di osservatori integrati multi-piattaforme ed interdisciplinari formati da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, navi di opportunità**

Questo Work Package (di seguito WP) ha carattere trasversale, come testimoniato dalla partecipazione alle sue attività di tutti i restanti WP. Esso è essenzialmente finalizzato alla definizione di concetti e di un percorso attuativo condiviso per la costituzione di un sistema osservativo ed informativo RITMARE, che prenda avvio dalle diverse componenti (reti osservative) sviluppandole ed al contempo integrandole in un unico sistema.

Altro elemento caratterizzante il WP è quello di verificare in un'area test i criteri e le componenti per la realizzazione di "osservatori" marini interdisciplinari. La sfida che ci si propone è quella dell'integrazione dei dati fisici, chimici e biologici su scale temporali ad alta frequenza.

Le suddette attività muovono da esperienze già maturate a livello italiano (GNOO, COI) ed internazionale (COPERNICUS, GOOS/EuroGOOS, ILTER/ENVEUROPE) in questi campi dalla comunità scientifica SP5 ma che sono state opportunamente formalizzate ed avviate con la partenza del Progetto RITMARE.

## WP2 - Sistemi osservativi basati su dati telerilevati

Gli elementi su cui è stato costruito questo WP sono di seguito descritti.

### Componente osservativa Satellite Low Bit Rate Thematic Assembly Centre (SAT\_LBR TAC)

La componente osservativa SAT\_LBR TAC si basa sul sistema osservativo Mediterraneo sviluppato dal CNR-ISAC negli ultimi 15 anni nell'ambito del progetto MOON e che attualmente fa parte del GMES/*Copernicus Marine Services* con il Progetto MyOcean (di seguito MyO).

Per una comprensione del sistema attualmente operativo occorre guardare nel dettaglio quanto fatto nell'ambito di MyO per la componente SST (Buongiorno Nardelli et al., 2013) e per la componente OC del Sistema Osservativo Mediterraneo (Volpe et al., 2012).

### Componente Sea Surface Temperature (SST) del Sistema CNR (MyOcean)

Il Sistema CNR (MyOcean) SST riceve solamente dati satellitari. La catena di processamento è basata su immagini satellitari notturne acquisite mediante sensori a infrarossi installati su differenti piattaforme satellitari che coprono interamente i mari del sud Europa (Mediterraneo, la porzione orientale dell'Oceano Atlantico e il Mar Nero). I sensori (e le piattaforme) che il Sistema CNR SST impiega includono:

1. *Advanced Along Track Scanning Radiometer* (AATSR), installato su ENVISAT (*European ENVironment SATellite*);
2. *MODerate resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), installato sui satelliti Aqua and Terra,
3. *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR), installato su METOP (*METeorological Operational satellite*) e sul *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA);
4. *Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager* (SEVIRI), installato su MSG (*Meteosat Second Generation*).

	L2P code	Sensor	Platform	Resolution
1	ATS_NR_2P	AATSR	ENVISAT/POLAR	1 km
2	AVHRR_METOP_A	AVHRR	METOP_A/POLAR	1 km
3	NAR18_SST	AVHRR	NOAA-18/POLAR	2 km
4	MODIS_T	MODIS	TERRA/POLAR	1 km
5	NAR17_SST	AVHRR	NOAA-17/POLAR	2 km
6	MODIS_A	MODIS	AQUA/POLAR	1 km
7	SEVIRI_SST	SEVIRI	MSG/GEOSTATIONARY	0.1 km

Tabella 1 - Level 2 Products (L2P) data usati come input per il sistema MyOcean ISAC-GOS HR SST (2010-2011)

I dati raw sono raccolti e processati fino al Livello2 (L2), cioè come valori di SST raccolti sulla griglia originale del sensore da diversi Istituti e disseminati in un formato comune attraverso i GHRSSST, Global e Regional Data Assembly Centres (GDAC e RDAC).

I file dati GHRSSST L2 sono in formato netCDF e contengono misure SST, dati georeferenziati, stime di errori (SSES, *Single Sensor Error Statistics*), flag di terra e ghiaccio e anche dei *dynamic flag* (stime di campi di vento superficiale, irradianza solare superficiale (SSI), *aerosol optical depth* e ghiaccio marino). Tutti questi file sono indicati come "L2P data".

Attraverso il *Master Metadata Repository* (MMR), i GHRSSST distribuiscono anche i metadati delle registrazioni per ogni passaggio del satellite, fornendo informazioni sul contenuto del singolo file L2P (copertura, tempo di acquisizione, etc.). Questa informazione viene usata dal Sistema per una pre-selezione dei file che verranno caricati nella catena di processamento.

Il processamento dei dati nel sistema CNR SST consiste di due principali sotto-catene sequenziali: quella HR (che è processata per prima), e l'interpolazione UHR.

La catena di processamento include sei diversi moduli (o *package*) (M1–6), che vanno dall'estrazione del dato e dal controllo preliminare di qualità, alla rimozione dei pixel coperti dalle nuvole fino al raccolta e fusione (*merging*) delle immagini satellitari fino a L3S.

I moduli sono governati attraverso uno specifico *System Controller* (fig.1) che gestisce la sequenza delle operazioni e include la gestione degli errori e le procedure di comunicazione, *processor logging*, come pure il monitoraggio interno ed esterno dell'interfaccia.

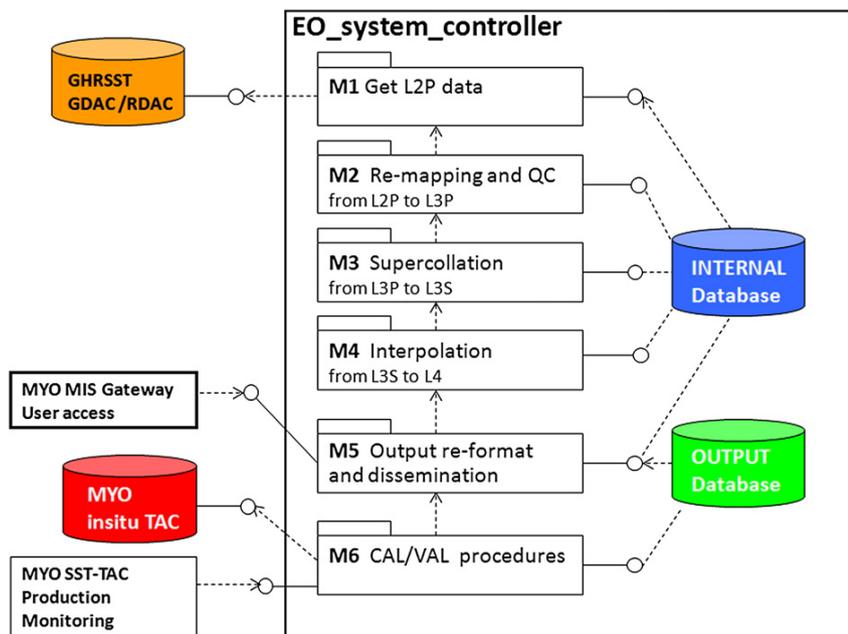


Figura 1 - Schema della catena di processamento per L4 SST progettata da ISAC-GOS nell'ambito del MyO SST-TAC.

Un algoritmo in due fasi consente in ultimis di interpolare i dati SST ad una risoluzione spaziale High (HR 1/16°) e Ultra-High (UHR 1/100°).

La validazione dei prodotti HR e UHR L3S e L4 è stata fatta usando misure SST da drifter, per il periodo 2010-2011, ma solo per il Mediterraneo, a causa dello scarso numero di dati drifter disponibili per il Mar Nero.

### Componente Mediterranea del *Ocean Colour Observing System (OCOS) Europeo*

L'OCTAC (*Ocean Color Thematic Assembly Centre*) di MyOcean è un sistema distribuito composto da cinque sottosistemi, ciascuno dei quali ha il compito di sviluppare, implementare e distribuire i prodotti OC per una regione specifica sulla base di catene di processamento customizzate ad hoc. Tale sistema è stato progettato per generare *real-time* - RT e *delayed time* - DT prodotti regionali di OC per l'assimilazione in modelli di ecosistemi e per utenti della ricerca. I principali prodotti OC sono la radianza proveniente dal mare e la clorofilla.

La component Mediterranea dell'OCTAC è stata sviluppata dal GOS (*Satellite Oceanography Group*) del CNR-ISAC di Roma.

L'architettura del Sistema si basa su tre principali moduli che si riferiscono a differenti livelli di dati: (1) acquisizione dati dal *ground segments* delle agenzie spaziali (NASA and ESA), (2) *processing* e (3) *data output* (armonizzazione, archivio e disseminazione).

Il Sistema è basato su un *grid computing system* con un design modulare composto di tre separate catene di processamento (SeaWiFS, MODIS e MERIS) per facilitare il *maintenance* e l'*upgrade* del software.

Il modulo di processamento (2) opera con due modalità: *operational mode* (che funziona in NRT o DT) e *on-demand* (prodotti di rianalisi).

Nella tabella 2 è presentata la lista dei prodotti generati di routine dal sistema OCOS.

		Products	File type	Spatial Resolution	Reso- lution	Temporal Resolution
MODIS	L3	CHL (MedOC3 algorithm)	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		CHL (MedOC3 algorithm)	HDF + NetCDF	7 km		Daily
		Kd490	HDF + NetCDF	7 km		Daily
		Kd490	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		R <sub>r</sub> <sup>s</sup> (412,443,488,531,547,667,869 nm)	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
	senz	HDF	1.1 km		Daily	
	QTC (Quasi-True Color)	JPEG			Daily	
	par	HDF	1.1 km		Daily	
	CHL_1-2	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily	
	L2_flags	HDF	1.1 km		Daily	
L4	CHL (MedOC3 algorithm)	HDF + NetCDF	7 km		Five days	
	CHL (MedOC3 algorithm)	HDF + NetCDF	7 km		Weekly	
	CHL (MedOC3 algorithm)	HDF + NetCDF	7 km		Monthly	
	Kd490	HDF + NetCDF	7 km		Five days	
	Kd490	HDF + NetCDF	7 km		Weekly	
SeaWiFS	L3	CHL (MedOC4 algorithm)	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		Kd490	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		R <sub>r</sub> <sup>s</sup> (412,443,490,510,555,670,865 nm)	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		senz	HDF	1.1 km		Daily
		QTC (Quasi-True Color)	JPEG			Daily
	par	HDF	1.1 km		Daily	
	CHL_1-2	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily	
	L2_flags	HDF	1.1 km		Daily	
	L4	CHL (MedOC3 algorithm)	HDF + NetCDF	7 km		Five days
		Kd490	HDF + NetCDF	7 km		Five days
MERIS	L3	CHL (MedOC4me algorithm)	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		R <sub>r</sub> <sup>s</sup> (412,443,490,510,560,665,865 nm)	HDF + NetCDF	1.1 km		Daily
		QTC (Quasi-True Color)	JPEG			Daily
		L2_flags	HDF	1.1 km		Daily

Tabella 2 - Elenco dei prodotti generati di routine dal sistema OCOS

### **WP3 - Rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare**

Il sistema di ricerca Italiano ha sviluppato da tempo una rete osservativa fissa che contribuisce al monitoraggio e al controllo della qualità del mare, in stretta connessione con lo studio dei processi marini. Di questa rete, 15 stazioni operative nei mari italiani sono incluse nel WP3.

La selezione dei sistemi fissi operanti in Italia che trasmettono dati in tempo reale o quasi-reale (nRT) viene riportata nella tabella 3.

Nella tabella 4 vengono invece elencate le variabili misurate in ognuna delle suddette piattaforme di misura.

