

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO
DIPARTIMENTO DI ECOLOGIA E SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA
ECOLOGIA E GESTIONE DELLE RISORSE BIOLOGICHE - XX CICLO.

TITOLO TESI DI DOTTORATO DI RICERCA
STUDIO DI FATTIBILITA' DEL PROGETTO SAILING VOS PER LA CALIBRAZIONE DI
MODELLI ECOLOGICI E DI DATI SATELLITARI NELL'AMBITO DI MFSTEP

BIO/07

Coordinatore: Dott. Roberta Cimmaruta

Firma

Tutor: Prof. Marco Marcelli

Firma.....

Dottoranda: Alessandra Petri

Firma

INDICE

OBJECT AND AIM.....	4
OGGETTO E SCOPO.....	5
1 PREMESSA.....	7
2 CONTESTO SCIENTIFICO.....	8
2.1 La rappresentazione sinottica.....	8
2.2 Scale spazio temporali dei processi oceanografici.....	10
2.3 Scale spazio-temporali e piattaforme di misura disponibili.....	12
2.4 Il supporto dei Modelli.....	14
2.5 L'importanza delle misure in Real Time.....	16
2.6 Mediterranean Forecasting System.....	18
2.7 Voulontary Observing Ship (VOS).....	19
2.8 La flotta VOS attualmente operativa in Mar Mediterraneo.....	20
2.8.1 L' XBT's (EXpandable BathyTermograph).....	21
2.9 Alcuni sviluppi tecnologici per il VOS: T-FLAP	22
2.9.1 IL T-FLAP.....	23
3 STUDIO DI FATTIBILITA' DI UN PROGETTO SAILING VOS	26
3.1 Come nasce l'idea.....	26
3.2 La scelta della piattaforma di misura	26
3.3 STIMA COMPARTO NAUTICO IN ITALIA.....	27
3.3.1 Parco nautico non immatricolato.....	27
3.3.2 Parco nautico immatricolato.....	30
3.3.3 Uno sguardo al Mar Mediterraneo.....	31
3.3.4 Ipotesi di copertura spaziale.....	31
3.4 PRIMO TEST CON PIATTAFORMA PILOTA SAILING VOS.....	36
3.4.1 Problematiche di bordo.....	41
3.4.2 Analisi dei dati.....	42
3.5 SVILUPPO DI UN SISTEMA AD HOC PER IL SAILING VOS.....	45
3.5.1 Sviluppo del prototipo EcoBluBox	47
3.5.2 Descrizione dei sensori dell'EcoBluBox.....	50
3.5.3 L'importanza della conducibilità per l'oceanografia.....	50
3.5.4 Sensore di conducibilità prototipo EcoBluBox.....	55
3.5.5 Calibrazione del Prototipo EcoBluBox.....	56
3.6 TEST A MARE CON PROTOTIPO EcoBluBox.....	59
3.6.1 Acquisizione dei dati.....	63
3.6.2 Requisiti operativi una sintesi	66
3.6.3 Campi specifici di impiego.....	67
3.6.4 Ipotesi di indagine.....	67
3.6.5 Possibile Ampliamento delle misure.....	68
3.6.6 Ulteriori applicazioni della struttura base dell'EcoBluBox.....	69
4 PARTE DI RICOGNIZIONE E ANALISI DI MERCATO.....	70
4.1 Misuratori in continuo presenti in commercio: SeeKeepers 1000.....	70
4.1.1 Vantaggi.....	72

4.1.2 Svantaggi.....	72
4.2 FEE: Manifestazione d'interesse per il progetto EcoBluBox.....	72
4.3 Altre parti interessate alla fattibilità dello progetto EcoBluBox.....	73
4.4 Uno sguardo ai progetti che richiamano una collaborazione con le Università.....	74
5 CONCLUSIONI.....	76
Bibliografia.....	77

OBJECT AND AIM

Sailing VOS Project is a feasibility study regarding the Eco-BluBox instrumental system that is a, low cost, multiparametric improvement, of T-FLAP prototype (A temperature and fluorescence Launchable Probe), a technological developments occurred during MFSTEP Project (2003-2006). The main aim is to adapt the instrumental, to different oceanographic measure platforms, such as sailing pleasure craft

Efficient tools to deal a control of the climate variability are those who manage to give a high synopticity, such as satellites measures. They give a wide variation of the phenomenon, repeated over time; but, they need of continue calibration via in situ real time data; the same it can be said for ecological models.

Being able to provide many real-time data in homogeneous mode give the opportunity to bridge the gap that exists between reality and prediction.

The Sailing VOS feasibility study seeks to identify the instrument oceanographic component for better define the executive step of the project. It's paying attention to the following requirement mission:

- Low cost;
- Small size;
- Adaptability to multiple platform of measure existing;
- Construction of a *data base* continuously updated;
- Obtaining measurements of sea surface.

The feature of operational oceanography will be able to improve the connection between Observation Systems and Ocean/Ecological models.

The purpose of this work is to give a new impetus in oceanographic studies; dedicated to physical and biological variability of sea surface; starting from the concept of great relevance, dictated by Economic Scientific needs, to know in deeper mode the global climate balance of the earth.

OGGETTO E SCOPO

Il Progetto Sailing VOS è lo studio di fattibilità riferito all'implementazione multiparametrica, a basso costo, del sistema strumentale EcoBluBlox. Esso parte dagli sviluppi tecnologici del prototipo T-FLAP (sonda a perdere che misura le variabili di temperatura e fluorescenza di clorofilla a), avvenuti durante il progetto UE MFSTEP (2003-2006). E si adatta a differenti piattaforme di misura non oceanografiche, come le unità da diporto a vela.

Validi strumenti per affrontare il controllo della variabilità climatica sono quelli che riescono a dare una sinotticità elevata, come per esempio i satelliti, che ci danno una variazione spaziale ampia del fenomeno e ripetuta nel tempo; essi, però, come i modelli ecologici, necessitano di continue calibrazioni tramite dati *in situ* in *Real Time*. Riuscire a disporre di numerosi dati in tempo reale e in maniera omogenea permette di avere a disposizione, sempre più, l'opportunità di colmare quella distanza che intercorre tra realtà e previsione.

Lo studio di fattibilità del Sailing VOS, cerca di individuare le componenti del sistema strumentale oceanografico, per definire al meglio i dettagli che lo conducano alla fase esecutiva del progetto, ponendo attenzione ai seguenti requisiti di missione:

- basso costo;
- modeste dimensioni;
- adattabilità a molteplici piattaforme di misura già esistenti;
- costituzione di un *data base* continuamente aggiornato;
- ottenere misure della superficie del mare.

Il futuro dell'oceanografia operativa sta proprio nel riuscire a migliorare la connessione tra sistemi di Osservazione e modelli Oceanico/Ecologici, nonché il suo inquadramento nel mercato della ricerca, pura e applicata, relativa al mare.

Lo scopo di questo lavoro è quello di dare un impulso innovativo nell'affrontare studi oceanografici dedicati alla variabilità fisica e biologica della superficie del mare, partendo dal

concetto, di grande attualità e legato al bisogno Economico/Scientifico, di conoscere in maniera più profonda l'equilibrio globale della terra.

1 PREMESSA

L'oceanografia è una scienza giovane ed in continua evoluzione, che sta suscitando notevole attenzione nei comparti internazionali, sia scientifici che politico/sociali, perché ad essa si rimandano risposte a domande difficili, quali cambiamenti legati alla variabilità del clima e al grado di interazione che può avere l'uomo nell'accelerare e modificare questa variabilità, rispetto al naturale corso del tempo.

Più riusciamo ad approfondire questo grado di conoscenza, più precise potranno essere le regole, da dare per cambiare l'approccio, all'uso della risorsa marina in tutti i suoi aspetti.

E' fondamentale riconoscere il ruolo dell'oceano nel nostro sistema di vita, e il suo valore per le generazioni future.

Il report dell' *Independent World Commission of the Ocean*, già nel 1998, recitava che “l' Oceanografia sarebbe diventata più olistica, più interdisciplinare e più internazionale”. Questo perché l'oceano interagisce, contemporaneamente, sia a livello locale, regionale, nazionale e globale, con il resto dei comparti, atmosferici e terrestri; nessun comparto viene lasciato isolato, anzi, sono le zone di *'boundary'* quelle che necessitano di più attenzione.

I cambiamenti climatici sono la parte centrale del dibattito riguardo le conseguenze delle attività umane, sull'ambiente globale, mentre il futuro evolversi del clima può esercitare contrasti di potere sull'evoluzione dell'economia, specialmente nei paesi in via di sviluppo.

L'opinione pubblica appoggia l'idea che l'importante è ridurre le emissioni. Ma involontariamente, si corre il rischio di interpretare male le evidenze. Occorre apprezzare l'evoluzione del clima della terra che è governato, da un ampio *ranges* di fattori, i quali sono tutti collegati in un'intrigante catena di processi fisici, ed identificare quali di questi influiscono maggiormente, ed entrano prima in gioco, per capire al meglio il cambiamento del clima.

Ora, più che in passato, abbiamo l'esigenza di risolvere e prevedere i cambiamenti globali, e di far avvicinare l'opinione pubblica alle problematiche, considerate fino a pochi decenni fa, tipicamente scientifiche,

2 CONTESTO SCIENTIFICO

2.1 La rappresentazione sinottica

La migliore copertura spazio-temporale è garantita soltanto dal *telerilevamento*, tecnica che ha avuto un enorme sviluppo negli ultimi venti anni. Essa ha ampliato il limite di visione al di fuori della prospettiva della terra. Questa innovazione ha dato un ampio contributo allo studio sinottico dei parametri ecologici ad alta variabilità.

I processi ecologici marini sono fortemente modulati dalle dinamiche fisiche oceaniche: vortici, sistemi frontali, onde interne, circolazione verticale, gyres. Sono fenomeni, che, cambiano rapidamente nello spazio e nel tempo, i quali influenzano la distribuzione di nutrienti e del fitoplancton, generando processi difficilmente osservabili.

Un ruolo di primaria importanza, nelle problematiche relative al *Global Change*, considerato dagli oceanografi estremamente importante, e che si manifesta all'interno della mesoscala, è il fenomeno della *Biological Pump*.

All'interno di questo fenomeno si racchiudono tutte quelle trasformazioni biologiche che contribuiscono alla formazione di materia organica dalla CO_2 e quindi, allo smaltimento di carbonio nei sedimenti marini.

Importanti parametri per rappresentare la *Biological Pump* sono, certamente, la *Produzione Primaria* e la *Biomassa Fitoplanctonica*.

L'osservazione *sinottica* di questi parametri porta ad approfondire la conoscenza di processi (esempio: I cicli biogeochimici marini) che consentono la comprensione dell'ecosistema pelagico e di quale sia il suo ruolo nel *Global Change*.

Il pianeta terra gode di temperature capaci di rendere possibile la vita. Ciò avviene perchè i gas serra come, il vapore acqueo, la CO_2 e il metano, assorbono calore a differenti lunghezze d'onda. Per il futuro della terra è importante tenere sotto controllo questi gas, in particolare la CO_2 , che, a causa dell'attività industriale dell'uomo, è nettamente aumentata.

Molte onde elettromagnetiche sono assorbite e scatterate dall'atmosfera e così, non vengono usate per questo proposito, ma altre lunghezze d'onda possono penetrare nell'atmosfera con interferenze minori, quali le onde del visibile e parte dell'infrarosso.