Nome	Ref.	WEB	variabili	Prodotti	Maturità algoritmi	Maturità proc. QA	Maturità proc. QC	Catena proc. Dati	Sostenibilità	Collegamenti internaz.	Note
MAMBO	OGS	<a href="http://nettuno.ogs.trieste.it/mambo/">http://nettuno.ogs.trieste.it/mambo/</a>	CAPH,CDTA,CHUM,CSLR,EWSB,TEMP,CNDC,DOXY,ALKY,TSED,PCO2,MPMN,VSRW,PSAL,CPWC	REAL-TIME	Non sono dichiarati gli algoritmi utilizzati per la conversione in variabili fisiche di tutte le osservazioni	3	1	3	3	LTER, JERICO, EMODNET-PP	ulteriori dati marini verranno resi visibili on-line entro la fine del 2013
Meda Paloma	CNR-ISMAR	<a href="http://www.ts.ismar.cnr.it/">http://www.ts.ismar.cnr.it/</a>	AYMD, CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, EWSB, MPMN, PSAL, PCO2, TEMP	REAL-TIME		2 ?	1	3	2	LTER. JERICO	dati non ancora disponibili in JERICO
Acqua Alta	CNR-ISMAR	<a href="http://www.sisoe.ve.ismar.cnr.it">www.sisoe.ve.ismar.cnr.it</a>	CAPH, CDTA, EWSB, CHUM, TDIN, AMON, NTRA, NTRI, SLCA, PHOS, SECC, CING, CORG, NTOT, ZATX, PATX, CATX, AATX, VATX, PYTT, CYEU, KRST, GWDR, WVST, HEAV, ASLV, PREX, DOXY, SIGT, PSAL, TEMP, CPWC, PCO2, WCPH, FATX, ATDP, TRAN, CSLR, SWLR, SAOT	REAL-TIME		2	1	2	3	JERICO, LTER, AERONET	non tutti i parametri sono disponibili on-line
Boa S1	CNR-ISMAR	<a href="http://s1.bo.ismar.cnr.it/per/s1_home.pl">http://s1.bo.ismar.cnr.it/per/s1_home.pl</a>	CAPH, CDTA, CHUM, CPWC, HMSB, AYMD, SIGT, DOXY, CNDC, RFVL, OPBS, PSAL, CSLR, TEMP, EWSB	REAL-TIME		?	1	2	3	LTER, JERICO, LifeWatch, EMODNET	parametri non disponibili on-line a liv. Internazionale
Boa E1	CNR-ISMAR	<a href="http://e1.bo.ismar.cnr.it/per/e1_home.pl">http://e1.bo.ismar.cnr.it/per/e1_home.pl</a>	CAPH, CDTA, ALKY, CHUM, CPWC, HMSB, AYMD, SIGT, DOXY, CNDC, RFVL, OPBS, PSAL, ASLV, CSLR, TEMP, GWRD, WVST, EWSB	REAL-TIME		?	1	2	3	LTER, JERICO, LifeWatch, EMODNET	parametri non disponibili on-line a liv. Internazionale
Meda Telesenigallia	CNR-ISMAR	<a href="http://rmm.an.ismar.cnr.it/">rmm.an.ismar.cnr.it/</a>	AYMD,CDTA, EWSB, PREX, TEMP	REAL-TIME		?	1	2	3	LTER, JERICO	parametri marini disp. solo T e P
Meda Gargano	CNR-ISMAR	<a href="http://rmm.fg.ismar.cnr.it">http://rmm.fg.ismar.cnr.it</a>	CAPH, CDTA, CHUM, CPWC, HMSB, AYMD, SIGT, DOXY, CNDC, TEMP, EWSB, EXUV	REAL-TIME		?	1	2	2	-	parametri marini non disponibili
Sito E2M3A	OGS	<a href="http://nettuno.ogs.trieste.it/e2-m3a/">http://nettuno.ogs.trieste.it/e2-m3a/</a>	CAPH, CDTA, CHUM, SIGT, DOXY, CNDC, OPBS, PSAL, CSLR, TEMP, LWRD, CSLR, PCO2, ATTN, MPMN, LERR, EWSB	REAL-TIME		2	3	2	3	FIXO3, OCEANSITES	parametri marini non trasmessi in RT
Boa W1M3A	CNR-ISSIA	<a href="http://www.odas.ge.ismar.cnr.it">www.odas.ge.ismar.cnr.it</a>	AYMD, CDTA, CHUM, EWSB, CSLR, LWRD, CPRP, TEMP, CNDC, DOXY, WVST, PCO2, NOYS, NTRI	REAL-TIME		2	3	2	1	FIXO3, OCEANSITES	nessun parametro trasmesso in RT

Tabella 3 - Stato dell'arte dei siti fissi del sistema osservativo RITMARE all'inizio del Progetto

	ATDP	CAPH	CDTA	CHUM	CPRP	CSLR	EWSB	LWRD	SAOT	ALKY	ASLV	ATTN	CPWC	GWDR	HEAV	KRTS	LRZA	DOXY	NOYS	NTOT	NTRA	NTRI	OPBS	PCO2	PREX	PSAL	RFVL	SWLR	TEMP	TRAN	TSED	WCPH	WVST	N° staz./par.	
Mambo		X	X	X		X	X			X			X					X						X		X			X		X				7
Meda Paloma		X	X	X		X	X																	X		X			X						3
Acqua Alta	X	X	X	X		X	X		X		X		X	X	X	X		X		X	X	X		X	X	X		X	X			X	X		17
Boa S1		X	X	X			X						X					X					X			X	X		X						6
Boa E1		X	X	X		X	X			X	X		X	X				X					X			X	X		X					X	10
Meda Telesenigallia			X				X																		X				X						2
Meda Gargano		X	X	X			X						X					X											X						3
Sito E2M3A		X	X	X		X	X	X				X					X	X					X	X		X	X		X						8
Boa W1M3A			X	X	X	X	X	X									X	X	X			X		X		X	X		X					X	9
N° staz./param.	1	7	9	8	1	6	9	2	1	2	2	1	5	2	1	1	2	7	1	1	1	1	2	3	5	2	7	4	1	9	1	1	1	3	

Tabella 4 - Variabili misurate nei siti fissi del sistema osservativo RITMARE (vedi BODC Parameter Discovery Vocabulary di SeaDataNet)

## WP4 - Sistemi di previsione

### Sistemi oceanografici operativi in Mar Mediterraneo e nei mari italiani con particolare riguardo alla catena modellistica

Le attività di questo WP hanno come obiettivo quello di migliorare codici numerici e sistemi operativi previsionali preesistenti configurati per i mari italiani, con il fine di accrescere la visibilità e la competitività dei servizi operativi marini italiani sia a livello locale che internazionale (es. *COPERNICUS Marine Services*). Tali sviluppi si riguardano in particolare le capacità predittive e un maggiore dettaglio nelle analisi numeriche e nei risultati modellistici.

Di seguito vengono descritti i modelli e i sistemi considerati in ambito RITMARE.

### Sistemi operativi per la previsione delle correnti, temperatura e salinità

#### **MFS**

Il Sistema MFS (*Mediterranean Forecasting System*) è operativo dal 1999. Il suo sviluppo è avvenuto all'interno di vari progetti europei (MFSPP, MFSTEP e a seguire MyOcean) che ne hanno garantito nel tempo il continuo aggiornamento e miglioramento. Attualmente MFS ha due componenti: MFS-currents e MFS-biogeochemistry, accoppiati off-line, rispettivamente sviluppati ed operati da INGV e OGS.

MFS opera su scala regionale ed è un sistema di tipo previsionale. Una volta alla settimana vengono prodotti campi di analisi (14 giorni), mentre ogni giorno vengono prodotte previsioni a dieci giorni.

I prodotti sono disponibili attraverso il portale di MyOcean ([www.myocean.eu](http://www.myocean.eu)), nonché da un sito dedicato INGV (<http://gnoo.bo.ingv.it/myocean>).

#### **TSCRM**

Il sistema operativo TSCRM (*Tyrrhenian and Sicily Channel sub-Regional Model*), sviluppato dall'ICRAM-CNR di Oristano, è operativo dal 2003 e si basa sull'implementazione del modello idrodinamico POM ma non è attualmente accoppiato a modelli di stato del mare né biogeochimici

La previsione viene fornita giornalmente, con 5 giorni previsti. Le previsioni sono disponibili sul sito [www.seaforecast.cnr.it](http://www.seaforecast.cnr.it).

#### **WMED**

Il sistema WMED (*Western Mediterranean sub-regional model*) è anch'esso sviluppato dall'ICRAM-CNR di Oristano. Si basa sull'implementazione del modello idrodinamico POM ma non è attualmente accoppiato a modelli di stato del mare né biogeochimici.

Anche in questo caso La previsione viene fornita giornalmente, con 5 giorni previsti e le previsioni sono disponibili sul sito [www.seaforecast.cnr.it](http://www.seaforecast.cnr.it).

#### **TYREM**

L'ENEA nella sede di Roma, sviluppa e mantiene il sistema operativo TYREM (*TYrrhenian REgional Model*) basato anch'esso sull'implementazione del modello idrodinamico POM.

Le previsioni vengono fornite giornalmente, con 7 giorni previsti e sono disponibili sul sito <http://utmea.enea.it>.

#### **LAMMA-ROMS**

Il Consorzio LAMMA (Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile), nella sede di Firenze, sviluppa e gestisce il sistema operativo LAMMA-ROMS. Questo sistema si basa sul modello idrodinamico ROMS, implementato nel dominio dei mari Tirreno e Ligure.

Le previsioni sono di 5 giorni con emissione giornaliera, e sono consultabili su <http://www.lamma.rete.toscana.it/mare/modelli/correnti>.

## **AdriaROMS**

Il Servizio IdroMeteoClima dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA-SIMC) della Regione Emilia Romagna sviluppa e gestisce il sistema modellistico AdriaROMS, implementazione nella regione Adriatica del *Regional Ocean Modelling System*.

AdriaROMS fornisce giornalmente (00 UTC) previsioni a 3 giorni. Le previsioni sono disponibili sul sito [www.arpa.emr.it/sim/?mare](http://www.arpa.emr.it/sim/?mare).

## **BOOM**

Il sistema BOOM, *BO*nifacio *O*perational *M*odel è sviluppato e gestito da ICRAM-CNR di Oristano. Esso è basato sul modello idrodinamico SHYFEM ed attualmente produce giornalmente previsioni a tre giorni di vento, onde, circolazione nell'area di Bonifacio. Le previsioni sono disponibili alla pagina <http://www.seaforecast.cnr.it/forecast/it/content/bonifacio>.

## **Sistemi operativi per la previsione delle inondazioni e dell'acqua alta (modelli di Storm Surge)**

### **KASSANDRA**

ICRAM-CNR di Venezia sviluppa e gestisce il sistema operativo *Kassandra* (*Kassandra Storm Surge Forecast System*). Esso utilizza il modello idrodinamico SHYFEM implementato nel dominio dell'intero Mar Mediterraneo e Mar Nero.

Le previsioni di KASSANDRA sono fornite giornalmente e coprono 4 giorni e risultano visibili sul sito [www.ismar.cnr.it/kassandra](http://www.ismar.cnr.it/kassandra).

## **Modelli per la previsione dello stato del mare**

### **NETTUNO**

NETTUNO è un sistema operativo ad alta risoluzione per la previsione dello stato del mare relativo all'intero Mediterraneo. Il sistema nasce nel 2009 da una collaborazione tra il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana e l'ICRAM-CNR ma operativamente è gestito dal servizio meteorologico dell'aeronautica militare. Il suo modulo di previsione delle onde è basato sul modello WAM.

Le previsioni Nettuno vengono emesse due volte al giorno (00 e 12 UTC). I campi di vento a 10m, altezza significativa, periodo d'onda medio e direzione media sono pubblicati su web alla pagina [http://ricerca.ismar.cnr.it/MODELLI/ONDE\\_MED\\_ITALIA/ONDE\\_MED\\_ITALIA.php](http://ricerca.ismar.cnr.it/MODELLI/ONDE_MED_ITALIA/ONDE_MED_ITALIA.php).

### **HENETUS**

HENETUS è un sistema operativo ad alta risoluzione per la previsione dello stato del mare in Mare Adriatico. E' stato sviluppato dall'ICRAM-CNR in collaborazione con l'Istituto Centro Previsioni e Segnalazioni Maree del Comune di Venezia nel 1996 ed il suo modulo di previsione delle onde è basato sul modello WAM.

### **MEDITARE**

MEDITARE è il sistema di previsione dello stato del mare del servizio idrometeoclima dell'ARPA Emilia Romagna. Il Servizio è attivo nella previsione operativa delle onde fin dal 1997. Nella sua ultima versione MEDITARE è basato sul modello SWAN che è un modello di onde ad area limitata.

IL ciclo di previsione è composto da un giorno di *hindcast* e tre successivi giorni di *forecast*, con emissione giornaliera delle 00 UTC. Le previsioni sono disponibili presso il sito web dell'IdroMeteoClima dell'ARPA Emilia Romagna: per i mari italiani [http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/stato\\_mare\\_swan&p=SWANITA](http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/stato_mare_swan&p=SWANITA); per la costa emiliano-romagnola [http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/stato\\_mare\\_swan&p=SWANEMR](http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/stato_mare_swan&p=SWANEMR).

### **LAMMA**

Presso il Consorzio LAMMA (Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile) è implementato il modello *Wave Watch III* (versione 2.2), su tutto il bacino del Mediterraneo ma operando un innesto a più alta risoluzione per un maggiore dettaglio sul Mar Ligure ed il Tirreno settentrionale.

Gli output del modello comprendono l'altezza significativa dell'onda con il relativo periodo e direzione associata e le informazioni spettrali riguardanti l'energia a differenti lunghezze d'onda.

I risultati sono pubblicati sulla pagina web del Consorzio <http://www.lamma.rete.toscana.it/modelli/onde>.

Modelli										
idrodinamici	Istituto	modello	risoluzione	livello	dominio	forzante meteo	bordo aperto	fiumi	Assimilazione	maree
<b>MFS</b> <b>AREG</b> <b>TYREM</b> <b>WMED</b> <b>TSCRUM</b> <b>AdriaROMS</b> <b>LaMMA-ROMS</b> <b>BOOM</b>	INGV	NEMO/WAM	1/16°	71 z	MED	ECMWF		si	3D-Var (SLA, XBT, CTD, Argo)	no
	CMCC	POM	??		Adriatico					si
	ENEA	POM	1/48°	40 s	Tirreno	ECMWF	MFS	no	no	no
	CNR-IAMC	POM	1/32°	30 s	Med Occidentale	ECMWF	MFS	no	3D-Var (SLA)	no
	CNR-IAMC	POM	1/48°	30 s	Tirreno - Canale di Sicilia	ECMWF	MFS	no	3D-Var (SLA)	no
	ARPA-SIMC	ROMS	1/32°	????	Adriatico	COSMO-I7	MFS	si	no	si
	LaMMA	ROMS	1/32°	30 s	Ligure-Toscano	WRF	MFS	no	no	no
CNR-IAMC	SHYFEM/WWIII	n/a	25 z	Stretto di Bonifacio	SKIRON	WMED	no	no	no	
<b>Modelli Storm</b>										
<b>Surge</b>										
<b>Kassandra</b>	CNR-ISMAR	SHYFEM/WWIII	n/a	18 z	Mediterraneo	BOLAM/MOLOCH	/	no	no	si
<b>Modello Stato del Mare</b>										
		modello	risoluzione	forzante meteo	dominio	Assimilazione				
<b>Nettuno</b> <b>Henetus</b> <b>Meditare</b> <b>WWIII-LaMMA</b>	CNMCA	WAM	1/20°	COSMO-ME	Mediterraneo	no				
	CNR-ISMAR	WAM	1/12°	ECMWF	Adriatico Settentrionale	no				
	ARPA-SIMC	SWAN	1/120°	COSMO-I7	Adriatico Settentrionale	no				
	LaMMA	WWIII	1/30°	WRF	Ligure-Toscano	no				

Tabella 5 - Tabella riassuntiva dei principali modelli numerici impiegati nei sistemi (pre)operativi per l'oceanografia nei mari italiani

## WP5 - Strumenti autonomi

L'interesse in Europa per strumenti autonomi innovativi quali i *glider* (alianti sottomarini) ha avuto inizio nel corso del 6° PQ con il progetto MFSTEP. Nell'ambito del consorzio nato successivamente tra gli istituti che hanno iniziato ad impiegare questo tipo di tecnologia, ufficializzato e finanziato dal progetto europeo *Cost-Action EGO (European Gliding Observatories)* nel 2006, si è cercato di affrontare i problemi scientifici, tecnologici e logistici connessi all'uso di questi strumenti.

OGS è stato il primo istituto in Italia ad acquisire nel 2007 un *glider* e a sviluppare la rispettiva *basestation*. Il pilotaggio dello strumento avveniva con l'ausilio di un portale ad accesso limitato agli operatori, ed attraverso cui i piloti potevano consultare grafici sui dati di navigazione e sullo stato del *glider*.

In ambito EGO, i ricercatori di OGS si sono concentrati nell'affrontare soprattutto le difficoltà legate al pilotaggio dei *glider* e alla visualizzazione dei dati in tempo reale, senza trascurare la delicata questione relativa alla calibrazione dei sensori che possono essere montati su questo tipo di strumenti, amplificandone le potenzialità e le applicazioni di studio.

A gennaio 2013 OGS era dotato di un solo *SeaGlider* per misure fino a 1000 m di profondità che veniva gestito utilizzando le infrastrutture preesistenti in condivisione con altri gruppi OGS.

## SVILUPPO DEL SISTEMA OSSERVATIVO NEI PRIMI DUE ANNI DI RITMARE

**WP1 - Design di osservatori integrati multi-piattaforme ed interdisciplinari formati da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, navi di opportunità**

**AZ1 - Definizione degli obiettivi generali, delle aree, dei parametri aggiuntivi e di una metrica per il sistema osservativo. Coordinamento del WP.**

a) Definizione di concetti per la costituzione di un sistema osservativo ed informativo RITMARE.

Le discussioni e gli scambi all'interno del gruppo di lavoro, avviati a partire dagli attuali orientamenti vigenti a livello internazionale, hanno consentito di identificare i servizi ecosistemici come elemento essenziale da salvaguardare ed i processi che li controllano come l'oggetto del monitoraggio.

Data la necessità di coordinare a livello nazionale i sistemi osservativi marini esistenti in Italia in 'Reti integrate' ed 'Osservatori', tutte le UO afferenti all'Azione hanno contribuito alla definizione delle caratteristiche essenziali di un osservatorio "maturo".

E' stato altresì presentato nell'ambito di questa Azione un primo abbozzo del sistema osservativo ed informativo che si intende sviluppare in RITMARE, essenzialmente basato sull'integrazione di diverse piattaforme osservative che raccolgono dati in specifiche aree marine. I dati sono trasmessi a terra e sottoposti a controlli di qualità basati su pratiche internazionali, dopodiché vengono raccolti in Centri Tematici che provvedono ad archivarli temporaneamente, secondo le necessità di RITMARE.

b) Analisi del sistema osservativo nazionale.

Tenuto conto del questionario inviato ad Enti di Ricerca ed Istituzioni preposte al monitoraggio (attività condotta dalla SP5\_WP4\_AZ1\_UO02) e sulla base del lavoro svolto in SP5\_WP3\_AZ1, è stata effettuata un'analisi dei sistemi osservativi marini, operativi sul territorio nazionale, che producono dati in tempo reale o quasi-in tempo reale. L'analisi ha evidenziato che vaste aree geografiche sono completamente scoperte e che occorre elaborare una strategia nazionale per definire un sistema osservativo che preveda la collaborazione di diversi Enti e diverse iniziative. E' inoltre emerso che:

- il sistema osservativo italiano è stato costruito per soddisfare specifiche esigenze progettuali e/o locali;
- si ha una relativa povertà nella sensoristica e nelle piattaforme;
- non si ha un coordinamento funzionale a livello nazionale per massimizzare l'uso dei dati a livello scientifico.

c) Definizione dei parametri essenziali e delle aree strategiche.

Partendo dalle analisi condotte, sono state prese in esame le specificità di un sistema osservativo nazionale. Tenuto conto delle variabili essenziali definite in diversi ambiti internazionali (Global Climate Observing System, IOC-Biodiversità) è stato individuato e proposto un primo sistema di variabili essenziali da monitorare in ambito RITMARE.

**AZ2 - Integrazione dei sistemi osservativi per la realizzazione degli "osservatori"**

L'attività di questa Azione è stata finalizzata a migliorare la qualità dei dati raccolti sul sito di ricerca ecologica a lungo termine LTER-MC, abbreviandone i tempi di produzione, e a contestualizzare le osservazioni sull'intera area del Golfo di Napoli. Particolare attenzione è stata dedicata alla possibilità di fornire rapidamente risposte utili sullo stato del sistema in occasione di eventi eccezionali o nel lungo termine. I principali avanzamenti sono elencati di seguito:

- È stato ottenuto il primo dataset completo per i dati di biomassa, abbondanza e composizione specifica fito- micro- e mesozooplankton e di variabili ambientali di base, corredato di metadati ed annotazioni. Di rilievo è la pubblicazione sul sito <http://szn.macisteweb.com> dei risultati ottenuti a due-tre giorni dal campionamento settimanale, unica al mondo per dati di diversità planctonica. L'accorciamento dei tempi di produzione dei dati ha permesso, fra le altre cose di identificare prontamente la specie di diatomea tossica *Pseudo-nitzschia galaxiae* responsabile

della presenza di Acido Domoico nei mitili monitorati dalle AACC.

- È stato prodotto ed analizzato il primo dataset di sequenze di DNA-*metabarcoding* di protisti ottenute con tre marcatori diversi in 8 campionamenti lungo il ciclo stagionale. A parte la notevole percentuale di diversità non ascrivibile ad alcun gruppo tassonomico noto, è di rilievo l'osservazione di un picco di diversità in corrispondenza dei minimi invernali, a fronte di un minimo di diversità in estate.
- L'analisi retrospettiva sulla fenologia del plancton in 23 anni di campionamenti mostra che, a fronte di variazioni anche significative in alcuni parametri ambientali, solo un numero ridotto di specie mostrano mutamenti significativi nei loro periodi di comparsa, picco e declino, dimostrando la resilienza del sistema planctonico costiero ai cambiamenti ambientali.
- Un'analisi statistica approfondita ha permesso di individuare 7 robuste associazioni di specie fitoplanctoniche, stabili negli anni e generalmente ricorrenti in stagioni diverse, che non rivelano tuttavia una omogeneità funzionale nella loro composizione specifica. Di conseguenza, alla base di queste associazioni non sembra esserci una risposta univoca allo stesso segnale ambientale, mentre appare più probabile il ruolo di meccanismi fenologici di natura biologica, selezionati in tempi evolutivisti piuttosto che ecologici.

Gli studi condotti nel periodo dall'Azione hanno riguardato anche:

- Plancton estivo del GON (in collaborazione con l'SP3-WP4-Az4): sulla base di un approccio di *network analysis*, sono state riconosciute due fasi che si alternano nelle quali, sebbene la composizione delle comunità rimanga simile, dominano due diverse tipologie di reti trofiche, dimostrazione della plasticità nella risposta del comparto planctonico.
- Dieta dei copepodi: evidenziate differenze significative nel comportamento alimentare di specie diverse, che mostrano di poter rimuovere una porzione significativa di diatomee in alcune fasi di sviluppo della fioritura, ma hanno un impatto limitato sull'intero popolamento.
- Dinamica orizzontale dello strato superficiale nel GON (in collaborazione con SP4): i campi di velocità superficiale ricavati con un sistema CODAR mostrano che almeno per il 2009, l'influenza del fiume Sarno è trascurabile. Confermate l'importanza del trasporto dal litorale napoletano e la frequente ricircolazione delle acque costiere anche in estate.

## WP2 - Sistemi osservativi basati su dati telerilevati

Durante il periodo in esame, tutte le UO afferenti al WP hanno continuato a sviluppare le componenti del sistema osservativo integrato da dati telerilevati, ottenendo notevoli risultati sia in termini di rafforzamento dell'infrastruttura che di sviluppo di metodi. Le principali attività condotte sono riportate di seguito:

### 1) Coordinamento del WP

Il WP leader ha interagito con continuità con i responsabili AZ per definire il progetto del sistema, presentando lo schema dell'architettura del sistema WP2 nel corso delle riunioni.

Sono stati mantenuti attivi i contatti con ESA e ASI per identificare sinergie utili alla finalità del Progetto ed arrivare ad accordi per l'accesso privilegiato ai dati satellitari per i partner di Progetto. Il WP2 Leader ha continuato ad interagire con EUMESAT ed ESA per negoziare l'accesso ai dati VIIRS, Sentinel-3 e Sentinel-1 e si è adoperato nella divulgazione in ambito internazionale (meeting GOOS SC, workshop GODAE, Sentinel-3 CAL/VAL, meeting annuale MyOcean) delle attività e dei risultati raggiunti.