I sensori del remote sensing (da satellite) possono essere di due tipi: passivi e attivi a

seconda di quali parametri occorre misurare. I sensori passivi rilevano le radiazioni scatterate dal mare stesso, generalmente in infrarosso e microonde, mentre gli attivi emettono energia elettromagnetica e ne registrano la sua riflessione lavorando generalmente, nel microonde e nel visibile.

Con questi sensori si possono misurare alcune proprietà base del mare come, la temperatura, la rugosità e la pendenza (*slope*). Si possono anche ricavare, per esempio, le misure di lunghezza d'onda appropriate, il colore e produrre una stima del contenuto di clorofilla a e quindi della produzione primaria della superficie dell'oceano. Dall'analisi, invece, dei dati di pendenza (*slope*) del mare, si possono derivare le misure delle correnti, dei gyres mentre la rugosità può essere interpretata in termini di velocità del vento.

Nel *remote sensing*, sicuramente l'aspetto che interessa più da vicino l'ecologia marina è l'osservazione, del colore del mare dovuta alla concentrazione di fitoplancton, alla concentrazione di materia organica e inorganica disciolta in superficie.

La conoscenza del colore può essere convertita in misure di concentrazione di clorofilla a, di sedimento e di aerosol sospesi sul campo marino.

Quattro dei principali campi di applicazione, per i dati di colore dell'oceano, possono essere identificati :

- nel ciclo del carbonio in oceano (tramite una stima della concentrazione di fitoplancton);
- nel regime termico dello stato superficiale dell'oceano;
- nella gestione della pesca;
- nella gestione della fascia costiera.

Una limitazione del *telerilevamento* è, sicuramente quella di non riuscire a raccontarci molto di come le proprietà e la composizione del mare cambiano con la profondità. Manca, cioè, la visione della distribuzione delle variabili misurate sulla scala spaziale verticale.

I passaggi dei satelliti sono innumerevoli, ne esistono di geostazionari, che volano in orbite che seguono la rotazione della terra e rilevano in continuo una stessa area, mentre ne esistono altri che monitorano un'orbita e quindi passano su uno stesso luogo ogni 6-8 ore.

Per *minimizzare l'errore, calibrare e validare* le misure dei sensori satellitari è

indispensabile la regolare comparazione con i dati acquisiti in mare, ciò ha portato ad avere l'esigenza sia di nuove strumentazioni oceanografiche, che di nuovi metodi e piattaforme di misura per acquisire dati in *Real Time*, cioè in una scala spazio-temporale paragonabile all'acquisizione dei sensori satellitari.

2.2 Scale spazio temporali dei processi oceanografici

Ogni processo oceanografico, fisico o biologico, si muove all'interno del suo sistema di riferimento ed è definito da precise scale spazio temporali le quali spesso si vanno a sovrapporre parzialmente.

Il sistema di riferimento in oceanografia è formato da uno spazio tridimensionale (il mare) e da una quarta dimensione il tempo). La maggior parte dei fenomeni ha un'elevata variabilità lungo la verticale, ed una forte omogeneità nella dimensione orizzontale. I fenomeni biologici ed ecologici risultano associati ai fenomeni fisici, e da questi dipendono nelle loro scale spaziali e spesso a questi si associano nelle loro scale temporali.

Dallo schema sotto si evince, che i fenomeni fisici e quelli biologici, che ne scaturiscono, spesso non sono coincidenti, ma quasi sempre manifestano lo stesso ordine di grandezza.

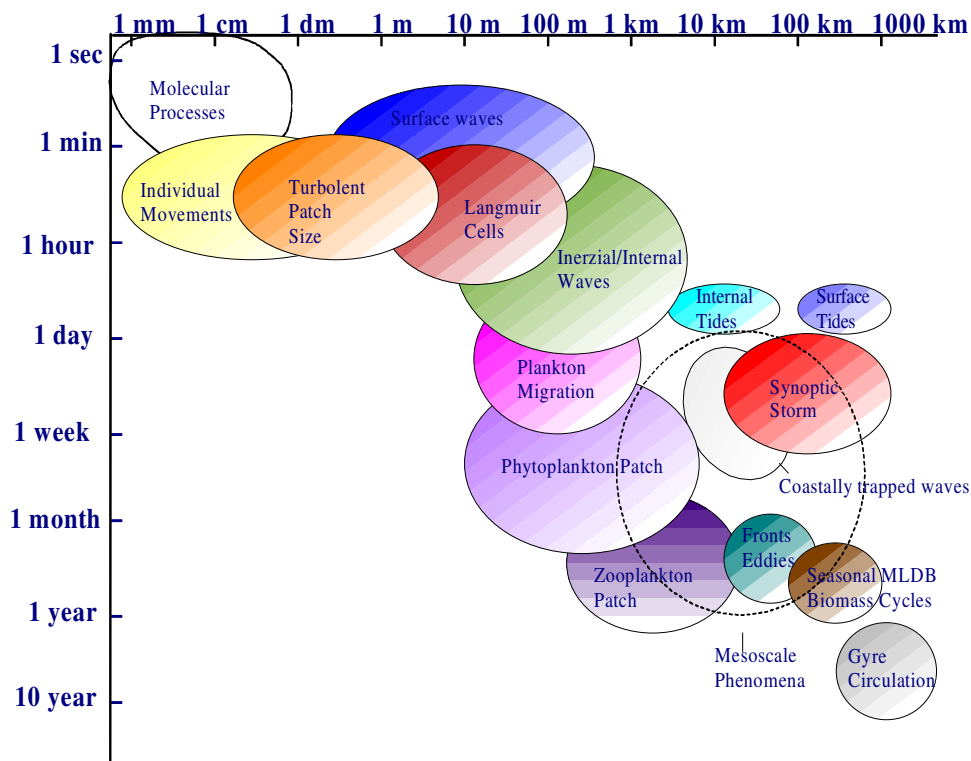


Fig 1: Scale di alcuni fenomeni fisici e di alcuni fenomeni biologici ad essi collegati negli oceani superiori (Dickey 1991).

Se è appurato che i fenomeni fisici alimentano, addirittura a volte generano, e sicuramente sempre condizionano una serie di processi biologici; è meno facile riscontrare una reciprocità evidente tra il comparto bioto e quello abiotico.

Il problema in oceanografia è proprio quello di effettuare delle indagini adeguate alle scale spazio-temporali dei fenomeni che occorre studiare. Spesso questo problema è dovuto alla limitazione intrinseca delle piattaforme di misura disponibili.

Le dinamiche fisiche e biologiche, nel Mar Mediterraneo, sono associate a processi a mesoscala generati da instabilità barocliniche, con scale spaziali nell'ordine di 10-100 km e scale temporali dell'ordine di 10/100 giorni. La risoluzione di dinamiche biologiche associate con processi a mesoscala richiedono, sia osservazioni di base adeguate, che appropriate parametrizzazioni della variabilità, per arrivare a definire scale più ampie come quelle del clima e dei modelli ecologici.

Le osservazioni con le navi oceanografiche sono, e rimarranno, estremamente utili per studiare

i vari processi e per effettuare un'ampia varietà di esperimenti, ma non potranno mai definire la risoluzione della variabilità biogeochimica a mesoscala.

Piattaforme autonome, e strumenti con appropriati sensori, permettono sistemi complementari innovativi per osservare questa variabilità.

2.3 Scale spazio-temporali e piattaforme di misura disponibili

Per comprendere i processi fisici e biologici si ha la necessità di poter comparare, nello stesso insieme spazio-temporale, i comparti biotico e abiotico misurando sinotticamente le variabili descrittive.

Solitamente questi processi vengono modellizzati mediante algoritmi che considerano diverse variabili facilmente misurabili e calcolano quelle che sono rappresentative del processo stesso, come per esempio la produzione primaria. La funzionalità dei modelli dipende in larga misura dalla disponibilità in ingresso dei dati, che a loro volta dipendono dall'osservazione dei fenomeni fisico-chimici e biologici a meso, o macro scala; la risposta tecnologica alle necessità di avere misure si è evoluta, principalmente, verso la messa a punto di strumenti e tecniche in grado di fornire dati misurati sinotticamente (Dickey,1988; Williams, 1995).

Tecnologie usate per valutare le variabili, come la stima della produzione primaria e delle misure di biomassa, che regolano le risorse e la salute degli oceani, sono principalmente il telerilevamento e tutte le piattaforme autonome che forniscono approcci complementari alla risoluzione a mesoscala, sia per i processi biogeochimici, che per i processi fisici. Questi includono navi opportunità (VOS), boe fisse, boe lagrangiane, strumenti profilanti, gliders e veicoli autonomi ondulanti.

Gli schemi sotto evidenziano le coperture operative delle varie piattaforme oceanografiche sia sulla scala orizzontale che sulla scala verticale. Il telerilevamento consente un'elevata sinotticità spaziale dell'osservazione (Lohrenz et al. 1988; Woods, 1998), ma non riesce ad indagare sulla terza dimensione, la profondità. (Strass e Woods,1988).

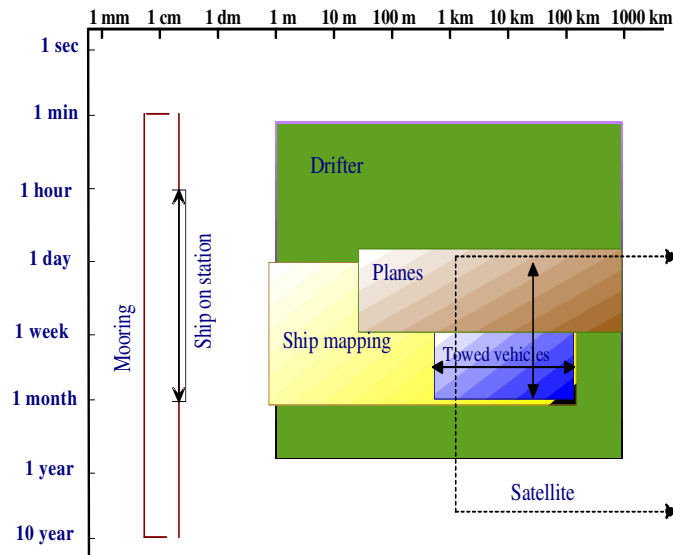


Fig 2: Copertura Orizzontale spaziale e temporale di alcune piattaforme (Bidigare,1992)

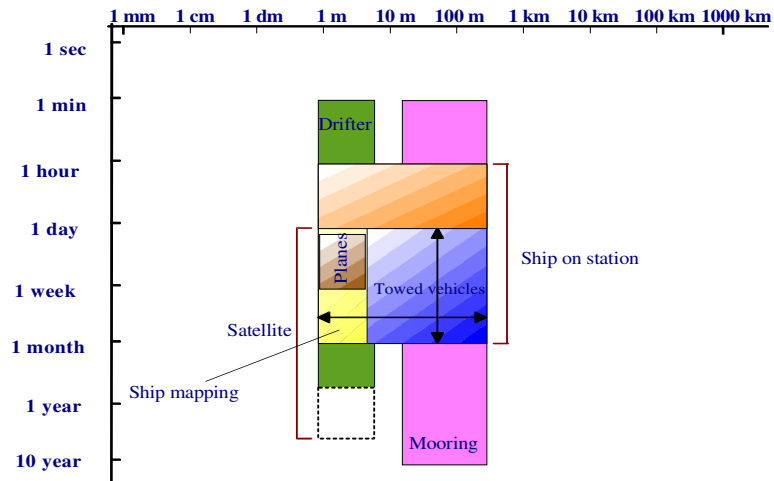


Fig 3: Copertura verticale spaziale e temporale di alcune piattaforme (Bidigare,1992)

Le osservazioni in situ dei processi a mesoscala in mare sono tradizionalmente difficili e costosi da fare. Il bilancio tra risoluzione spaziale, escursione verticale e le misure

sinottiche conducono a compromessi assunti come accettabili, ma che in pratica non lo sono.