### 2) Design del sistema osservativo

E' stata finalizzata la struttura del sistema osservativo basato su dati telerilevati e delle sue componenti. Tutte le AZ, hanno effettuato un'analisi critica dello stato dell'arte dei sistemi esistenti, dei requisiti utente, delle attività in corso in ambito internazionale ed hanno prodotto il disegno dei rispettivi

sottosistemi. E' stato quindi finalizzato il disegno dell'architettura del sistema Osservativo RITMARE basato su dati telerilevati. Esso ha tenuto conto dei seguenti aspetti:

- a) disegno complessivo del sistema osservativo definito dal WP1;
- b) architettura delle componenti, già esistenti sul territorio nazionale, del sistema osservativo basato su dati telerilevati;
- c) infrastrutture analoghe esistenti già sviluppate in ambito di progetti europei;
- d) possibilità di interfacciare tale sistema osservativo con l'infrastruttura informatica di accesso ai dati di RITMARE sviluppata da SP7.

L'architettura del sistema RS (*Remote Sensing*) è organizzata in TAC (*Thematic Assembly Centre*) che gestiscono e disseminano dati e prodotti provenienti da diverse piattaforme osservative tra loro omogenee, ed include i seguenti sottosistemi: *Low bit Rate TAC* (prodotti satellitari derivati da misure di sensori operati nel visibile-infrarosso e da misure di scatterometri), *High bit Rate TAC* (immagini SAR), HF Radar TAC (radar ad alta frequenza per la misura dei campi di corrente costieri). Per ciascun sottosistema sono state definite le *Production Unit* (PU), *Dissemination Unit* (DU) e interfacce interne ed esterne al sistema. Questa architettura è stata valutata insieme al coordinatore e agli altri WP leader, con il contributo e di SP7.

In collaborazione con SP7 è stata inoltre sviluppata presso ISAC una DU che, attraverso il catalogo Thredds (<http://ritmare.artov.isac.cnr.it/thredds/catalog.html>), dà accesso ai prodotti WP2 già attualmente disponibili in nRT. Tale DU fornisce i servizi di download, estrazione mirata e visualizzazione dati ed ospita attualmente dati di SST (*Sea Surface Temperature*), OC (*Ocean Colour*) e vento processati in nRT dall'ISAC.

La DU ospita inoltre un'applicazione pilota dei dati del radar costiero di ISMAR e di Università Parthenope.

### **3) Potenziamento dell'infrastruttura**

L'infrastruttura del sistema osservativo satellitare del Mar Mediterraneo già sviluppata dal CNR-ISAC in ambito di progetti internazionali è stata potenziata in termini hardware con l'acquisto di spazio disco e in termini di software con l'aggiornamento delle catene operative. Sono state rafforzate le infrastrutture dei radar costieri HF e in banda X e completati gli acquisti delle componenti necessarie per lo sviluppo del sistema LIDAR. Infine è stata finalizzata la progettazione ed acquisizione della strumentazione per creare un sito nazionale (uno dei quattro esistenti al mondo) di misure radiometriche continuative per la CAL/VAL (calibrazione/validazione) dei sensori OC in vista del lancio di Sentinel-3/OLCI. In tutti i casi gli investimenti per le infrastrutture sono stati effettuati in sinergia con fondi di altri progetti.

### **4) Sviluppo di metodi e algoritmi**

E' proseguito lo sviluppo di prodotti di SST da dati del sensore SEVERI, in grado di fornire campi di temperatura su base oraria, e finalizzato un nuovo metodo per la ricostruzione dei campi di temperatura oraria che combina dati SEVERI con le previsioni del modello MFS e i dati validati con misure in situ di boe e drifter. Si è lavorato per la messa a punto di un metodo per la stima della biomassa fitoplantonica da misure di OC ed è proseguito lo sviluppo di nuovi algoritmi di *retrieval* per il sensore IASI. Si è continuato con il perfezionamento degli algoritmi riguardanti il monitoraggio delle deformazioni nelle aree costiere, la determinazione delle correnti, dei campi di vento e delle onde superficiali. Sono stati sviluppati inoltre algoritmi per la stima della direzione del vento a partire della modulazione d'ampiezza SAR, attraverso il metodo del Gradiente Locale e della *Continuous Wavelet Transform* bidimensionali.

### **5) Sviluppo di catene di processing e costruzione di un sistema osservativo RS integrato**

E' stata messa a punto la prima versione delle catene operative SST e OC di RITMARE, distinte da quelle

del Progetto MyOcean. Nella catena operativa di scatterometria sono state ulteriormente sviluppate le componenti di acquisizione dati per i satelliti MetOp-A e MetOp-B, fino al livello 3, e messo a punto il sistema per l'acquisizione di dati SST e previsione meteorologica ECMWF, con calcolo della correzione per le condizioni reali di stabilità atmosferica. Per quanto riguarda le catene di processing dati SAR, si è proceduto allo sviluppo e alla validazione del sottosistema deformazioni mediante l'algoritmo SBAS su piattaforme GRID/cloud. Per le correnti superficiali è stata sviluppata una catena di elaborazione in grado di generare mappe di velocità radiale a partire da dati provenienti da sensori Envisat e CSK. Infine, per quanto riguarda il sottosistema dei radar costieri, si è deciso di concentrarsi per ora sui sistemi HF, che sono già in grado di fornire dati in continuo in tempo reale e per i quali esistono network con protocolli definiti negli Stati Uniti (ROWG) e in Australia.

Il lavoro condotto in RITMARE risulta di grande rilevanza anche in ambito Europeo, dove è in fase di costituzione un network HF radar in ambito EUROGOOS. Come formato è stato identificato il netCDF, con architettura compatibile con lo standard US ROWG e aderente alle convenzioni CF-1.6, INSPIRE. Al momento i dati di ISMAR CNR vengono distribuiti in NRT su server THREDDS (messo a disposizione da WP2 e gestito dall'ISAC), con l'intenzione di estendere tale implementazione anche per i dati di CONISMA Università Parthenope. Allo stato attuale il WP2 DU dà accesso anche un subset di dati storici del radar costiero HF del golfo di Napoli gestito da CONISMA Università Parthenope. E' stato avviato anche un processo di omogeneizzazione di QC sulla base di una tabella che sintetizza la situazione attuale di ciascun sistema e che raccoglie i suggerimenti di ciascuna UO.

## **6) Sviluppo di nuova strumentazione**

Sono state definite le specifiche iniziali del LIDAR marino ed avviate le attività per la realizzazione del prototipo di microsensore ottico, la cui capacità operativa è stata poi ottimizzata orientando la progettazione verso la riduzione dei pesi e dei consumi. L'elettronica del ricevitore ottico e il modulo di driver led per la calibrazione sono stati realizzati in forma di prototipo con la possibilità di gestione remota. La versione 2 dotata di un nuovo e più potente Lidar è stata testata sulla nave Italica durante una missione in Antartide dando risultati soddisfacenti nella stima della concentrazione di clorofilla e del CDOM. ENEA sta attualmente lavorando alla preparazione delle documentazione necessaria per brevettare il nuovo sistema LIDAR.

E' stato inoltre predisposto un sistema di misura stereo-fotogrammetrico per la misura delle onde marine. Alcuni test sono stati eseguiti per la scelta della configurazione hardware (camere, lenti, sistema di *storage*) che permette di ottimizzare la dimensione dell'area inquadrata e l'accuratezza della ricostruzione 3-D della superficie del mare. Il sistema di misura, dopo la calibrazione, è stato installato sulla piattaforma Acqua Alta nel nord Adriatico.

E' stata altresì acquisita una *Inertial Motion Unit* (IMU) che è stata calibrata e successivamente sincronizzata con le camere del sistema stereo per la misura del moto ondoso da oggetti in movimento. A tal fine, il sistema è stato installato a bordo della nave oceanografica "Urania" (CNR) durante la campagna oceanografica CARPET nell'Adriatico settentrionale nel febbraio 2014.

## **7) Attività di CAL/VAL**

Sono state effettuate alcune campagne oceanografiche per l'acquisizione dei dati CAL/VAL: WMED-BIOOPT nel mar di Sardegna e nel mar Tirreno e WMED-BIOOPT-2014 nel Mediterraneo occidentale. Nel corso di tali campagne sono state effettuate misure idrologiche e bio-ottiche e raccolti campioni chimici e biologici per acque di Caso I (oligotrofiche, di mare aperto) e Caso II (eutrofiche, di fascia costiera). Riguardo il processing dei dati radiometrici del 2012, è stato realizzato dall'ISAC un nuovo software che si basa sulla metodologia messa a punto dal JRC. E' stato avviato il reprocessing del *Mediterranean Bio-optical dataset* disponibile presso l'ISAC.

### WP3 - Rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare

Le attività inerenti questo WP nel periodo in esame si sono articolate come di seguito descritto:

#### **AZ1 - Definizione e consolidamento dell'attuale rete osservativa e progettazione ed implementazione di una nuova rete di siti fissi.**

E' stato concluso lo stato dell'arte delle 15 stazioni fisse marine operative nel Mare Mediterraneo e per ciascun sito descritte le caratteristiche tecniche per l'acquisizione dei parametri e le modalità di trasmissione dei dati.

Tutte le stazioni acquisiscono dati di T e S e alcuni parametri meteorologici; 12 stazioni su 15 acquisiscono in RT. Per alcuni di questi siti, di competenza delle varie UO (meda Paloma, boe E1 ed S1, meda TeleSenigallia, mooring BB, Yo-Yo Profiling Buoy System, boa d'altura W1M3A, sito E2M3A, meda Gargano, piattaforma Kobold), sono stati già effettuati upgrade sia strumentali che di trasmissione dati al fine di accrescere l'uniformità fra le stazioni componenti la rete.

ISMAR-CNR Trieste, Venezia, Bologna, Ancona, OGS e UNIV. di Ancona hanno effettuato nel periodo crociere sperimentali da Trieste oltre il Transetto di Senigallia, con fasi sperimentali su transetti fissi e sul sistema osservativo in situ, (connesso anche al sito LTER Alto Adriatico). Misure delle principali variabili biogeochimiche sono state raccolte all'interfaccia aria-acqua, nella colonna d'acqua e sui fondali durante le crociere.

ISMAR-CNR di Ancona ha inoltre effettuato un fase test lungo il transetto di Senigallia-Susak raccogliendo dati di temperatura, salinità, densità, torbidità, fluorescenza, ossigeno disciolto, nutrienti e fitoplancton su un totale di sei crociere effettuate tra il 2013 e inizio 2014.

#### **AZ2 - Analisi e sviluppo dei sistemi di trasmissione, QA/QC e disseminazione dati validi per i diversi siti**

Si è lavorato per la definizione dei requisiti minimi che ogni sito fisso dovrà possedere per essere parte della rete osservativa e sono stati inoltre proposti i criteri per la validazione dei dati fisici e biogeochimici. Essi comprendono una selezione di standard esistenti, procedure e suggerimenti, riguardanti il controllo automatico della qualità del dato (QC), e di convalida in tempo reale (RT) per i dati in-situ, che attingono ad esperienze già maturate nell'ambito di iniziative internazionali come EuroSITES, OceanSITES, *European Global Ocean Observing System*, IODE, ecc.

12 stazioni della Rete dei siti osservativi fissi di Ritmare trasmettono in RT: boa MAMBO, Meda elastica PALOMA, piattaforma ACQUA ALTA, boe E1 e S1, Meda TELESENIGALLIA, Meda GARGANO, osservatorio E2M3A, piattaforma ENERMAR-KOBOLD, boa profilante YO-YO, boa Gaiola e sito osservativo W1M3A. La maggior parte di questi applica già un QC basato su protocolli internazionali.

Il numero di parametri soggetti a controllo sono 9 per la parte meteorologica e 16 per la parte marina. Per i primi le soglie di controllo sono in parte ricavate da protocolli WMO (*World Meteorological Organization*), basandosi sulla climatologia di ogni area. Gli intervalli dei parametri oceanografici provengono dal database Medar/Medatlas, dove le regioni inerenti i mari italiani sono definite e suddivise secondo gli schemi generali della circolazione del Mediterraneo. I limiti del campo per quei parametri non elencati nel database Medar/Medatlas sono stati definiti tenendo conto di tutti i valori registrati nella banca dati NODC (*National Oceanographic Data Centre* di OGS) o dalla climatologia di ogni sito. Una successiva divisione è stata compiuta considerando le aree marine costiere e di mare aperto (profondo). Queste procedure sono già applicate ai siti osservativi profondi in Adriatico (E2M3A) e Ligure (W1M3A) che fanno già parte della rete europea di siti fissi FixO3 (*Fixed point Open Ocean Observatory network*).

Le tipologie e le procedure di archiviazione dei dati variano da sito a sito: in generale tutti siti hanno uno stoccaggio su PC; gran parte archivia in banche dati locali con accesso tramite password; solo siti quali

Mambo, E2M3A, W1M3A condividono i dati in tempo quasi-reale con la comunità scientifica attraverso CORIOLIS.

### **AZ3 - Progettazione di sistemi osservativi rilocabili di pronto intervento**

L'attività condotta è stata fondamentale rivolta a:

a) Acquisto di nuovi strumenti e upgrading di strumenti pre-esistenti.

b) Manutenzione del *mooring* (novembre 2013 e marzo 2014). Nell'ambito della crociera SIRIAD\_14, svolta in collaborazione con ricercatori croati e con SP3-WP3-AZ1-UO07 (*Rapid Environmental Assessment*), è stato installato un ulteriore *mooring* in acque croate per lo studio del trasporto profondo fra l'Adriatico centrale e quello meridionale.

c) Sono continuate le collaborazioni con altri progetti che fanno sperimentazione nel Sud Adriatico (EU-CoCoNet, EU-PERSEUS, FIRB-Decalogo) e con altri Sottoprogetti (SP3\_WP3\_AZ1, SP5\_WP3\_AZ2). Si è inoltre collaborato attivamente nelle attività che riguardano la manutenzione e l'elaborazione dati del *mooring* E2M3A nel sud Adriatico (gestito in SP5\_WP3\_AZ2).

### **AZ4 - Integrazione nella rete di un osservatorio per lo studio delle interazioni aria-mare (isola di Lampedusa)**

Sono state svolte attività di progettazione e definizione delle caratteristiche tecniche della boa e della sua strumentazione, oltre al sito di installazione (circa 2 miglia a ovest di Lampedusa, posizione 35.5°N, 12.47°E). Sono state avviate le procedure per l'approvvigionamento della strumentazione e per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie.

Si è inoltre proseguito con i campionamenti e le analisi del particolato (caratterizzazione, evoluzione, stagionalità) e lo studio degli effetti sul bilancio della radiazione alla superficie del mare. Sono state completate alcune analisi riguardo le proprietà e il ruolo del particolato di origine biogenica e di origine minerale, gli effetti radiativi dell'aerosol minerale e l'identificazione della Posidonia oceanica da osservazioni satellitari.

### **WP4 - Sistemi di previsione**

Tutte le attività del WP sono state svolte nei tempi previsti, come testimonia l'avvenuta consegna di tutti i deliverables previsti per il periodo.

Lo spirito di collaborazione in questo WP è stato elevato e il progetto ha contribuito a rafforzare ed ampliare la comunità italiana che lavora sui sistemi di previsione marina, sia a livello dell'intero bacino del mediterraneo che a livello di sotto-bacino che costiero. Questo ha permesso, oltre allo svolgimento delle attività formalmente previste del progetto, l'instaurarsi di un dialogo e confronto che hanno arricchito il contributo di tutti i partecipanti.

### **AZ2 - Disegno e architettura delle linee di sviluppo e aggiornamento dei sistemi di previsione**

Nel periodo in oggetto, i partecipanti all'Azione si sono incontrati per un confronto e la successiva stesura di una relazione sui criteri da tenere in considerazione per la definizione delle linee di sviluppo e d'aggiornamento dei sistemi di previsione attualmente operativi nei mari italiani e coinvolti in RITMARE.

Si è arrivati a stilare la seguente lista di macro-criteri ed elementi da tenere in considerazione per definire le linee di sviluppo dei sistemi di previsione Italiani:

- Aumento della risoluzione spaziale e temporale;
- Garanzia di continuità dei Servizi;
- Incremento del numero di prodotti;
- Aggiornamento e sviluppo dei modelli numerici;

- Miglioramento degli algoritmi per l'assimilazione dati;
- Omogeneizzazione dei formati;
- Aumento della risoluzione dei processi;
- Perfezionamento delle procedure di annidamento tra modelli (*nesting*);
- Sviluppo e aggiornamento continuo dei cataloghi dei prodotti;
- Promozione e miglioramento della visibilità dei prodotti e dei servizi.

E' stata inoltre condotta un'indagine conoscitiva circa le competenze degli istituti afferenti all'AZ3. Ad ogni responsabile di un sistema di previsione è stato chiesto di compilare un questionario, elaborato dai partecipanti all'AZ4, in merito ai criteri ed elementi identificati in precedenza. Sulla base delle risposte è stato quindi possibile elaborare un'analisi delle competenze specifiche di ciascun partner afferente all'AZ3.

### **AZ3 - Sviluppo delle componenti del sistema**

I principali risultati raggiunti nel periodo sono stati i seguenti:

- Procedura di *nesting*: messa a punto delle metodologie adottate per l'implementazione del sistema operativo basato sul modello oceanografico e d'onda SHYFEM e WWM e applicato allo Stretto di Bonifacio.
- Sviluppo del sistema operativo del Mar Mediterraneo: il sistema, basato sul modello oceanografico NEMO, è ora in grado di utilizzare come forzanti meteorologiche i dati meteo provenienti dal sistema COSMO-ME forniti dall'Aeronautica Militare. I risultati ottenuti dal sistema pre-operativo sono stati analizzati e validati.
- Miglioramenti del sistema operativo TYREM: è stato introdotto l'input fluviale ed effettuate diverse simulazioni di scenario finalizzate a provare la sensitività del sistema rispetto a diverse forzanti meteomarine e condizioni oceanografiche.
- Perfezionamento del modello operativo Cassandra: è stata implementata una nuova versione del modello che include una nuova procedura per la simulazione dei processi di interazione onda-corrente. Il nuovo schema utilizzato permette, con maggior dettaglio, la riproduzione delle correnti *long-shore* e *cross-shore* in ambiente litoraneo.

Accoppiamento modelli MITgcm e BFM: è stato completato l'accoppiamento del modello fisico MITgcm con il modello biogeochimico BFM ed effettuati diversi test su domini idealizzati. E' stato inoltre acquistato il cluster di calcolo su cui il sistema operativo verrà sviluppato.

### **WP5 - Strumenti autonomi**

#### **AZ1 - Flotta italiana strumenti autonomi**

Una parte dell'attività è stata finalizzata alla scelta e all'acquisto del *glider* da integrare nell'infrastruttura già esistente in OGS, in collaborazione con SP5\_WP5\_AZ2\_UO02. Sulla base del background e degli obiettivi di progetto, e dopo una approfondita indagine di mercato, la preferenza è ricaduta su un *glider* del tipo *Slocum shallow water*, per applicazioni in acque costiere.

Lo strumento, acquistato dalla Teledyne Webb Research, MA (USA), è stato così equipaggiato:

- Sistema CTD pompato
- Sensore ottico integrato per la misura dell'ossigeno disciolto
- Sensore per la misura di CDOM 370/460nm, Clorofilla-a *range* 470/695nm e *Backscatter* 700nm (0-3 m-1 cp).

Durante la fase di collaudo dello strumento sono state effettuati una serie di test incluse alcune prove

in mare nel Golfo di Trieste.

Un'altra parte delle attività condotte nell'ambito dell'Azione è stata dedicata all'acquisto di uno stock di 8 *drifter* (galleggianti di superficie) di tipo CODE, dalla ditta DBI, FL (USA).

Questa strumentazione è stata impiegata in una campagna di misura in Adriatico settentrionale, nell'area antistante il Delta del fiume Po, finalizzata allo studio della corrente, della dispersione orizzontale e della temperatura superficiale del mare, in coordinamento con SP3\_WP3\_AZ1.

### **AZ2 - Infrastruttura per una flotta di piattaforme mobili, indicazioni normative e definizione di buone pratiche**

L'attività svolta nel periodo è stata dedicata allo sviluppo dell'infrastruttura italiana *glider* in coerenza con le linee guida europee definite nell'ambito di EGO (*Everyone Glider Observatory*).

L'azione ha contribuito a SP5\_WP5\_AZ1\_UO01 nella scelta ed acquisto del *glider* da integrare nell'infrastruttura già operante in OGS. In seguito alla consegna di questa nuova unità *glider* (novembre 2013), sono stati eseguiti in primis alcuni test in laboratorio riguardanti il sistema di comunicazione/trasmmissione sia via satellite, sia via radio. In seguito è stato effettuato un test in mare dello strumento nel Golfo di Trieste, nel corso del quale è stata simulata una missione di poche ore finalizzata a dimostrare il corretto funzionamento del *glider*.

Un'altra parte delle attività della UO è stata dedicata alla definizione del contesto tecnico organizzativo e normativo dell'infrastruttura e molti aspetti sono stati affrontati in sinergia con il gruppo EGO.

Nella definizione tecnico organizzativa dell'infrastruttura *glider* in RITMARE sono stati affrontati aspetti legati alla definizione degli standard da adottare nell'utilizzo di questi strumenti (come quelli legati alla trasmissione dei dati e al loro formato e al controllo di qualità), in coerenza con quanto sta già avvenendo a livello europeo nell'ambito del Progetto GROOM (*Gliders for Research Ocean Observation and Management*), a cui partecipa lo stesso OGS.

Anche per quanto riguarda gli aspetti legali connessi al diritto internazionale marittimo, si è tenuto conto di quanto è emerso in un specifico WP di GROOM che puntualizza l'importanza di affrontare la questione in sinergia con il gruppo EGO a livello europeo.

L'Azione ha altresì condotto un'analisi dei metodi di elaborazione dei dati *glider*. E' stata fatta una ricognizione delle tecniche di derivazione delle variabili, proiezione e *binning* dei profili, correzione del ritardo indotto dalla geometria dei sensori nelle misure di temperatura e nelle variabili collegate (*thermal lag*), elaborazione con tecniche di *wavelet*, e rimozione degli effetti di *aliasing* e di *Doppler smearing*. Successivamente sono stati passati in rassegna i metodi di *path planning* e di *adaptive sampling*. E' stato infine impostato un breve quadro delle principali tecniche di controllo di qualità del dato, e degli sviluppi recenti e le prospettive future di questa tecnologia.

### **AZ3 - Analisi, controllo di qualità e disseminazione dei dati**

Sono state affrontate le problematiche inerenti l'implementazione del trattamento dati, controllo di qualità e disseminazione dei dati sia *drifter* che *glider*.

Mentre nel passato l'analisi, il controllo di qualità e la disseminazione dei dati *drifter* veniva fatta dai diversi ricercatori con procedure manuali, qui si è invece lavorato per arrivare ad una maggior automatizzazione delle procedure per il controllo di qualità, lasciando solo in casi particolari l'intervento manuale. L'attività svolta si è concentrata quindi sul rendere disponibili programmi che possono essere applicati su dataset diversi portando ad un'uniformità nell'elaborazione e nella qualità del dato.

Per quanto riguarda il rafforzamento dell'infrastruttura *glider*, sono stati fatti numerosi passi avanti. Prima dell'inizio del progetto RITMARE, l'infrastruttura OGS si componeva di un *seaglider* e della rispettiva *basestation*. Il pilotaggio avveniva tramite un portale ad accesso limitato agli operatori, ed in cui in cui i

piloti potevano consultare grafici sui dati di navigazione e di stato del *glider*. Oggi invece l'infrastruttura è dotata di altre 2 unità *glider* (una delle quali acquistata con fondi RITMARE) e delle rispettive stazioni di pilotaggio, di un ampio laboratorio e di una vasca per il bilanciamento degli strumenti. Il laboratorio è stato provvisto di banchi di lavoro e utensili specifici necessari per la manutenzione e il cambio batterie. Sono stati ricavati spazi sia per la permanenza dei *glider*, sia per le loro *basestation*. E' quindi possibile dal laboratorio stesso pilotare contemporaneamente tutte le unità e/o accedervi da remoto. La vasca per il bilanciamento, dotata di filtro e riempita con acqua di mare, è stata posizionata in un'area adiacente alla vasca navale, in una zona umida dell'edificio al di fuori del laboratorio. La movimentazione dei *glider* durante le operazioni di bilanciamento verrà resa più semplice grazie ad un verricello a soffitto, di cui si sta completando il montaggio.

L'attività condotta nel periodo è stata altresì rivolta all'implementazione della parte informatica relativa all'automatizzazione del trasferimento dati dal *glider* alla *basestation* e da qui ai diversi "nodi" di smistamento (personale tecnico responsabile del pilotaggio, ricercatori, autorità marittime, ed altri eventuali utenti).

Anche riguardo ai programmi per il controllo di qualità dei dati si sta procedendo verso l'automatizzazione del processo, in sinergia con quanto già implementato in CORIOLIS.