2.4 Il supporto dei Modelli

Risorse umane, tecniche e finanziarie frenano la domanda di misure efficienti, specialmente nell'oceanografia. I campionamenti richiedono una conoscenza a priori delle scale. Esiste ancora una mancanza di sistemi di osservazione *in situ* multidisciplinari, operazionali e ad ampio bacino. Il telerilevamento da satellite restituisce una visione sinottica del fenomeno come la concentrazione di clorofilla a, e la temperatura superficiale, ma le misure richiedono costanti di validazione. L'integrazione tra campo di campionamento e tecniche di remote sensing potrebbe essere migliorato per lo sviluppo di modelli ecologici di previsione.

La stima di produzione primaria nella zona eufotica attraverso il remote sensing è stata basata sulla radianza del visibile misurata con il CZCS (costal zone colour scanner). Ci sono relazioni per calcolare la produzione integrale sulle misure superficiali, ma esse richiedono conoscenze sui parametri fotoadattivi come il massimo di fotosintesi, il quale non può essere ottenuto dallo spazio (Balch e Byrne, 1994). Unico modo per quantificare la validità del modello è compararlo con le misure *in situ*.

I dati da satellite sono alla base di molti studi, ma l'analisi dei singoli sensori, e dei singoli parametri non può essere considerata esaustiva. L'informazione proviene da differenti piattaforme, (come da satelliti o *in situ*); questi sono un mezzo chiave per estendere la nostra conoscenza, per esempio dalla superficie del mare fino al fondo del mare. Molti metodi sono stati proposti e sono basati principalmente su tecniche empiriche e statistiche. C'è un chiaro bisogno di ottimizzare ed estendere l'esistente metodologia, esplorando la possibilità di identificare semplici descrittori o parametrizzazioni del sistema per considerazioni teoriche.

All'interno di questo contesto, si può operare con due differenti approcci: uno riguarda l'assimilazione dei dati rilevati nei modelli numerici, l'altro è puramente di osservazione, e consiste nel tentativo di recuperare molte informazioni dalle sole misurazioni.

La complementarità di questi due approcci si trova nella necessità per gli oceanografi

sperimentali di studiare dall'esperienza consolidata dei modellisti, come trattare al meglio i dati in analisi statistiche, e nella necessità per i modellisti di capire pienamente l'informazioni contenute nelle osservazioni che devono essere assimilate in modo da definire algoritmi sempre più efficienti.

Risultati incoraggianti sono ottenuti nel reperire le informazioni provenienti da più discipline, come una naturale conseguenza di una rafforzata collaborazione tra fisici, biologi, chimici e oceanografi.

C'è la tendenza da parte degli oceanografi fisici di utilizzare la stima di distribuzione di fitoplancton tramite il colore dell'oceano come tracciante per la superficie dinamica. Similmente, i modelli biologici hanno permesso di stimare la velocità verticale associata ad eventi di upwelling, attraverso sequenze di immagini satellitari della concentrazione di clorofilla a, e SST. (Ruiz and Navarro, CIESM, Workshop Monographs, 2005)

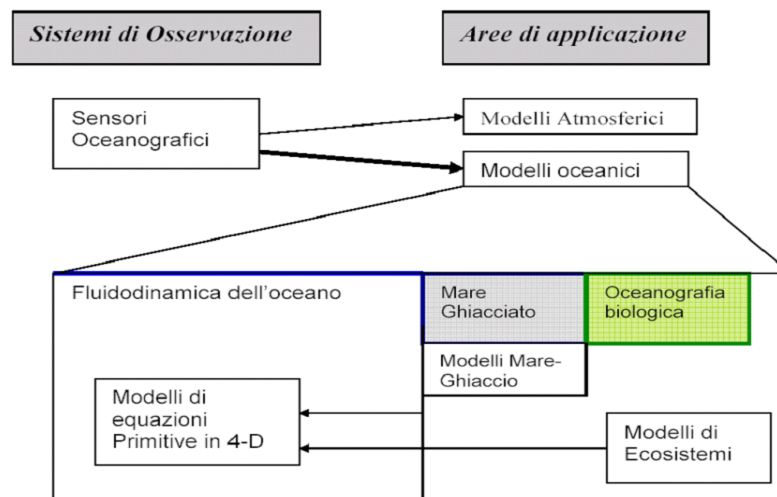


Fig 4: Schema che illustra le relazioni tra Sistemi di Osservazione e Aree di Applicazione

Per quanto riguarda i sistemi di osservazione abbiamo appurato che la sinotticità in mare non è facilmente ottenibile. Possiamo cercare di perseguirla analizzando i fenomeni

spazio temporali con sistemi quasi-sinottici, tramite:

- campagne oceanografiche brevi di massimo un giorno;
- misurazioni multiparametriche in continuo;
- l'acquisizione di immagini e dati da satellite;
- l'utilizzazione di modelli ecologici.

L'integrazione di differenti metodi, permette di effettuare un passo in avanti sul concetto di sinotticità, ma per fare questo occorre sviluppare nuovi sistemi di acquisizione, trasmissione e assimilazione dei dati. In questo lavoro ho cercato le basi per l'implementazione di uno strumento capace di monitorare la superficie marina; tale prototipo vuole creare un mezzo di giunzione tra strumentazioni che percepiscono la variabilità del sistema su scale differenti. Quest'ultima caratteristica creerà una maggiore possibilità di calibrare i dati e di rendere più attendibile l'interpretazione degli stessi.

2.5 L' importanza delle misure in *Real Time*

Nell'ultimo decennio l'Oceanografia Operazionale Mondiale sta cercando di sviluppare nuovi sistemi di acquisizione, trasmissione e assimilazione dati.

La tendenza generale è quella di voler raccogliere e trasmettere dati oceanografici in tempo reale, i quali possono essere usati per integrare e calibrare misure da satellite e modelli ecologici. Tale tema risulta di estrema attualità nel mondo scientifico, e rispecchia le linee guida dettate da organismi internazionali come il World Meteorological Organization (WMO) e L'International Oceanographic Commission (IOC) dell'UNESCO.

Nei prossimi decenni, la sicurezza, la navigazione sostenibile, lo sfruttamento delle risorse e la salvaguardia dell'ambiente marino, inteso sia a livello locale che globale, deriveranno sempre più dalla capacità di capire e prevedere il mare e gli oceani. Questa crescita dipenderà dallo sviluppo di nuovi campi operazionali in oceanografia, per dare un continuo aggiornamento dello stato del mare nel presente e nel futuro. Occorre che tutte le osservazioni siano sistematiche, costanti, con costi accessibili, di alta qualità, per lungo periodo, disponibili in un tempo breve e specifiche per gli usi richiesti dai committenti finali.

A livello globale, la richiesta di aumentare le informazioni di oceanografia operativa ha implicato e implicherà sforzi coordinati per l'ottenimento di osservazioni sistematiche dell'oceano.

Uno dei programmi, concepito come guida a scala globale per le osservazioni, la modellizzazione e l'analisi della variabilità marina, (tramite il supporto operativo dei servizi oceanici) è stato sviluppato nel 1989, dall' IOC ed è denominato Global Ocean Observing System (GOOS). Il GOOS risponde alle domande dell' UNCED dell'Agenda 21. Fornisce un'accurata descrizione del presente stato dell'oceano, includendo le risorse viventi, le previsioni in continuo delle condizioni future dello stato del mare e nel minor tempo possibile. Tutto ciò serve, anche, come base per le previsioni del Global Change.

Occorre migliorare i servizi oceanografici, perché i dati che ne derivano sono essenziali per effettuare le previsioni del tempo e del clima, e per pianificare scelte economiche future.

Il GOOS è suddiviso in varie alleanze regionali che si focalizzano su aree più specifiche come l'Europa, con il programma EuroGOOS e il Mar Mediterraneo, con il programma MedGOOS, nate rispettivamente nel 1994 e nel 1998.

L' EuroGOOS porta avanti gli obiettivi del GOOS, enfatizzando lo sviluppo di nuove e esistenti tecnologie, aventi basso costo e un uso minimo di risorse umane (EuroGOOS, 1997) per:

1. migliorare le previsioni in continuo delle condizioni del mare in maniera più veloce possibile;
2. migliorare le descrizioni dello stato attuale del mare, incluse le risorse economiche;
3. Costruire un *dataset* a lungo termine il quale fornirà dati per la descrizione dello stato passato e mostrando la tendenza e il cambiamento nel futuro.

Il programma MedGOOS ha proiettato i sopra elencati obiettivi sul Mar Mediterraneo.

Il Mar Mediterraneo per la sua conformazione e dimensione è una regione oceanica dove la mesoscala gioca un ruolo determinante sulle caratteristiche della circolazione, sulla distribuzione delle masse d'acqua e sul funzionamento dei vari ecosistemi. E' considerato un modello rappresentativo degli oceani anche, se consta solo l'1% della superficie degli stessi. Il suo bacino semi-chiuso lo rende un ecosistema unico, e un ricettore, particolarmente

significativo, per la valutazione dei cambiamenti climatici su scala globale.

Per questo motivo ho ritenuto interessante sviluppare il mio studio di fattibilità per il Sailing VOS in due aree del Mar Mediterraneo:

1. Tirreno centrale nelle aree marine del litorale Laziale (Civitavecchia – Roma);
2. L'area off-shore del Mar di Sardegna

2.6 Mediterranean Forecasting System

Mediterranean Forecasting System (MFS) è parte del Global Ocean Observing System (GOOS). La sua nascita è legata alla necessità di incrementare la disponibilità di dati, sia in numero che in quantità, sullo stato del Mar Mediterraneo, di procedere alla previsione delle correnti sulla base dei dati collezionati in tempo, quasi reale e di migliorare le conoscenze sui processi chiave della circolazione marina.

Il primo sistema operativo e di previsione del Mediterraneo fu messo in essere durante il progetto pilota MFSPP (Mediterranean Forecasting System Pilot Project) nel 1999 (Pinardi et al. 2003) ed era legato alla divulgazione e all'implementazione della previsione delle variabili fisiche. Il sistema è stato implementato in una seconda fase denominata MFSTEP (Mediterranean Forecasting System Toward Environmental Prediction) dove oltre alle osservazioni e alle previsioni delle proprietà fisiche del Mar Mediterraneo, si è cercato di aggiungere lo studio della variabilità dello stato biologico, tramite la costruzione di strumentazioni multiparametriche a basso costo (es. T-FLAP e SAVE). Esiste ancora una mancanza di sistemi di osservazione in situ multidisciplinari operazionali e ad ampio bacino. Il telerilevamento da satellite restituisce una visione sinottica del fenomeno come la concentrazione di clorofilla a, e la temperatura superficiale, ma questa indagine richiede misure costanti di validazione; l'integrazione tra campo di campionamento e tecniche di remote sensing potrebbe essere migliorato per lo sviluppo di modelli ecologici di previsione.

Ognuno di questi necessita di due parti essenziali: un sistema di osservazione e un sistema di modellazione numerica, in grado di acquisire dati per effettuare le previsioni.

Le zone che necessitano attenzione sono quelle costiere, l'ipotesi più accreditata è che

la variabilità fitoplanctonica in queste aree sia fortemente connessa alla forzante fisica e agli apporti continentali. E' quindi necessario osservare e modellizzare il sistema fisico fino alle coste e calibrare/validare i modelli di ecosistema nella zona costiera.

2.7 Voulontary Observing Ship (VOS)

Il VOS è uno dei programmi internazionali che è entrato a far parte di MFS dal 1999 ed si basa sostanzialmente sulla collezione di dati di temperatura a scala di bacino, attraverso il Voulontary Observing Ship-VOS System.

Il sistema di monitoraggio VOS, si avvale del supporto di navi commerciali che durante la normale attività di navigazione, vengono usate come piattaforme di misura alternative alle navi da ricerca, con notevole abbattimento dei costi. Gli strumenti usati per l'acquisizione dei dati in Near Real Time, gli eXpandable BathyTermograph – XBT's, sono sonde a perdere, che rilevano profili di temperatura.

A tal proposito ricordiamo che le navi oceanografiche da ricerca hanno un costo elevatissimo: circa 10.000 euro/giorno, e il numero di dati, che inviano è esiguo rispetto alla necessità della ricerca oceanografica; con l'uso delle navi commerciali si ottengono vantaggi sia per l'abbattimento dei costi, sia per il quantitativo di dati acquisiti.

I programmi internazionali, negli scorsi venti anni, hanno definito gli scopi e le procedure osservative del VOS .

Il più importante è il SOOP (Ship Of Opportunity Program) che provvede a coordinare tutti i sistemi VOS voluti dalle nazioni.

L'MFSTEP è uno degli ultimi progetti entrati a far parte di questo sistema internazionale.

I requisiti del programma VOS/MFSTEP sono i seguenti:

1. I dati devono essere raccolti per studiare la mesoscala spaziale (10-12 nm) e la scala temporale sinottica (15gg);
2. I dati devono essere disponibili in *Near Real Time*, ossia entro un giorno dall'acquisizione;

3. L'accesso ai dati avviene tramite il sistema GST (Global Telecommunication System) definito dal WMO per distribuire dati nella rete meteorologica mondiale;
4. Prima della divulgazione i dati devono aver subito il controllo di qualità.

Un'ulteriore opportunità di raccolta dati a costi contenuti può essere offerta dall'uso di imbarcazioni civili non commerciali.

2.8 La flotta VOS attualmente operativa in Mar Mediterraneo

La flotta VOS operativa fino al 2006 nel Mar Mediterraneo era di circa 7200 unità delle quali 2500 inviavano dati ogni giorno. Ogni unità trasferiva in media 5000 osservazioni/die (dato MFSTEP tra il 2004 e il 2006, Fig 5).

Negli ultimi anni a causa della diminuzione dei finanziamenti si è rilevato un abbassamento del *trend* di dati acquisiti e trasmessi, come mostrato in Fig 6.

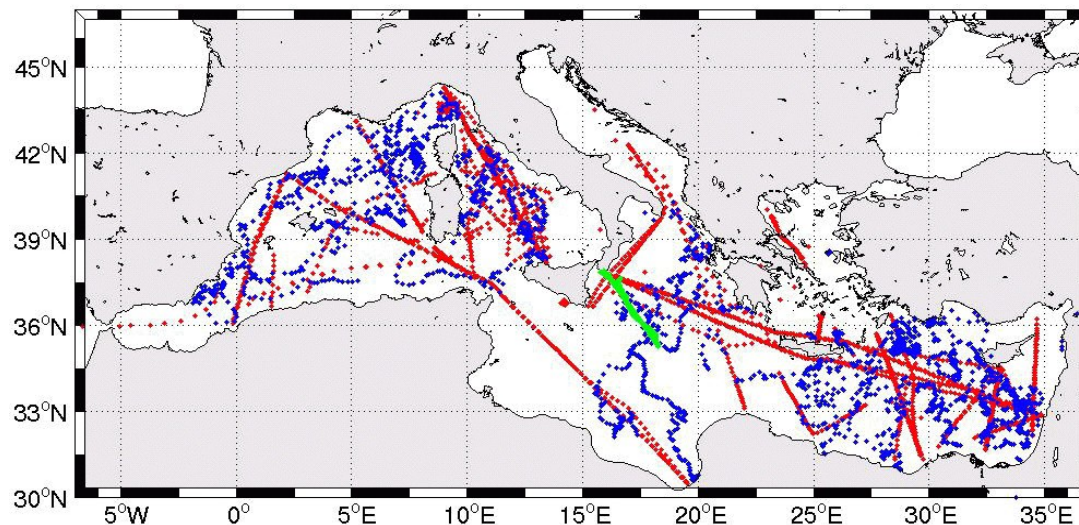


Fig 5: Rotte Flotte VOS attualmente presenti in Mar Mediterraneo. In rosso acquisizioni XBT's, in Blu acquisizioni ARGO, in Verde acquisizioni GLIDER

I mezzi di campionamento VOS attualmente più utilizzati sono le sonde eXpandable BathyTermograph (XBT's) che restituiscono profili di Temperatura, e le sonde ARGO che oltre al profilo di Temperatura restituiscono anche i profili di Salinità.

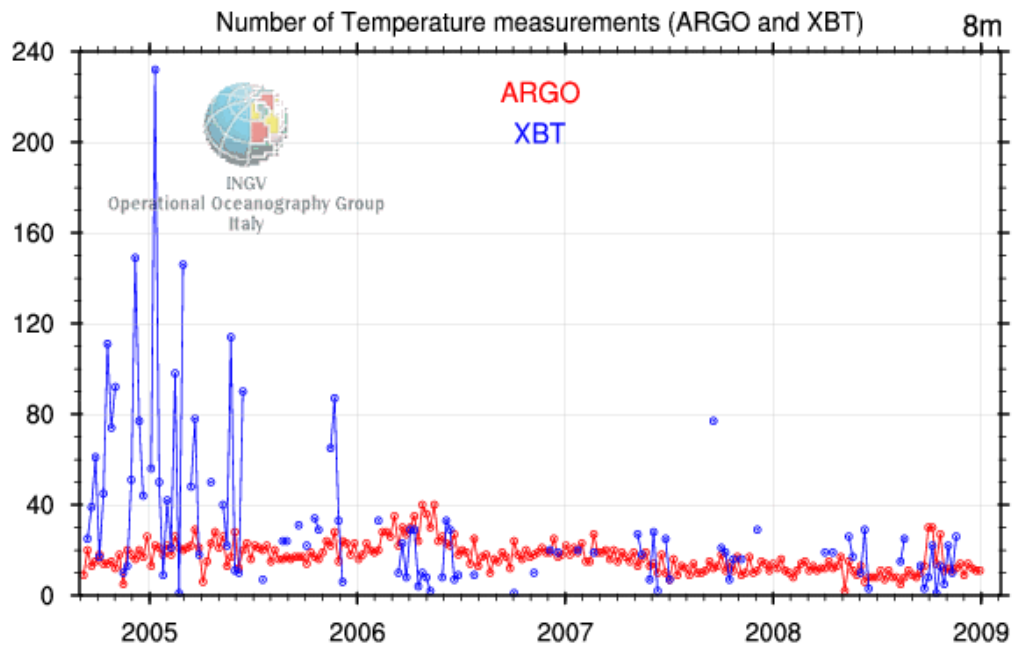


Fig 6: Numero di misure di Temperatura (XBT e ARGO)

2.8.1 L' XBT's (EXpandable BathyTermograph)

Sono sonde a perdere che misurano solo la temperatura ($^{\circ}\text{C}$, nel Mar Mediterraneo fino a un massimo di 700m). Esse hanno la caratteristica di essere lanciate con la barca in movimento, questo aspetto permette un'abbattimento notevole dei tempi di campionamento e di conseguenza una migliore indagine di campo.



Fig 7: XBT's con lanciatore portatile

La trasmissione del dato avviene tramite un cavo finissimo di rame connesso al PC di bordo che si rompe dopo che la sonda ha raggiunto la profondità limite. Per far sì che lo strumento raggiunga la velocità costante di caduta nonostante la nave sia in movimento, il filo di rame conduttore è arrotolato in due bobine che al momento del lancio si srotolano contemporaneamente: una di essa è inserita nella sonda, mentre l'altra rimane a bordo nel lanciatore XBT's. Questo sistema a doppio srotolamento permette anche di minimizzare le interferenze dell'allungamento e lo stress del filo indotto dallo spostamento della nave, dal vento, dall'onda, dalla corrente. La sonda ha un profilo idrodinamico con una parte appesantita e l'altra formata da alette antirotazione che le permettono di cadere perpendicolarmente e ad una velocità costante. Il sensore di temperatura è posto nella parte anteriore il cui valore di resistenza varia in funzione della temperatura dell'acqua in cui si trova immerso; poiché il sistema è mantenuto a una differenza di potenziale costante, lungo il filo di rame, il circolo della corrente è inversamente proporzionale alla Resistenza complessiva del termistore e del filo ($I=V/R$). Questa corrente è misurata attraverso un software che tramite un algoritmo la traduce in Temperatura (in °C).

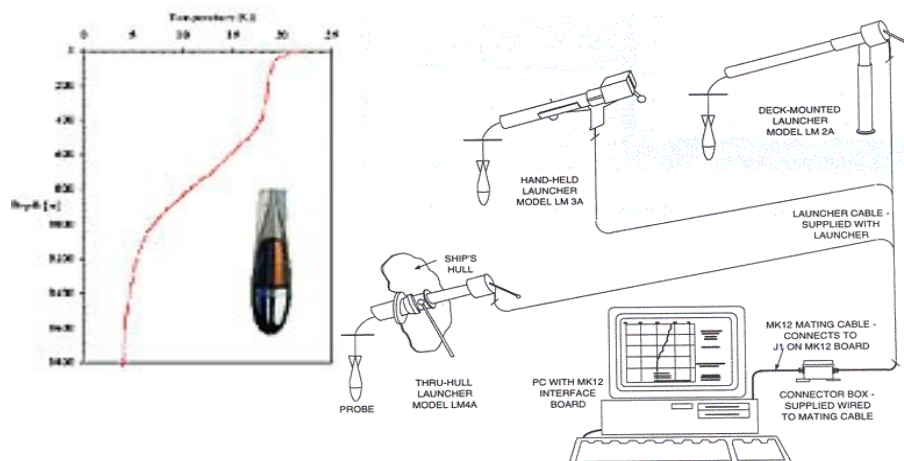


Fig 8: Sistema XBT's: Tipi di lanciatori, Sonde, Interfaccia Software su PC

La temperatura ricavata deve essere associata a corrispondenti valori di profondità. Poiché nella sonda non è presente un sensore di pressione, la profondità è ricavata tramite la velocità limite ed il tempo che intercorre tra il momento in cui la sonda, entrando in acqua si attiva fino a quando termina l'acquisizione. Il ciclo di registrazione dei dati inizia quando l'elettrodo collegato al termistore tocca l'acqua di mare, in questa maniera avviene la chiusura del circuito.

2.9 Alcuni sviluppi tecnologici per il VOS: T-FLAP

Nel periodo di attuazione dell'MFSTEP, il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina del DECOS (Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile) dell'Università della Tuscia, essendo partner del progetto, ha sviluppato la tecnologia del T-FLAP, strumento a perdere che rappresenta l'evoluzione dell'eXpandable BathyTermograph (XBT's): la sonda diventa multiparametrica e trasmette in modalità digitale; oltre alla Temperatura diventa possibile misurare la variabile di Fluorescenza di clorofilla a. L'obiettivo, di aggiungere misure di profili di fluorescenza di clorofilla a, e profili fisici di temperatura, è quello di avere una maggiore informazione sulla concentrazione di clorofilla a, in mare. La clorofilla a, è un indice di biomassa fitoplanctonica ed è

importante per caratterizzare la produttività marina. La possibilità di usare profilatori in continuo, con misure di fluorescenza attiva, è molto importante nello studio del fitoplancton in *Real Time*. Questo è il miglior modo per interpretare la variabilità del mare (Marcelli et al. 2006).