#### **AZ4 - Dimostrazione delle funzionalità di veicoli autonomi commerciali di nuova generazione nell'ambito di un sistema osservativo integrato**

Nell'ambito della validazione sperimentale di piattaforme autonome innovative in attività di controllo dell'ambiente marino, sono stati eseguiti alcuni test per valutare le performance di un UMV (*Unmanned Maritime Vehicle*) a tecnologia *waveglider* in aree costiere e in mare aperto, verificandone anche l'utilità in supporto alle reti di monitoraggio costiere in occasioni di emergenze ambientali/sociali. In particolare, è stato impiegato un *WaveGlider* (WG) in occasione di un'importante esercitazione di soccorso in mare svoltasi nel Golfo di Napoli nell'ottobre 2013 (SQUALO 2013) che ha simulato l'ammarraggio di un velivolo ATR72 con conseguente dispersione in mare di carburante. L'utilizzo del WG durante l'esercitazione ha permesso di misurare in continuo e trasmettere in tempo reale dati relativi ai principali parametri meteo-oceanografici, così come l'eventuale presenza di idrocarburi e la loro dispersione ad opera delle correnti marine.

Tutti i dati raccolti sono stati integrati nella rete di monitoraggio visibile sul portale meteo.uniparthenope.it che la ULR-CINFAI UniParthenope ha realizzato e gestisce da alcuni anni nel Golfo di Napoli.

Nel corso del primo semestre 2014 è stata avviata la preparazione di un'ulteriore missione per studiare ed ottimizzare le performance in aree costiere e di mare aperto di un UMV a tecnologia *waveglider* dotato di sensori realizzati ad hoc per lo studio dello strato superficiale e della sua correlazione con la *skin temperature*.

## LA E-INFRASTRUCTURE PER L'INTEGRAZIONE DELLE COMPONENTI DEL SISTEMA OSSERVATIVO RITMARE

Lo sviluppo di un sistema osservativo marino in realtà non può prescindere dalla presenza di reti e siti osservativi preesistenti, che nella grande maggioranza dei casi sono stati sviluppati ad hoc sulla base di esigenze di specifici progetti o iniziative.

Lo sforzo maggiore è quindi quello di armonizzare le infrastrutture preesistenti, standardizzare gli accessi (struttura interoperabile) e favorire l'uso dei dati e dei prodotti forniti.

L'obiettivo del Sottoprogetto 5 di usare l'esistente e di coordinarlo, in modo da trasformarlo in un unico "sistema osservativo RITMARE", si è dunque dovuto fronteggiare con le suddette criticità. Un elemento centrale di questa integrazione è una infrastruttura informatica (*e-Infrastructure*) che permetta di rendere interoperabile e fruibile in tempo reale la messe di dati validati e qualificati e che inoltre fornisca gli elementi base per la conservazione dei dati, gli strumenti per la gestione, il monitoraggio delle performances e degli accessi, e si interfacci con il portale RITMARE.

Tenuto conto che l'integrazione delle diverse componenti di un sistema osservativo può essere sviluppata a differenti livelli:

- sistemi di misura (es. controllo di qualità, vocabolari, incertezze);
- formati di scambio (ad es. NetCDF) e metadati;
- servizi web/portale;

in SP5 è stata promossa l'integrazione a livello di rete attraverso l'identificazione e messa in opera di sistemi comuni di qualificazione dei dati, nonché nella standardizzazione di formati e servizi, che fossero coerenti con le iniziative internazionali, al fine di evitare la duplicazione degli sforzi.

E' stato ritenuto opportuno iniziare la costruzione di un sistema osservativo integrato a partire dalle componenti più "mature" e cioè dai sistemi satellitari e dai sistemi autonomi (*glider*).

Nel caso dei "siti fissi" è stato reputato necessario avviare innanzitutto alcune azioni di coordinamento fra le diverse infrastrutture osservative per arrivare ad un'integrazione dei sistemi esistenti basata su piattaforme che condividano: procedure di QA e QC (in tempo reale); procedure di trasmissione dati; formati e controllo dei formati; coerenza nelle variabili osservate.

L'*e-Infrastructure* che collegherà tutte le componenti di SP5 è stata concepita come un sistema complesso, di cui la componente IT (*Information Technology*) fa parte, che riceve (*input*) informazioni (*dati raw*) in tempo (quasi) reale, li elabora e li restituisce con un valore aggiunto (*output*), sotto forma di prodotti e servizi distribuiti. La componente IT dell'*e-Infrastructure* viene progettata e sviluppata in accordo con il Sottoprogetto7. Sulla base dello stato dell'arte e dell'analisi delle esigenze della comunità RITMARE, alla luce delle soluzioni proposte a livello nazionale ed internazionale, SP7 ha approntato un progetto ed avviato la realizzazione di prototipi per condividere dati e/o prodotti della ricerca RITMARE, sulla base di un'architettura decentrata che si basa su servizi di erogazione dei dati raccolti. In questo approccio giocano un ruolo fondamentale gli standard per i formati di interscambio, i metadati, i servizi interoperabili a base geografica. Nel processo di elaborazione del progetto, è stato messo in risalto quanto l'interoperabilità ad alto livello necessiti di una visione concettuale condivisa che riguardi sintassi e semantica dei dati, la loro vestizione ai fini della visualizzazione, i vocabolari adottati, ecc.

Alla base di questa *e-Infrastructure* vi sono sistemi e piattaforme di osservazione di diverso tipo (boe, immagini da satellite, radar HF, veicoli autonomi subacquei, sistemi modellistici di previsione, ecc.) che le nuove tecnologie oggi consentono di integrare in modo che "dialoghino" tra di loro. In questo modo ne risulta una copertura spaziale ottimizzata per una visione tridimensionale dell'ecosistema marino, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati ambientali essenziali.

Un'architettura distribuita di questo tipo presenta numerosi vantaggi:

- promuovere l'interoperabilità e la continuità dei processi di sistemi già esistenti o nuovi;

- consentire di servire in maniera ottimale diversi tipi di ‘sistemi’ ed utenti;
- facilitare l’accesso e la conservazione dei dati;
- permettere di esercitare controllo riguardo alle fasi di acquisizione ed analisi dei dati ;
- adiuvarne l’automatizzazione della pianificazione e la prosecuzione di un programma di osservazione.

Inoltre tale sistema ben risponde alle necessità che derivano dall’attuazione delle direttive europee in campo marino ambientale (WFD, MSFD, ecc.) che richiedono sistemi osservativi di monitoraggio ambientale per identificare gli effetti mitigatori delle buone pratiche ambientali sullo stato dell’ambiente marino.

La Figura 2 mostra a livello logico l’architettura del sistema osservativo RITMARE, che si basa sulla raccolta dati in tempo reale da diverse piattaforme osservative. Questo schema si basa sull’esperienza di oceanografia operativa maturata nei progetti MyOCEAN e ricalca le componenti già previste in questo ambito. MyOCEAN però non include al suo interno le componenti osservative ma solo una aggregazione di dati finalizzati alla generazione di prodotti ed alla loro qualificazione. Lo sforzo è quindi quello di creare un’*Infra-structure* in grado di partire dal sensore ed arrivare ad un prodotto che però si adegui agli standard de facto europei. Qui di seguito segue una breve spiegazione della struttura prevista.

Ciascuna piattaforma è associata ad una *Data Production Unit* (PU) che svolge essenzialmente attività di produzione dati e metadati, stoccaggio dei dati *raw* ed esecuzione dei controlli di qualità primari, basati su pratiche internazionali, secondo ben precisi protocolli QA/QC. Più piattaforme dello stesso tipo (es. più boe) possono afferire ad alla stessa PU.

Le Production Unit sono parte del rispettivo *Thematic Assembly Centre* (TAC), un centro distribuito con la finalità di raccogliere e qualificare i dati provenienti da piattaforme omologhe (es. punti fissi di misura). Tra i compiti del TAC, vi è inoltre quello riguardante l’esposizione dei dati validati attraverso le *Distribution Unit* (DU).

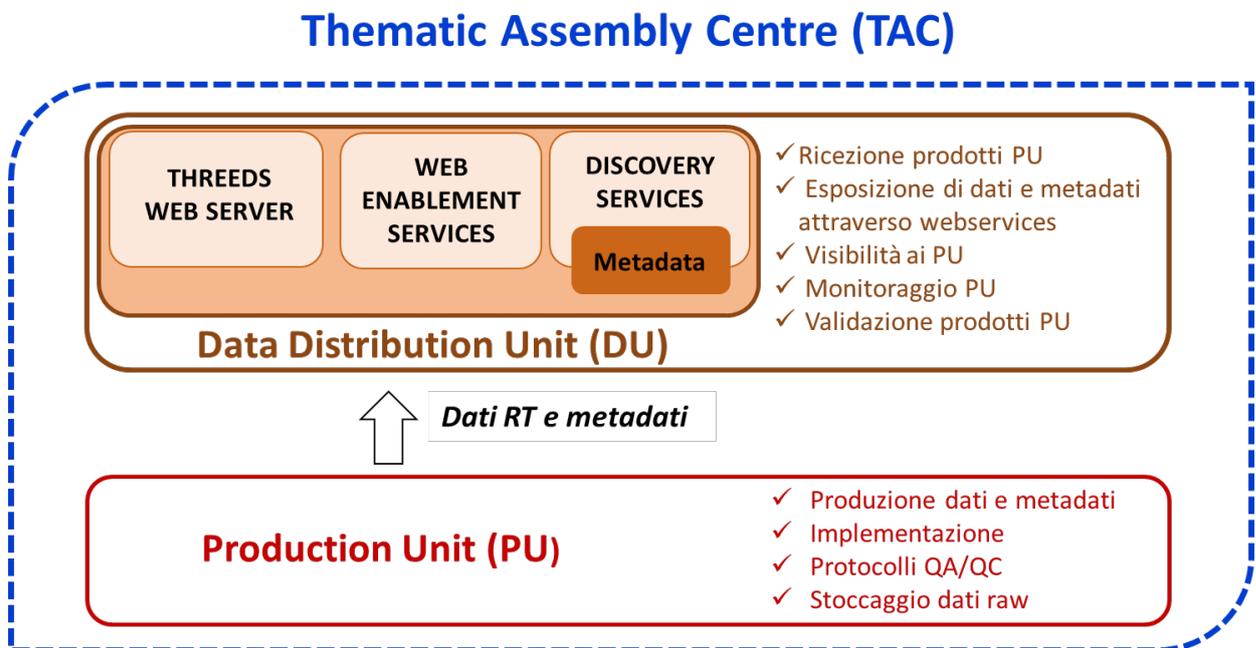


Figura 2 - Principali funzionalità e servizi della DU e della PU all’interno del TAC

Le osservazioni vengono messe a disposizione degli utenti interni ed esterni attraverso un “portale” che consente la ricerca dei dati di interesse (attraverso i loro metadati) e la visualizzazione ed accesso ai dati per mezzo di specifici servizi di *discovering, viewing, access e downloadin*.

Si rende opportuno semplificare al massimo il numero e le dipendenze tra componenti del sistema concentrando gli sforzi sulla *availability* e sul *quality assurance* dei dati raccolti, in quanto per avere una l’infrastruttura IT robusta occorre che questa sia ridondante, sicura (con sistemi anti intrusione aggiornati), affidabile e con uno staff che garantisca continuità operative nel tempo.

Il sistema osservativo concepito contempla anche una componente adattiva, costituita da sistemi “rilocabili” (es. *glider*, sistemi osservativi rilocabili di pronto intervento, etc.) che possono essere installati in aree specifiche che necessitano, per particolari obiettivi scientifici o al verificarsi di emergenze ambientali, di un’elevata copertura temporale e spaziale di osservazioni in situ.

Nell’architettura del sistema osservativo RITMARE sono inclusi anche collegamenti con infrastrutture di osservazione del mare indipendenti (es. EuroARGO, *Ship of Opportunity*, ecc.) che in linea di principio possono contribuire a completare il patrimonio di dati osservativi a disposizione della comunità RITMARE.

Lo schema proposto in Fig.3 è stato pensato anche in base alla situazione esistente prima di RITMARE e quindi sarà soggetto a revisione ed affinamento nel corso dello svolgimento del Progetto.