Lo sviluppo del T-FLAP deriva dal concetto simile all' XBT's , ma oltre ad essere fornito di un cavo di rame che conduce il segnale alla scheda del computer, è stato implementato con un sistema elettronico a più canali, che oltre, all'acquisizione della fluorescenza di clorofilla a, può essere integrato con altri parametri di misura (Es.: Conducibilità, PAR etc.).

2.9.1 IL T-FLAP

La sonda T-FLAP è un prototipo che può stimare la fluorescenza di clorofilla a, e la Temperatura dell'acqua marina, arriva fino a una profondità di 350 m. Essa come l'XBT's viene lanciata con la nave in movimento. Le dimensioni di questa sonda, un po' più grandi dell' XBT's sono 8 cm di diametro e 35.9 cm di lunghezza .

I dati vengono trasmessi attraverso il cavo di rame arrotolato su due bobine che si srotolano con lo stesso concetto dell' XBT's.

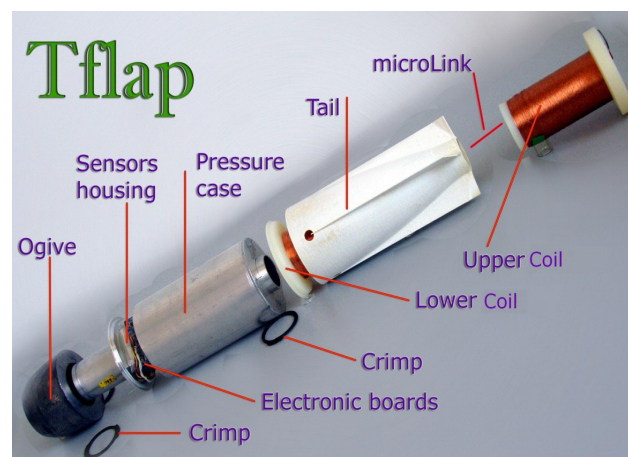


Fig 9: T-Flap e i suoi componenti

La cella di misura, dove fluisce l'acqua, è costruita in un alluminio anti corrosivo. In questo tubo sono sistemati i sensori che sono in collegamento diretto con l'acqua, mentre nella parte esterna sono sistemata l'elettronica e le batterie.



Fig 8bis: T-Flap: Temperature and Fluorescence LAnchable Probe

Il fluorimetro è composto da Blue LEDs di lunghezza d'onda 430, 450, 470 nm; da un filtro che seleziona la lunghezza d'onda da 430 a 480 nm; da un elemento semiconduttore amplificato che funziona da ricettore e da un filtro ottico che seleziona una luce rossa a più di 600 nm.

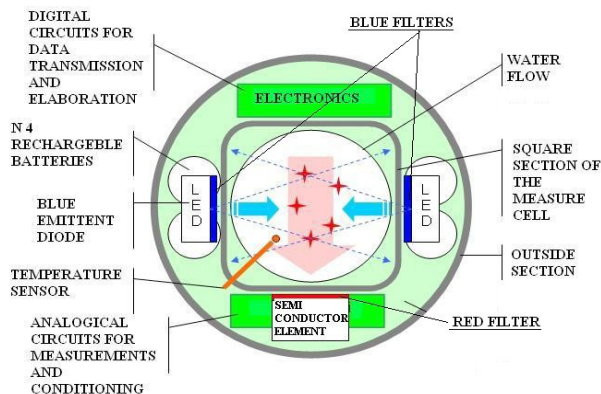


Fig 10: T-FLap: Cella di Misura di Fluorescenza di Clorofilla a

La misura della Temperatura è effettuata attraverso un bulbo di vetro di micro

dimensioni di 10mm per un diametro di 1.5 mm. Esso ha una sensibilità sulle variazioni di temperatura di 0.01°C e la variazione dinamica di 0.05 ms.

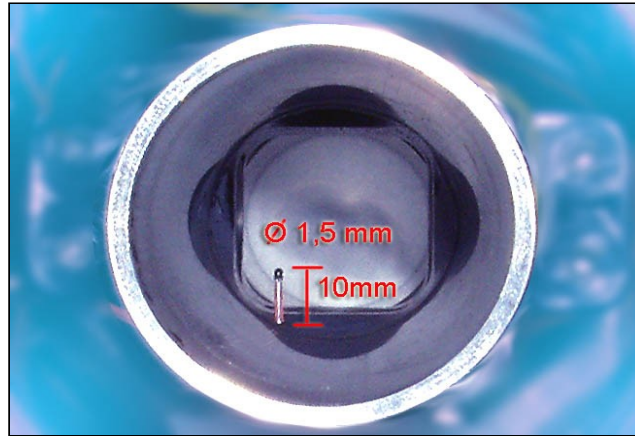


Fig 9bis: T-Flap: Sensore di Temperatura

La trasmissione dei dati viene interfacciata a un pc Windows Hyper Terminal.

Lo strumento T-Flap ha ottenuto il brevetto europeo per quanto riguarda tutte le sue possibili applicazioni e le sue caratteristiche tecniche, compresa la trasmissione in digitale e l'eventuale possibilità di aggiungere altri sensori sui canali liberi predisposti.

3 STUDIO DI FATTIBILITA' DI UN PROGETTO SAILING VOS

3.1 Come nasce l'idea

L'idea nasce dalle linee guida del programma VOS, e dalla necessità di mettere in uso nuove piattaforme di misura a basso costo capaci:

- di avere una buona copertura spazio-temporale;
- di sperimentare differenti metodologie oceanografiche sviluppate durante il progetto UE MFSTEP per incrementare l'ottenimento di dati utili alla calibrazione da satellite e dei modelli ecologici.

Le fasi di lavoro:

1. verifica sperimentale della possibilità di sviluppare le barche a vela come piattaforme di misura;
2. Sviluppo tecnologico e realizzazione;
3. Test a mare.

3.2 La scelta della piattaforma di misura

La scelta della piattaforma di misura è ricaduta su un'unità da diporto notoriamente non adatta ad effettuare misure oceanografiche: la barca a vela.

La motivazione di questa scelta sta nell'obiettivo finale di ottenere, uno strumento indipendente dalla piattaforma, dall'operatore nonché adattabile a qualsiasi spazio.

La *barca a vela* è la piattaforma più scomoda per quanto riguarda gli spazi interni e l'autonomia elettrica, ma racchiude in se numerosi vantaggi che con l'implementazione di strumentazioni *ad hoc* possono rivelarsi sfruttabili.

Essa è economicamente vantaggiosa rispetto a tutte le altre piattaforme, ed ha un basso impatto ambientale. E' un mezzo di trasporto silenzioso e compatibile con l'ambiente, la sua propulsione è affidata in maniera prioritaria allo sfruttamento del vento, il motore (dove è predisposto) riveste un' azione di supporto soprattutto nelle manovre in porto.

Numerose sono le tipologie e le dimensioni delle unità da diporto a vela. Le loro caratteristiche si basano essenzialmente sul numero di alberi e dal tipo di vele a disposizione.

Per il presente Studio di fattibilità occorre avere una dimensione più chiara di quale sia la distribuzione delle barche a vela sul territorio Italiano e nel Mar Mediterraneo in modo da valutare la convenienza nel rendere questo studio esecutivo.

3.3 STIMA COMPARTO NAUTICO IN ITALIA

Il comparto nautico complessivo in Italia, comprendente sia le unità non immatricolate che quelle immatricolate (derivate dalla somma delle unità immatricolate presso gli uffici Marittimi e presso le M.C.T.C.) e viene di seguito rappresentato.

Unità da diporto Immatricolate presso gli uffici Marittimi	75.203		
Unità da diporto Immatricolate M.C.T.C.	9.082		
Totale unità da diporto immatricolate		94.285	
Totale unità non immatricolate		521.300	
TOTALE UNITA' DA DIPORTO			<u>615.585</u>

Con questi valori occorre trarre delle considerazioni per ricavare una stima di quante unità da diporto a vela esistono in Italia, sappiamo solo che il 26.5% del totale delle unità immatricolate sono unità da diporto a vela; non esiste nessun dato certo per quanto riguarda le unità da diporto a vela non immatricolate.

A tal proposito vengono riportate di seguito le stime che l'UCINA ha fatto per dedurre i precedenti dati e la stima approssimativa dedotta da questi numeri per avere un'idea concreta di quante unità a vela possono potenzialmente diventare piattaforme di misura Sailing VOS.

3.3.1 Parco nautico non immatricolato

Il motivo per cui non esiste stima precisa del comparto nautico in Italia, è da riscontrarsi in un quadro normativo piuttosto mutevole e in numerose banche dati gestite da

Enti diversi. Unica stima per le unità da diporto non immatricolate aggiornata è quella prodotta dall'UCINA nel 2008 che sostituisce la pubblicazione del ministero dei Trasporti "Il diporto nautico in Italia, anno 1996" .

In base al Decreto Legislativo 18 Luglio 2005, n° 171 (Codice della Nautica da Diporto) le costruzioni destinate alla navigazione sono denominate:

- A) unità da diporto ogni costruzione di qualunque tipo e con qualunque mezzo di propulsione destinata alla navigazione da diporto;
- B) nave da diporto: ogni unità con scafo di lunghezza superiore a 24 m;
- C) imbarcazione da diporto: ogni unità da diporto a remi o con scafo di lunghezza superiore e fino a 24m;
- D) natante da diporto: ogni unità da diporto a remi o con scafo di lunghezza pari o inferiore a 10 m.

I natanti sono esclusi dall'obbligo di iscriversi ai registri, dall'obbligo di avere la licenza di navigazione e il certificato di sicurezza, tuttavia, a richiesta possono essere iscritti nei registri delle imbarcazioni da diporto. Sono quelli che più ci interessano.

I registri delle imbarcazioni sono tenuti dalle Capitanerie di Porto, dagli Uffici Circondariali Marittimi e dagli Uffici Provinciali della Motorizzazione Civile e Trasporti in Concessione (M.C.T.C.) mentre le navi da diporto sono iscritte in registri tenuti solo dalle Capitanerie di Porto.

Per riuscire ad ottenere una stima del parco imbarcazioni non immatricolato l' UCINA ha deciso di fare riferimento ai suoi questionari e ad un documento obbligatorio, il certificato d'uso del motore. Il certificato d'uso del motore era obbligatorio per i motori fuoribordo di qualsiasi potenza installati sulle imbarcazioni e sui natanti da diporto e per quelli entroporto installati soltanto sui natanti. Questo documento con l'entrata in vigore del nuovo codice della nautica da diporto è stato implicitamente abolito e sostituito dalla dichiarazione di potenza del motore rilasciato dal costruttore per i quali non sono ancora disponibili i dati e quindi occorre fare riferimento ai dati del 2005 (UCINA, Nautica in cifre, 2008).

I dati di seguito presentati sono stati così estrapolati dall' UCINA: è stata calcolata la media annua delle unità (imbarcazioni e natanti ricavati dalla serie storica dei certificati

d'uso). Questo valore è stato moltiplicato per il numero medio di anni di vita dell'imbarcazione (stimato pari a 25 anni), e detratto il numero delle unità a motore immatricolate.

Tramite i questionari UCINA è stato stimato il numero delle unità non immatricolate e prive di motore individuando le seguenti tipologie:

unità minori (<10m): Canoe, kajak, altri natanti per uso sportivo, pattini, pedalò, mosconi, altri natanti a remi, (con vita media pari a 10 anni), unità a vela senza motore (vita media 20 anni).

L'UCINA ha stimato 167.000 unità minori, che insieme alle circa 358.000 unità con certificato uso motore vanno a comporre il parco nautico non immatricolato in Italia nel 2007, per un totale pari a circa 521.000 unità.

Tipologia di unità da diporto		Totali
Totali certificati uso motore (a motore e Vela con motore)		358.100
Totale unità immatricolate con motore FB	4.100	- 4.100
Canoe, kajak, altri natanti per uso sportivo, pattini, pedalò, mosconi, altri natanti a remi, (con vita media pari a 10 anni), unità a vela senza motore	154.600	
Unità a vela senza motore	12.700	
Totale unità minori		167.300
Totale unità non immatricolate		521.300

Tabella 1: Parco nautico non immatricolato (UCINA, Nautica in cifre, 2008)

Nel valore delle unità da diporto con certificato d'uso motore vengono comprese anche le unità a vela, se supponiamo che queste siano una percentuale pari a quella trovata nelle unità da diporto a vela immatricolate, e cioè il 26.5%, possiamo approssimativamente ricavare il valore di circa 94.896 unità a vela con motore; a queste aggiungiamo le unità stimate senza motore. e cioè 12.700, ricaviamo che il totale delle unità da diporto a vela è stimato in circa 107.596. A questa cifra verranno aggiunte le barche a vela immatricolate, il cui valore risulta più semplice da dedurre.

3.3.2 Parco nautico immatricolato

Il parco nautico immatricolato riferito al 2006, è di circa 75.203 per le unità iscritte negli uffici marittimi e 19.082 per le unità iscritte nei registri degli uffici provinciali del M.C.T.C.

Di seguito vengono rappresentati il numero delle unità da diporto a vela con e senza motore in ogni regione d'Italia suddivisi per lunghezza fuori tutta (Uffici Marittimi).

<i>Regioni</i>	Fino a 10 m	Da 10.01 a 12	Da 12.01 a 18 m	Da 18.01 a 24 m	<u>TOTALE</u>
<i>Liguria</i>	710	2.062	1.479	353	<u>4.604</u>
<i>Toscana</i>	370	1.013	813	63	<u>2.259</u>
<i>Lazio</i>	461	812	450	19	<u>1.742</u>
<i>Campania</i>	96	221	165	12	<u>494</u>
<i>Calabria</i>	15	28	23	1	<u>67</u>
<i>Puglia</i>	89	117	71	4	<u>281</u>
<i>Molise</i>	1		1		<u>2</u>
<i>Abruzzo</i>	38	61	45	4	<u>148</u>
<i>Marche</i>	129	265	143	10	<u>547</u>
<i>Emilia Romagna</i>	302	1.011	600	21	<u>1.934</u>
<i>Veneto</i>	235	699	382	12	<u>1.328</u>
<i>Friuli Venezia Giulia</i>	186	815	436	25	<u>1.462</u>
<i>Sardegna</i>	107	253	180	15	<u>555</u>
<i>Sicilia</i>	148	205	171	14	<u>538</u>
<u>TOTALE</u>	<u>2.887</u>	<u>7.562</u>	<u>4.959</u>	<u>553</u>	<u>15.961</u>

Tabella 2: Tabella 2: Unità da diporto a vela (con e senza motore) banche dati Uffici Marittimi Regionali situazione aggiornata al 31/12/2006

Non esistono suddivisioni per la banca dati relativa al M.C.T.C. Anche in questo caso verrà applicata la percentuale del 26.5% ottenendo un valore di circa 5056 unità a vela.

Ora possiamo dedurre che il parco unità da diporto a vela in Italia sia di circa 128.613 unità di cui approssimativamente circa il 90% sono unità di lunghezza compresa tra 8 e 24 m.

Il maggior parco barche è presente nelle regioni del Nord Italia sia nel versante Adriatico che nel Ligure / Tirrenico.

3.3.3 *Uno sguardo al Mar Mediterraneo*

Non esiste una stima generale, ma stime riferite ai paesi che si affacciano sul Mediterraneo come Spagna, Francia, Italia, Croazia, Grecia, Turchia, ed in più i dati non sono confrontabili, perchè le metodologie di raccolta sono differenti. La stima e la suddivisione tra barche a vela e a motore risulta difficile a causa della mancanza di dati precisi sulle unità esistenti in quanto nella maggioranza dei casi non esiste l'obbligo di registrazione.

Rimane comunque appurato che c'è una netta maggioranza delle barche a motore rispetto alle barche a vela.

Nazione	Popolazione	Unità da diporto per 1000 abitanti	totale	Unità a vela parco Nautico
Italia	57.900.000	10	592.000	Nd (128.613*)
Francia	61.538.000	8	483.823	129.088
Gracia	10.964.020	12	130.522	7.600
Croazia	4.442.000	24	105.000	Nd
Turchia	75.000.000	1	41.700	5.350

Tabella 3: Parco Nautico nei paesi del Mediterraneo. (ICOMIA- Recreational Boating Industry Statistic, 2006). * Valore dedotto in precedenza per questo lavoro.

Rimane difficile definire un piano di diffusione delle unità nel Mediterraneo e in Italia, inteso come criterio con cui si muovono. E' difficile dedurre la copertura spazio - temporale che riescono a dare e la ripetitività di questa nel tempo. Dai dati presi in considerazione si può chiaramente dedurre che l'area Sud del Mediterraneo è poco battuta.

3.3.4 Ipotesi di copertura spaziale

Un buon aiuto per comprendere la copertura spaziale delle unità a vela può essere ottenuta prendendo in esame le maggiori regate d'altura off-shore che annualmente vengono disputate in Mar Mediterraneo; durante queste manifestazioni numerose barche a vela possono prendere il mare. Il numero di scafi può variare da un minimo di 50/70 a un massimo di 500 unità.

La lunghezza media delle imbarcazioni che vi partecipano si aggira tra i 12, 15, 20 metri, e solitamente vengono suddivise in categorie differenti a seconda dell'armamento e in

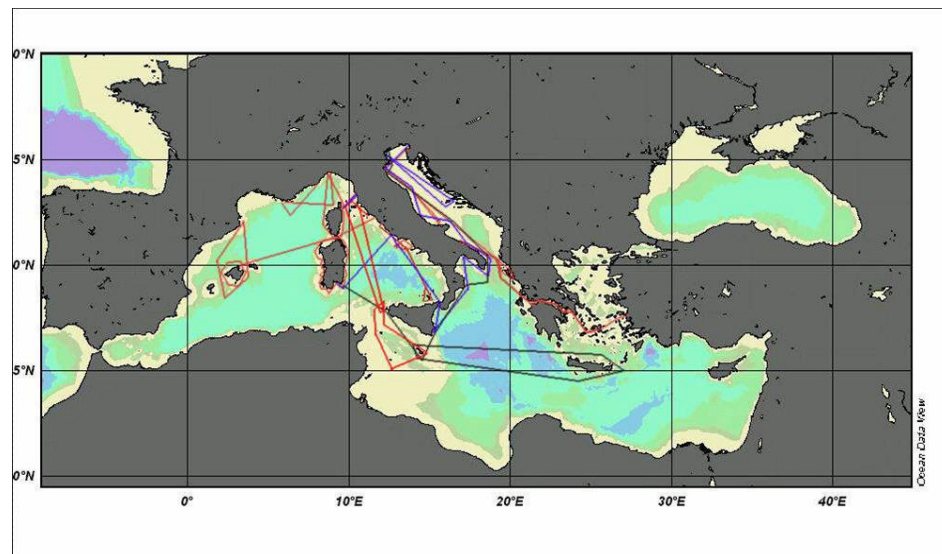


Fig 11: Distribuzione percorsi regate d'altura off-shore in Mar Mediterraneo

generale si

possono identificare categoria da regata e da crociera, in base alle loro dimensioni. E' importante poter notare che una stessa area di mare viene battuta dalla navigazione di almeno 50 barche che cercano di raggiungere l'arrivo nel minor tempo possibile; queste cercheranno di sfruttare le condizioni marine mantenendo una velocità di navigazione più veloce possibile in base alle caratteristiche delle singole imbarcazioni. Otterremo così che lo stesso percorso sarà battuto da più barche e con prestazioni diverse.

Regate Off-shore in Mediterraneo	Miglia Nautiche di percorso
Middle Sea Race	606nm
La Giraglia	248nm
Marsiglia- Algeri	1000nm
Rimini-Corfù-Rimini	400 nm
Roma per Tutti / per Due	400nm
Mini Barcellona (Barcellona-Maiorca)	300nm
Sanremo mini Solo (Sanremo-Gallinere-Giannutri-Genova)	140nm
Gran Prix Italia (Genova-Porquerolles-Giraglia-Giannutri-Genova)	540 nm
Mini Empuries (Escala-Barcellona)	200nm
Coesica per tutti (Lavagna-Periplodella Corsica e ritorno)	500nm
Rimini-Tremiti-Rimin	400nm

Table 4: Regate off-shore in Mar Mediterraneo

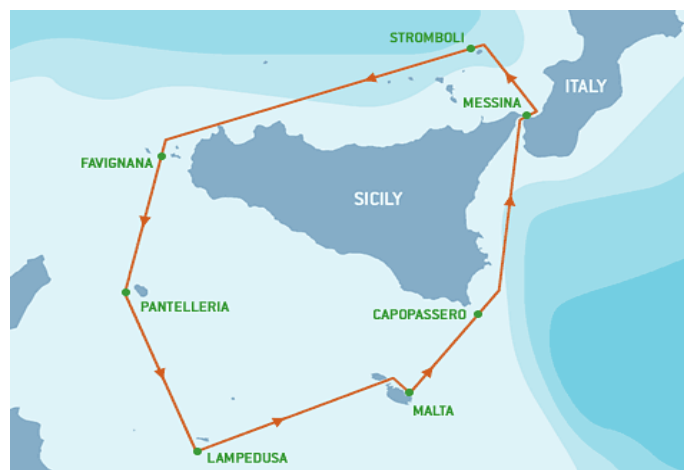


Fig 12: Rappresentazione del percorso Middle Sea Race 2008 . circa 600 nm

Nella figura 12 si ha un esempio del percorso di regata della Middle Sea Race che si svolgerà nell'Ottobre del 2009. Come vediamo il percorso è di circa 600 miglia e comprende l'area centrale del Mar Mediterraneo.

A tale proposito e sui dati presentati prima, possiamo fare delle previsioni per avvalorare la fattibilità del Sailing VOS.

Se supponiamo di ricevere un finanziamento di 100.000 euro, possiamo produrre almeno 50 EcoBluBox e equipaggiare 50 barche a vela che ipotizziamo partecipino alle

seguenti regate: Middle Sea Race, La Giraglia, Marsiglia-Algeri e Roma per Tutti.