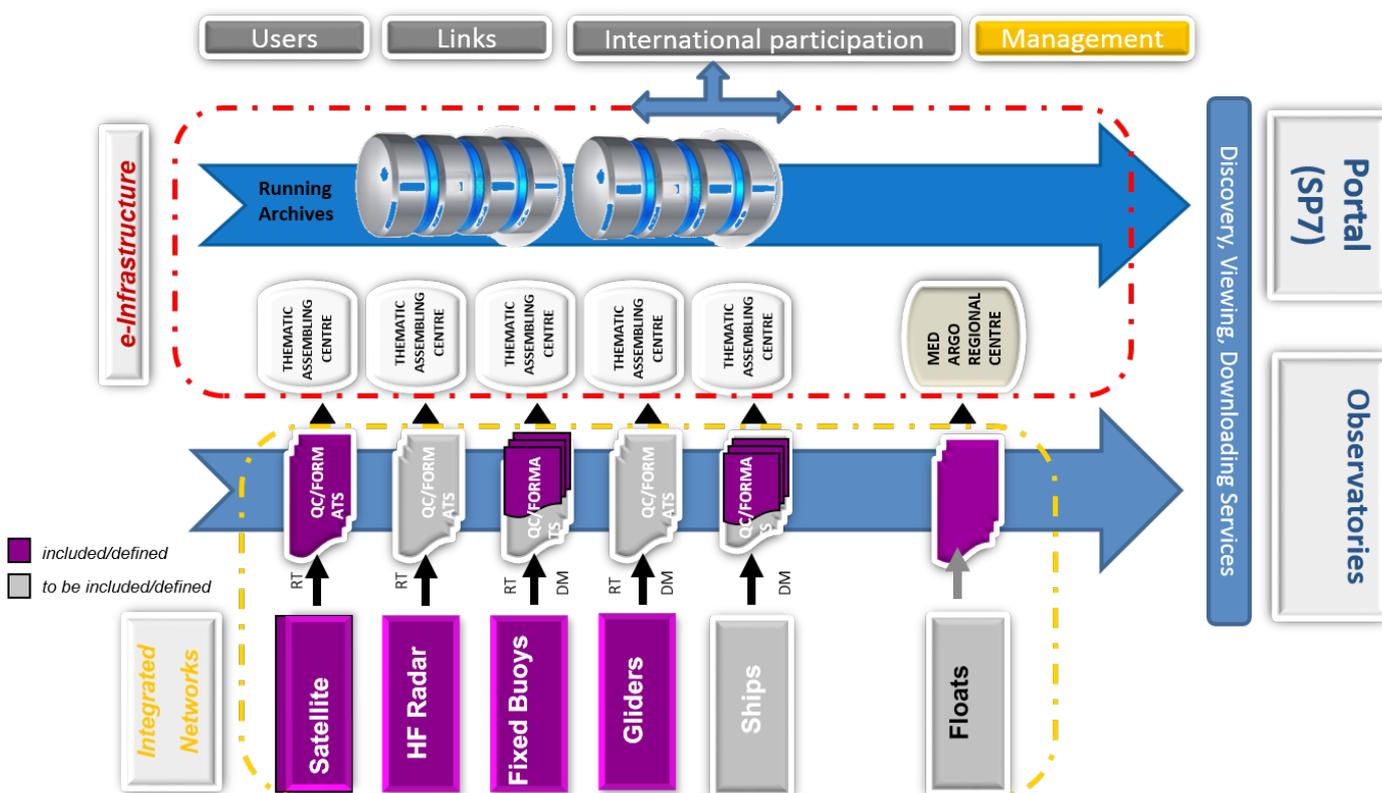


Figura 3- Schema logico del sistema osservativo RITMARE

I primi tentativi fatti per sviluppare la *e-Infrastructure* del sistema osservativo RITMARE sono stati basati su due diversi tipi di approccio, uno basato su un *web server* che, sfrutta la tecnologia Thredds in grado di fornire accesso a dati e metadati, l’altro basato su Servizi *Sensor Web*, secondo standard OGC (adottati a livello globale in ambito GEOSS). Il successo nello sviluppo di questo secondo tipo di approccio determinerà l’eventuale estensione ad ulteriori piattaforme osservative.

I primi tentativi fatti per sviluppare la *e-Infrastructure* del sistema osservativo RITMARE sono stati basati su server standard OGC (*Open Geospatial Consortium*, <http://www.opengeospatial.org/>), adottati a livello globale in ambito GEOSS, proposti per contesti osservativi e operativi diversi ed utilizzati dalla comunità scientifica con diversi stadi di maturità operativa. Si tratta in primo luogo di Unidata THREDDS *Data Server* (TDS), un *web server* che fornisce accesso a dati e metadati scientifici usando i protocolli OPeNDAP, OGC WMS e WCS, [http](http://). L’uso di TDS, molto diffuso all’interno della comunità dell’oceanografia operativa, è in genere accoppiato alla distribuzione dei dati in formato NetCDF (CF), un set di librerie software e di *data format self-describing e machine-independent* che supportano la creazione, accesso e condivisione di dati scientifici *array-oriented*.

In casi di studio di osservazioni in tempo reale da stazioni e piattaforme in situ, i servizi di *downloading, discovering e viewing* vengono basati su standard di OGC e di *Sensor Web Enablement* (SWE), in particolare SOS (*Sensor Observation Service*). L’impiego degli standard OGC® consente numerosi vantaggi, fra cui l’acquisizione ed integrazione (anche in tempo reale) di osservazioni da reti di sensori eterogenei e la

loro fruibilità da parte degli utenti; l'accesso on-line in modo interoperabile ai dati (codificati in base al modello O&M, *Observations and Measurements*) e ai metadati dei dati e dei sensori (SensorML, *Sensor Model Language*), l'implementazione di tutti i suddetti servizi in una *Spatial Data Infrastructure* (SDI).

I dati (e i metadati), una volta esposti mediante i servizi web, potranno essere fruiti dai diversi utenti (intermedi e/o finali) sulla base di *client* per il *discovery* e la visualizzazione, che vanno progettati a seconda delle esigenze e degli obiettivi che ci si prefigge, esplicitandone caratteristiche e funzionalità attraverso la definizione dei casi d'uso che ricorrono maggiormente nelle comunità di riferimento con cui si interfacciano i ricercatori di SP5 (ad es. altri ricercatori, *stakeholder*, decisori, ecc.).

## ATTIVITA' SVOLTE A SUPPORTO/IN COLLEGAMENTO CON ALTRI SP

Si descriveranno in breve qui di seguito alcune delle azioni condotte che hanno permesso il collegamento con altri SP.

### SP5 - Sistemi osservativi

Con riferimento alle attività di disseminazione dei dati e prodotti ottenuti dalla “rete osservativa integrata” RITMARE, si è vista l’opportunità di stringere una collaborazione con SP7 (Infrastruttura interoperabile per la Rete Osservativa e i dati marini).

Questa collaborazione nasce dalla esigenza di utilizzare al meglio tecniche e infrastrutture ICT per gestire tempestivamente i dati e i prodotti derivanti dalle piattaforme del SO RITMARE.

Nello specifico si è lavorato congiuntamente a:

- progettazione del Portale della rete osservativa RITMARE;
- sviluppo ed applicazione, in casi di studio di osservazioni real time da stazioni e piattaforme in situ, di servizi di *downloading, discovering e viewing* basati su Servizi Sensor Web, tipo SOS (*Sensor Observation Service*);
- installazione ed utilizzo dell’applicazione *Starter Kit* (SK), pacchetto software sviluppato per favorire la condivisione di dati geospaziali e/o osservativi attraverso servizi web interoperabili conformi agli standard nazionali ed internazionali.

La collaborazione con SP7 è stata particolarmente proficua e gli incoraggianti risultati raggiunti rappresentano un incentivo per una più stretta integrazione futura delle attività fra i due Sottoprogetti.

### SP5\_WP1 - Design di osservatori integrati multi-piattaforme ed interdisciplinari formati da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, navi di opportunità

Alla luce delle attività condotte in seno ad SP5, per la costruzione di un prototipo funzionante di “sistema osservativo integrato” dei mari italiani, questa Azione ha interagito con **SP6\_WP2\_AZ3\_UO02** (Workshop di progetto per gli *stakeholder*) nell’attività di individuazione degli *stakeholder* strategici per le finalità di RITMARE, concentrando specificamente l’attenzione nella determinazione di interlocutori specifici per SP5.

Si è contribuito ad identificare quei soggetti che possono essere coinvolti a vario livello e per ragioni diverse nell’implementazione di un sistema osservativo integrato, estendendo l’analisi dal contesto italiano anche a quello europeo.

Lo studio condotto (presentato in SP6\_WP2\_AZ3\_UO02\_D01) potrà essere usato come base in SP5 per il coinvolgimento attivo dei soggetti individuati attraverso l’organizzazione di un workshop a loro dedicato.

### SP5\_WP4\_AZ3\_UO02 - Sviluppo delle componenti del sistema

L’attività di questa UO ha contribuito alle attività di **SP3\_WP3** per la campagna MREA (*Marine Rapid Environmental Assessment*) svoltasi nel Golfo di Taranto:

MREA è una metodologia scientifica che consente di acquisire quelle informazioni sulle condizioni ambientali che permettono di prendere decisioni rapide per la gestione di operazioni a mare.

Nell’esperimento MREA condotto è stata ulteriormente affinata la metodologia per l’acquisizione di osservazioni usate per la correzione dei modelli, al fine di ottenere accurate condizioni iniziali e migliorare le previsioni dei campi idrodinamici.

L’attività della campagna si è articolata in:

- Campagne di acquisizione dati CTD a bordo del Galatea dell’IIM (due nella zona

settentrionale e di mare aperto del Golfo di Taranto, una nel Mare Grande e una a scala costiera, nell'area prospiciente il Mare Grande;

- Campionamento ADCP e rilascio di drifters realizzato in contemporanea da imbarcazioni CNR (nell'ambito delle attività RITMARE) nel Mare Grande.
- Acquisizione di dati da satellite di altimetria, di SST e di colore da MyOcean, a complemento di quelli raccolti in situ.

Durante la campagna MREA le previsioni (del sistema MFS-Ritmare) messe a disposizione del personale del Galatea e i dati raccolti sono stati assimilati in tempo reale in questo sistema.

Modelli a scala sotto-regionale e costiera, sviluppati per quest'area sono stati quindi inizializzati in tempo reale dal sistema MFS-Ritmare.

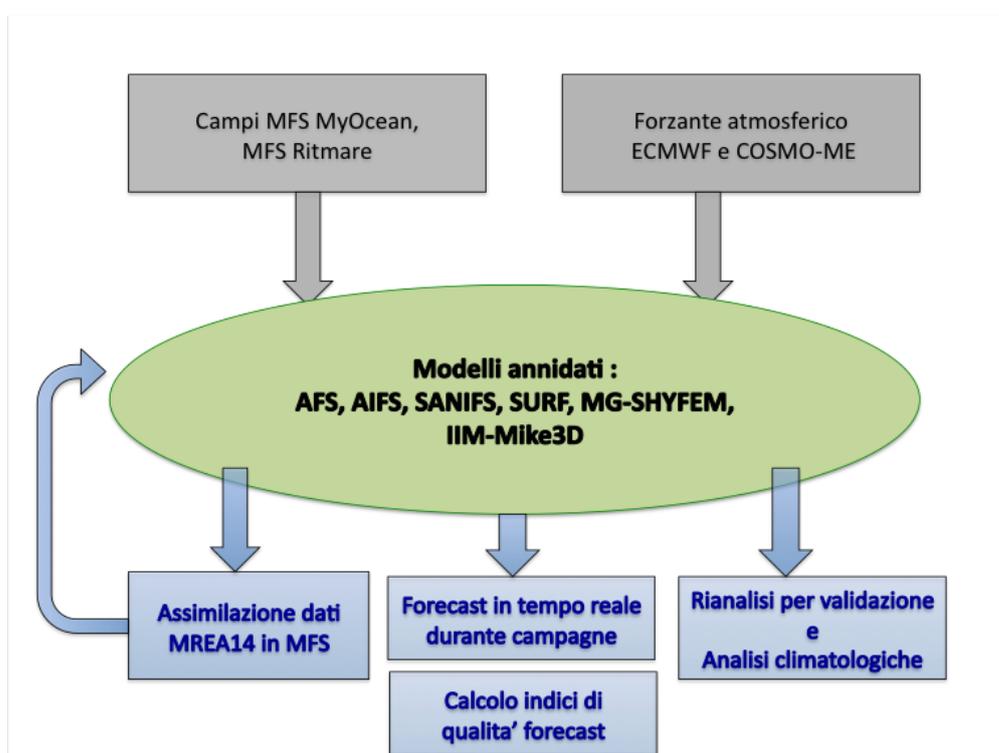


Figure 4 - Strategia modellistica per la campagna MREA14

I modelli impiegati per l'attività di modellistica nell'ambito della campagna MREA sono elencati nella tabella di seguito.