Ogni barca percorrerà circa 1870 nm. Moltiplicando questo dato per 50, otterremo che tutte le barche percorreranno in totale 93.500 nm. Se in media le barche manterranno una velocità di 6 nodi, e sappiamo che lo strumento acquisisce un dato ogni minuto, avremo che i dati oceanografici acquisiti saranno circa 935.000. A questo dato dobbiamo aggiungere il quantitativo di miglia che le imbarcazioni faranno per eventuali allenamenti e trasferimenti, che ipotizziamo essere per questo caso 1/3 del totale delle miglia di regata, e quindi circa 623 miglia. Questo dato moltiplicato per 50 da un risultato di 31.166 nm, che permetterà di acquisire (sempre supposta una media di 6 nodi di velocità) ulteriori 311.666 dati oceanografici. Il risultato finale sarà che, anche solo usando 50 EcoBluBox, e con poche regate e trasferimenti otterremo un totale di 1.246.666 dati nel Mar Mediterraneo e il costo di un dato sarà di soli 0.08 euro.

Nonostante questa sia una stima approssimativa in difetto, vediamo che prendere in considerazione il Sailing VOS può dare un notevole vantaggio costo/dato.

Nei periodi di non attività di queste barche, gli stessi prototipi possono essere installati su altre imbarcazioni come per esempio i charter

Oltre alle regate d'altura è importante ricordare i centinaia di campionati invernali che vengono disputati lungo le coste dell'Italia e nel Mar Mediterraneo. Questi potrebbero essere piattaforme di misura Sailing VOS costiere e avrebbero una ripetitività quindicinale, la stessa dettata dai programmi VOS. Secondo la mia esperienza, sarebbe importante prendere in considerazione, anche, il Giro d'Italia a Vela, che ogni anno (siamo giunti alla 20° edizione) percorre il periplo dell'Italia per una media 1200 nm, alternando approssimativamente la rotta Trieste/Ostia - Ostia/ Trieste (Sardegna compresa).

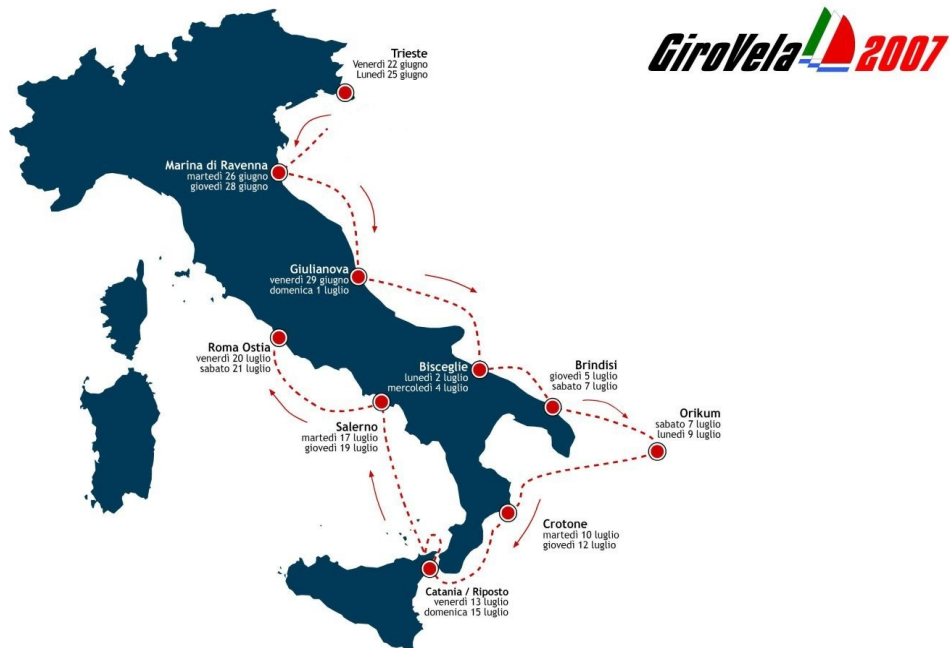


Fig13: Rappresentazione del percorso 2007 un esempio

L'aspetto randomico delle rotte delle barche a vela evidenzia un'innovazione importante per investigare scientificamente un'area marina: non più transetti costanti, ma variabili nello spazio e nel tempo.

Essa inoltre si adatta bene alle misure sull'interazione aria-mare.

3.4 PRIMO TEST CON PIATTAFORMA PILOTA SAILING VOS

Durante l'anno 2005-2006 è stato installato su un'imbarcazione a vela che si stava accingendo ad effettuare un trasferimento dall'Italia alla terra del Fuoco, un piccolo Laboratorio Oceanografico.

L'Armatore ha accettato di cedere in uso all' Università della Tuscia una parte della barca per installare strumenti oceanografici durante la prima parte del tragitto dalla Sardegna (Bocche di Bonifacio) fino a Las Palmas (Isola di Gran Canaria).

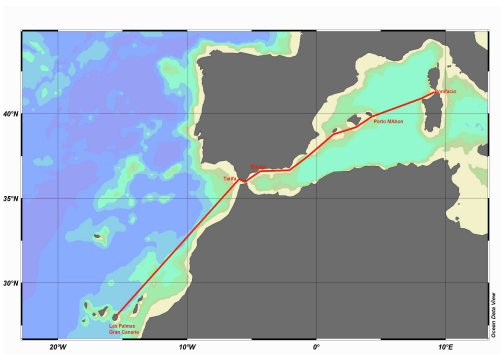


Fig 14: Percorso totale di Misura con barca a vela: Partenza Bocche di Bonifacio – Arrivo Las Palmas

Il trasferimento aveva l'obiettivo di valutare in diretta le problematiche inerenti all'uso di strumentazioni oceanografiche a bordo e di individuare le tecnologie più adatte per creare uno strumento giusto per la piattaforma e utile alla calibrazione dei dati da satelliti.

Lo studio è stato suddiviso in due parti:

- Misure in continuo superficiali durante la navigazione;
- Misure discrete con profili verticali nella zona fotica.

Gli strumenti sono stati posizionati, alcuni all'interno dell'imbarcazione e altri sulla coperta fissati su un *toolbar* a poppa.



Fig 16: Sensore di temperatura dell'aria e piranometro in alto a sinistra su toolbar



Fig 15: Strumentazione interna: Idronaut 316 e Seatech in basso a sinistra, Pc e X-BTS's

Le misure in continuo sono state effettuate con i seguenti strumenti:

- Idronaut 316: E' una sonda multiparametrica equipaggiata con 7 sensori: Pressione, Temperatura, Conducibilità, Ossigeno disciolto, pH, potenziale REDOX e l'elettrodo di riferimento. La concentrazione di Ossigeno, della Salinità, della Densità e della velocità del suono sono ricavate dall' Ossigeno disciolto, dalla Conducibilità e dalla Temperatura.

Lavora ad una frequenza di campionamento di 20Hz e può acquisire fino a 5 dati al secondo. Può essere programmata per acquisire in continuo misurando a intervalli di tempo prestabiliti, o modalità manuale.

Sensore di Temperatura consiste in un termometro di platino a resistenza, con una sensibilità di 50ms e una deriva di meno dello 0.0003°C all'anno.

Sensore di Conducibilità è formato da una cella a flusso in cui sono disposti 7 anelli di platino posizionati in un tubo di quarzo. L'anello centrale è eccitato da un flusso di corrente alternata che va verso gli anelli più esterni. Nella coppia di anelli adiacenti, si

viene a creare un voltaggio dovuto alla conducibilità elettrica della misura dell'acqua. La cella è montata su un cilindro di plastica il quale garantisce l'isolamento termico riempito con olio di silicone una copertura in plastica permette una compensazione della pressione.

Sensore di Ossigeno è di tipo polarografico e la cella è divisa in due parti, un catodo e un anodo. L'anodo è formato da un tubo di argento circondato da un involucro di vetro dove un filo di platino forma il catodo. L'anodo e il catodo sono inseriti in una cella ricoperta da una membrana gas permeabile. La cella contiene un elettrolita che permette il passaggio del flusso di corrente tra i due poli; il voltaggio che si sviluppa è proporzionale alla concentrazione di ossigeno rispetto al campione contenuto nel catodo. L'anodo agisce come cella di riferimento producendo un potenziale costante rispetto al catodo.

Sensore di pH e riferimento è formato da un corpo di titanio che termina con una parte in vetro sensibile . Il range di pH va da 6.5 a 9, mentre il sensore di riferimento è costituito da un involucro contenente una soluzione, questa è a contatto con l'esterno tramite un minuscolo foro. Il potenziale che si crea tra il liquido e il gel darà la misura.

Sensore Redox: misura il potenziale della coppia riduzione ossidazione presente in un mezzo. Esso consiste in un filo di platino la cui punta è formata da un corpo di vetro arrotondato.

Parametri	Range	Accuracy	Resolution	Time Costant
Pressione	0-1000 dbar	0.1% full scale	0.03%	50ms
Temperatura	-3 +50 °C	0.003 °C	0.0005°C	50ms
Conducibilità	0-64 mS/cm	0.003mS/cm	0.001mS/cm	50ms
Oxygen	0-50 ppm 0-500 %sat	0.1 ppm 0.1 %sat	0.01 ppm 0.1 %sat	3s
pH	0-14 pH	0.01 pH	0.001 pH	3s
Redox	-1000 a +1000	1 mV	0.1 mV	3s

Tabella 5: Specifiche IDRONAUT 316

- Fluorimetro Sea Tech Inc.: E' un fluorimetro per le misure in situ in acqua. Il filtro

montato è stato selezionato per le misure di clorofilla a. L'eccitazione fluorimetrica ha un picco di risposta centrato su 425 nm e la risposta del picco di emissione del filtro è di 685 nm. Esso ha la caratteristica di essere settato su differenti range di misura, in questo caso si è scelto la scal più bassa 0-3 mg/m³ in quanto occorre effettuare misure nella parte superficiale del mare e in acque oligotrofiche trattandosi del Mar Mediterraneo e di parte dell'Oceano Pacifico.

Chl a Range	X10= 3 mg/m ³ X3= 10 mg/m ³ X=30 mg/m ³
Segnale di uscita	0 a 5 VDC
Costante di campionamento	0.1,1.0,3.0 or 10 sec
Segnale di uscita	Eccitazione con picco a 425nm–200nm FWHM Emissione con picco a 685nm – 30nm FWHM
Energia di attivazione	Voltage 12 VDC Power 2 Watts
Peso	In Aria 5.92 Kg In acqua 3.22 Kg
Profondità massima	500 metri

Tabella 6: Specifiche Fluorimetro Sea Tech - INC

- Termistore: Sensore di temperatura usato in questo caso per la misura di temperatura dell'aria, esso è formato da un semiconduttore (platino) rivestito di materiale plastico impermeabile; sfrutta la variazione di resistenza che risulterà inversamente proporzionale alla temperatura dell'ambiente esterno.
- Piranometro: per la misura dell'irraggiamento totale. Ha una sensibilità compresa tra 0.3 e 3 mm rispetto allo spettro di lunghezza d'onda misurata. E' costituito da due anelli di argento concentrici; quello interno ricoperto di nero e l'altro di bianco. Esso misura la differenza di temperatura tra i due anelli mediante delle termocoppie. La misura è in mV.
- XBT's Sippican: sonde a perdere che restituiscono profili di Temperatura.

La Sonda Idronaut 316 e la sonda Sea Tech sono state inserite all'interno di due blocchi di acciaio costruiti appositamente. All'interno dei blocchi veniva creato un flusso continuo di acqua creato tramite una pompa collegata ad una presa a mare. Il Fluorimetro Sea Tech, il

sensore di Temperatura esterno e il piranometro erano gestiti da un data Logger denominato CR 10, mentre per la Sonda Idronaut 316 acquisiva con la sua memoria interna. Le sonde erano state programmate per acquisire 1 dato ogni minuto.