Acronimo	Responsabilita'	Modalità (forecast/analisi/simulazione)
MFS-MyOcean	INGV	Forecast/analisi/simulazione
MFS-RITMARE	INGV	Forecast/analisi/simulazione
AFS	CMCC	Forecast/simulazione
AIFS	CMCC	Forecast/simulazione
SANIFS	CMCC	Forecast/simulazione
SURF	UNIBO	Forecast/simulazione
MG-SHYFEM (RITMARE)	CNR-ISMAR	Forecast/simulazione
IIM-Mike3D	IIM	Forecast/simulazione

Tabella 6 - Modelli disponibili per l'attività modellistica nell'ambito della campagna MREA

## SP5\_WP4\_AZ3\_UO05 - Sviluppo delle componenti del sistema

L'attività di questa UO è svolta in sinergia con l'unità **SP2-WP2-AZ1-UO02**.

Il lavoro svolto ha come obiettivo lo sviluppo del modello accoppiato fisico-biogeochimico del Nord Adriatico.

È stato completato l'accoppiamento del modello fisico MITgcm con il modello biogeochimico BFM che è stato scelto per le attività del presente progetto.

- MITgcm è un modello stato dell'arte per lo studio dei processi fisici oceanici e atmosferici a molteplici scale e adotta la tecnica di integrazione dei volumi finiti. Include parametrizzazioni alternative per la risoluzione dei processi non risolti direttamente dal modello. Il modello è supportato da una comunità di utenti e sviluppatori ed il codice e la documentazione sono scaricabili dal sito <http://mitgcm.org/>.
- *Biogeochemical Flux Model* (BFM) è un modello che descrive la dinamica dei principali processi biogeochimici della componente bassa della catena trofica. Nella configurazione adottata, BFM descrive i cicli di azoto, fosforo, silicio, carbonio, ossigeno nella fase inorganica disciolta, nel plancton e nel comparto del particolato e del disciolto organici. Le dinamiche del plancton sono parametrizzate considerando diversi gruppi funzionali: produttori, consumatori e decompositori (batteri). BFM risolve il sistema carbonatico partendo dalle variabili carbonio inorganico disciolto (DIC) e alcalinità, e fornisce la stima del pH, della speciazione del DIC e dei flussi di CO<sub>2</sub> all'interfaccia aria-acqua. Il codice BFM è supportato da una comunità di utenti e sviluppatori (<http://bfm-community.eu>).

L'accoppiamento tra i due modelli è stato realizzato sviluppando due *coupler*: uno per il modello BFM (BFMOD) e uno per il modello MITgcm (*BFMcoupler*), come indicato in Fig. 5.

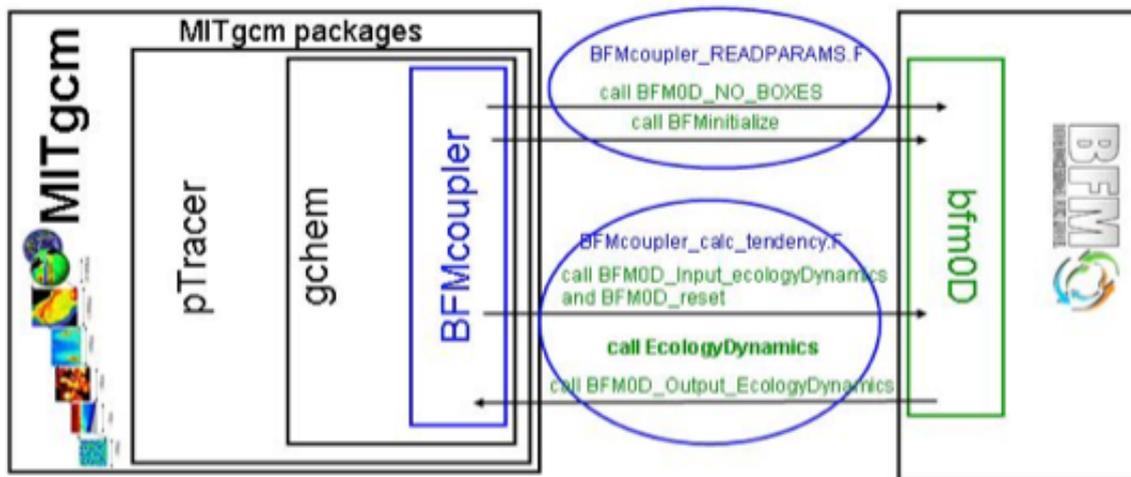


Figura 5 - Schema dell'accoppiamento dei modelli MITgcm e BFM

Soltanto i due *coupler* comunicano tra loro, scambiano informazioni e condividono spazio di memoria. In questo modo non sono necessarie modifiche alle altre componenti dei due modelli che sono continuamente aggiornati dalle due rispettive comunità. Una nuova versione di uno dei due modelli, necessita soltanto la modifica del rispettivo *coupler* senza doversi preoccupare del modello stesso.

Sono in corso i test del modello accoppiato su domini idealizzati.

E' proseguita l'attività di configurazione del modello fisico MITgcm per il dominio Adriatico, testando differenti forzanti atmosferici provenienti da diversi modelli: RegCM4 (ICTP), Aladin (*Meteorological and Hydrological Service of Croatia*), Aladin (ARSO-Slovenia).

### **SP5\_WP3\_AZ3\_UO02 - Progettazione di sistemi osservativi rilocabili di pronto intervento**

Insieme ad un approfondimento dell'approccio metodologico nell'utilizzo dei sistemi osservativi rilocabili, questa UO si è dedicata in particolare alla pianificazione di un sistema rilocabile utile all'identificazione del segnale delle acque nord Adriatiche che fluiscono verso il bacino meridionale.

Nell'ambito della collaborazione con **SP3\_WP3\_AZ1\_UO07**, l'UO ha contribuito a progettare, eseguire e testare (tra l'estate e l'autunno 2013) nell'area nord Adriatica un sistema di Rapid Response Environmental Assessment (REA) per l'identificazione rapida di contaminanti dispersi da una sorgente localizzata costiera.

### **SP5\_WP5\_AZ1 - Flotta italiana di strumenti autonomi**

Questa UO ha collaborato con **SP3\_WP3\_AZ1** alla pianificazione ed esecuzione di una campagna di misura congiunta, eseguita in prossimità del delta del fiume Po in dicembre 2014.

In tale occasione sono stati impiegati, insieme ad un sistema REA, alcuni drifter CODE al fine di acquisire misure di corrente e di temperatura superficiale utili per lo studio della dispersione a medio e lungo termine del segnale associato al fiume e dei suoi eventuali contaminanti.

### **SP5\_WP2\_AZ3\_UO03 - Implementazione della rete dei radar costieri**

Questa UO ha condotto la sua attività in sinergia con **SP6\_WP1\_AZ3\_UO03** (Infrastruttura di supporto dei radar costieri). Il lavoro svolto è stato incentrato principalmente sulla risoluzione di alcune criticità riguardanti l'aggiornamento *hardware* e *software* dei radar costieri HF di tipo WERA di proprietà OGS. Contestualmente si è proceduto all'acquisto di strumentazione necessaria alla calibrazione e manutenzione dei sistemi radar HF.

Sono inoltre state avviate le procedure per il rilascio dei permessi di trasmissione per i radar HF da installare nel Golfo di Trieste e nel Canale di Sicilia ed effettuati i primi sopralluoghi per l'identificazione delle aree di installazione più idonee.

L'UO ha altresì collaborato con gli altri partecipanti all'Azione nella definizione di standard di interoperabilità dei dati, sulle procedure di controllo di qualità dei dati radar e sulla validazione degli algoritmi di inversione.

Analogamente, si è lavorato alla risoluzione di alcune problematiche riguardanti il sistema radar HF SeaSonde (CODAR) principalmente legati alla vetustà della componentistica e alla sua degradazione, per uso continuato in ambienti ostili per temperatura, umidità e salinità, e si è proceduto con l'acquisto di un terminale di potenza per l'amplificatore del trasmettitore. L'attività condotta ha anche riguardato l'implementazione di metodologie QA/QC per sistemi CODAR e l'implementazione di algoritmi di mappatura radiali-totali.

## CONCLUSIONI

L'attività condotta da SP5 è stata in generale svolta nei modi e nei tempi previsti dal Piano Esecutivo di RITMARE, nonostante la limitata chiarezza sulla durata e sulla effettiva portata economica del Progetto.

La disponibilità e il grande spirito di collaborazione dei partecipanti al Sottoprogetto hanno consentito in alcuni ambiti di raggiungere risultati che sono andati al di là al di là delle previsioni iniziali. In particolare, pur essendo un Sottoprogetto a forte caratterizzazione tecnologica, la produzione scientifica prodotta è risultata ampia e di vasta portata.

Gli sforzi di aggiornamento/ampliamento delle infrastrutture hanno permesso entrare a pieno titolo in alcuni progetti europei (es. JERICO, FixO3, GROOM, ILTER, LIFEWACHT) che presuppongono la disponibilità di strumentazione aggiornata.

Importanti passi avanti sono stati fatti nell'ambito dell'adozione di della *Data Policy* in RITMARE SP5, in vista di una sua piena applicazione, sebbene ci siano ancora alcune criticità da risolvere.

Gli incoraggianti risultati derivanti dalle fattive collaborazioni con Azioni/UO di altri Sottoprogetti, hanno rafforzato i risultati raggiunti in SP5 e allo stesso tempo facilitato il raggiungimento degli obiettivi per le altre Azioni/UO.

Lo stretto collegamento con altri progetti internazionali è stato fondamentale per la definizione del *modus operandi* nella delineazione della *e-Infrastructure* e dei protocolli a cui le piattaforme devono conformarsi in modo da garantire prodotti qualificati ed allineati agli standard internazionali.

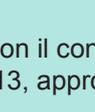
Ci sono tuttavia delle criticità in particolare legate alla frequente commistione tra RITMARE ed altre iniziative/progetti che supportano le infrastrutture marine rendendo non sempre evidente il contributo originale di RITMARE. In generale i risultati di SP5 non sono ancora stati ben valorizzati all'esterno e non si è avuto ancora tempo nel adottare una strategia di disseminazione adeguata agli sforzi.

Non trascurabili difficoltà sono derivate dalla discrepanza fra le tempistiche progettuali e quelle nominali, determinando talvolta un disallineamento nelle attività fra enti e consorzi coinvolti.

L'ambizione di SP5 di costruire un prototipo che sia la base del futuro sistema osservativo marino italiano, con caratteristiche infrastrutturali permanenti, si contrappone alla criticità della sostenibilità del sistema RITMARE legata alla durata limitata del Progetto e, nel caso specifico di SP5, anche alla sinergia con progetti esterni non duraturi.

## SOMMARIO

INTRODUZIONE .....	5
STATO DELL'ARTE.....	6
WP1 - Design di osservatori integrati multi-piattaforme ed interdisciplinari formati da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, navi di opportunità .....	6
WP2 - Sistemi osservativi basati su dati telerilevati .....	7
WP3 - Rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare .....	10
WP4 - Sistemi di previsione .....	13
WP5 - Strumenti autonomi.....	16
SVILUPPO DEL SISTEMA OSSERVATIVO NEI PRIMI DUE ANNI DI RITMARE.....	17
WP1 - Design di osservatori integrati multi-piattaforme ed interdisciplinari formati da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, navi di opportunità .....	17
WP2 - Sistemi osservativi basati su dati telerilevati .....	18
WP3 - Rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare .....	21
WP4 - Sistemi di previsione .....	22
WP5 - Strumenti autonomi.....	23
LA <i>E-INFRASTRUCTURE</i> PER L'INTEGRAZIONE DELLE COMPONENTI DEL SISTEMA OSSERVATIVO RITMARE.....	26
ATTIVITA SVOLTE A SUPPORTO/IN COLLEGAMENTO CON ALTRI SP .....	30
CONCLUSIONI .....	34



Questo documento è stato pubblicato con il contributo del Progetto Bandiera RITMARE,  
finanziato dal MIUR nell'ambito del PNR 2011-2013, approvato dal CIPE con delibera 2/2011 del 23.03.2011.