Una volta al giorno si provvedeva ad effettuare il Back-Up dei dati.

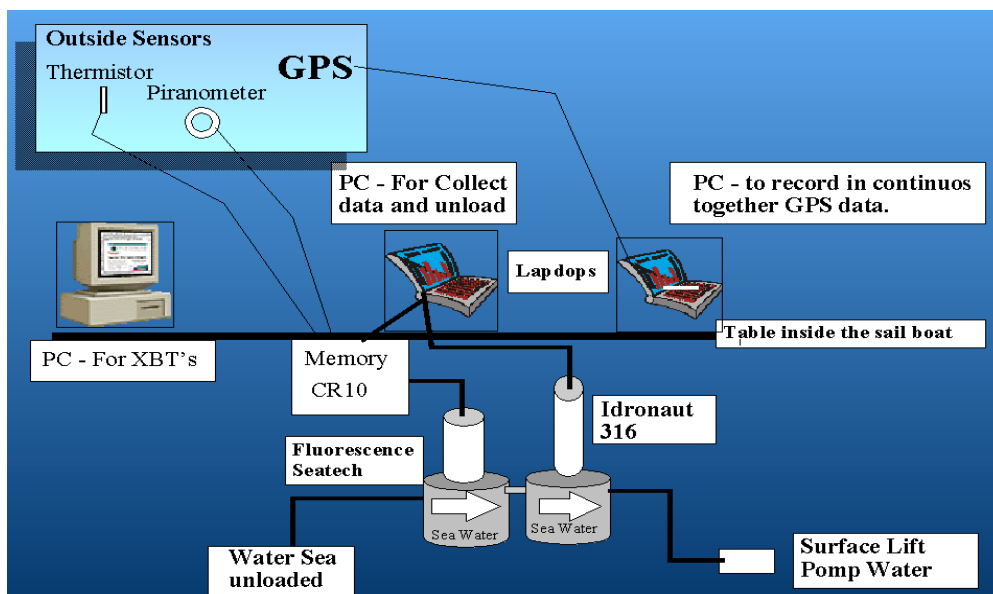


Fig 17: Distribuzione strumentale a bordo della piattaforma pilota

Le Sonde XBT's erano interfacciate con un computer dedicato. Le misure discrete sono state fatte tramite XBT's lanciati durante la navigazione e la sonda Idronaut 316 in modalità manuale per effettuare profili, in questo caso è fermata al vento ammainando le vele.



Fig 18: Operazioni di recupero sonda Idronaut 316

3.4.1 Problematiche di bordo

Durante la navigazione si sono evidenziate delle problematiche:

- Misure in continuo: Necessitano solo di un controllo saltuario per verificare il corretto funzionamento degli strumenti. In questo caso specifico l'operatore doveva sincronizzare bene il turno per il back-up dei dati.
- Misure discrete: Sono soggette alle condizioni meteo e all'attività di bordo e alle prerogative dettate dal comandante. Occorre una collaborazione di tutto l'equipaggio.

Le misure di XBT's sono fattibili, ma occorre avere una barca abbastanza capiente per stivare numerosi XBT's.

Manutenzioni dopo alcuni guasti risultano difficoltose, per mancanza di spazio, e di attrezzatura fornita, e dipende molto dall'esperienza operativa dell'addetto; anche l'elaborazione dei dati risulta difficile e poco pratica, inoltre occorre stare in guardia per le infiltrazioni di acqua anche involontarie, come per esempio avvicinarsi ai computer con cerate umide. Manutenzioni ai sensori sono possibili in quanto entrano a far parte di quelle operazioni di bordo che devono essere fatte per far sì che tutto funzioni bene.

A causa delle condizioni avverse, numerosi sono stati i disagi che non hanno permesso di portare a buon fine molte misure, ma hanno dato la percezione pratica di cosa può essere veramente fatto e di quale possa essere le loro utilità.

Le misure discrete sono state quelle che hanno subito più danni: solo 2 profili con l'Idronaut e un profilo XBT's è andato a buon fine, causa interruzione del segnale analogico a una profondità di circa 80 m che non rendeva possibile il salvataggio dei dati sul PC di bordo.

Le misure in continuo si sono dimostrate di grande utilità anche se alcuni sensori con il crescere del fouling hanno reso le misure non più accettabili. In un futuro occorrerà prevedere una strumentazione tale da permettere una filtrazione del materiale più grossolano, dove l'acqua viene aspirata dalla pompa e prevedere un sistema di autolavaggio con acqua distillata e cloro in modo da mantenere i sensori puliti (Operazione fondamentale).

Sono andate a buon fine le misure in continuo di temperatura superficiale del mare e dell'aria, di fluorescenza di clorofilla a, e di salinità nella prima parte del tragitto. (Bocche di

Bonifacio, Porto di Mahon).

3.4.2 Analisi dei dati

Di seguito vengono presentate le mappe con le variabili di Temperatura, Salinità e Fluorescenza di Clorofilla a, queste variabili sono state acquisite in maniera completa, e le sonde hanno lavorato in maniera egregia. Sono stati acquisiti ben 3050 dati lavorando in continuo per una navigazione di 50.8 ore.

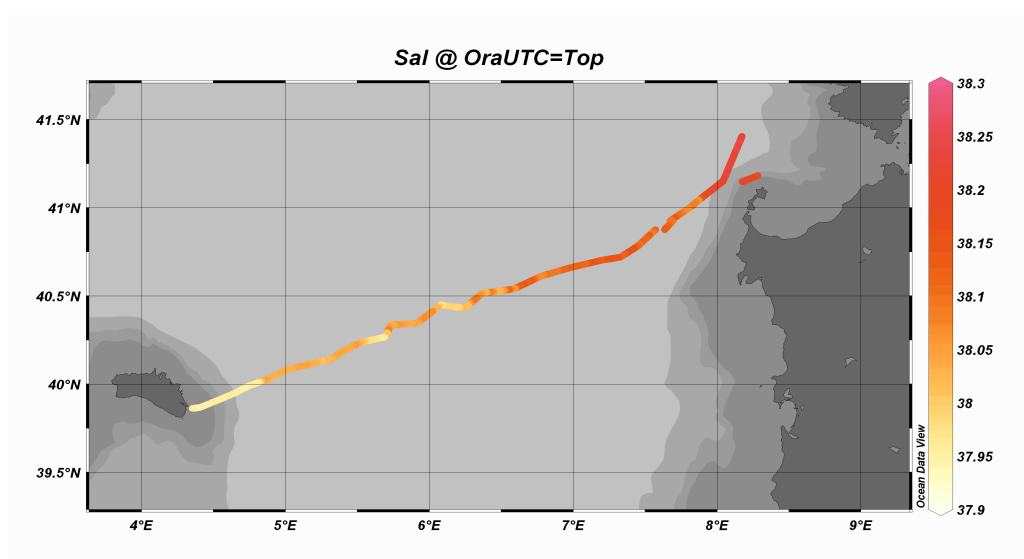


Fig 19: Rappresentazione della Variabile Salinità lungo il percorso

Il transetto rappresenta la Salinità (in rosso) e la Clorofilla a (in verde), si riesce a evidenziare una variabilità superficiale elevata. Il transetto che rappresenta la temperatura è stato confrontato con le mappe SST elaborate dall'Istituto di Trieste OGS, queste immagini sono a disposizione degli utenti tramite il siti Web. Sulle mappe, purtroppo, si vede strisciata chiara del satellite, perchè le condizioni del cielo in quel periodo erano avverse con notevole copertura nuvolosa. Qui vengono riportate le mappe del 15-16 Dicembre 2005.

La mappa da satellite evidenzia una scala di temperatura molto grande, e quindi poco dettagliata. Sulla mappa con i dati in continuo riusciamo ad apprezzare una variabilità del

sistema notevolmente più ampia.

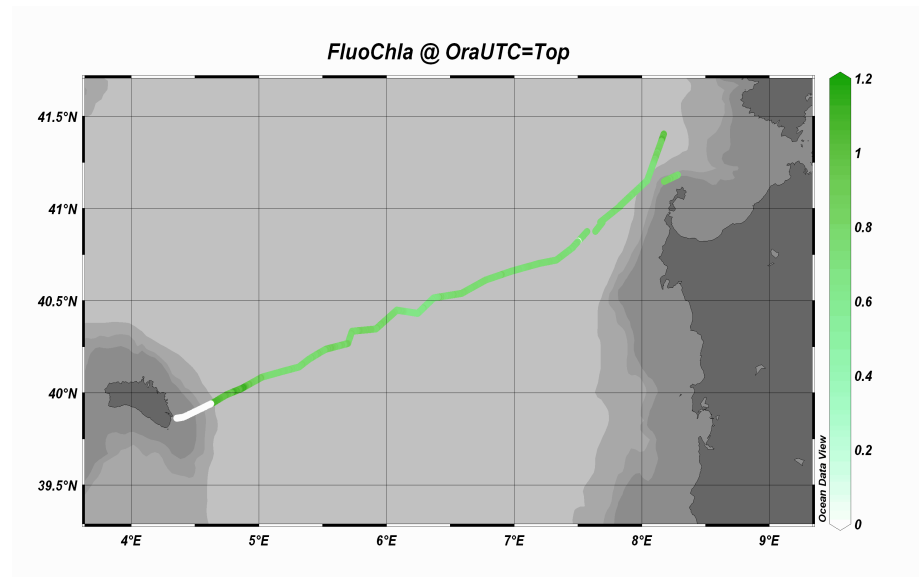


Fig 20: Rappresentazione della Variabile Fluorescenza di Clorofilla a lungo il percorso

Le mappe purtroppo danno una strisciata chiara del satellite perché le condizioni del cielo in quel periodo presentavano una notevole copertura nuvolosa.

La mappa da satellite evidenzia una scala di temperatura molto grande, e quindi poco dettagliata. Sulla mappa con i dati in continuo riusciamo ad apprezzare una variabilità del sistema notevolmente più ampia.

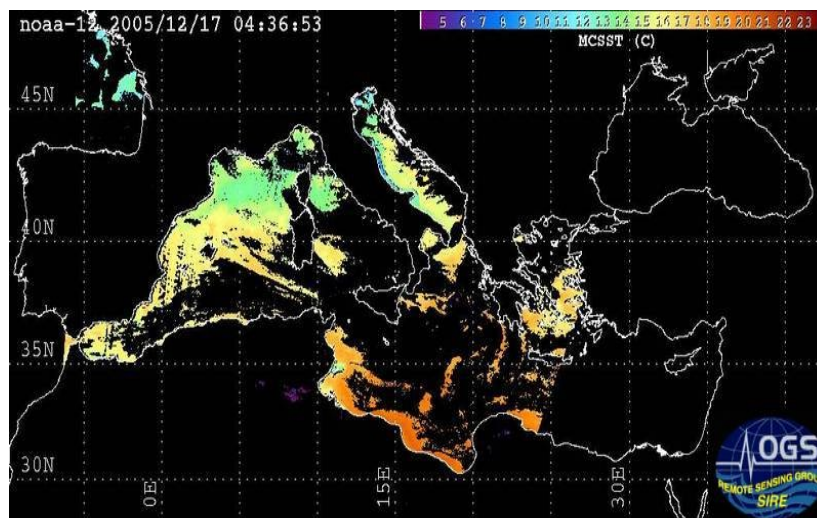


Fig 21: Mappa di temperatura superficiale in Mar Mediterraneo ottenuta con l'elaborazione dei dati da satellite SST-NOAA elaborati dall' OGS - Trieste

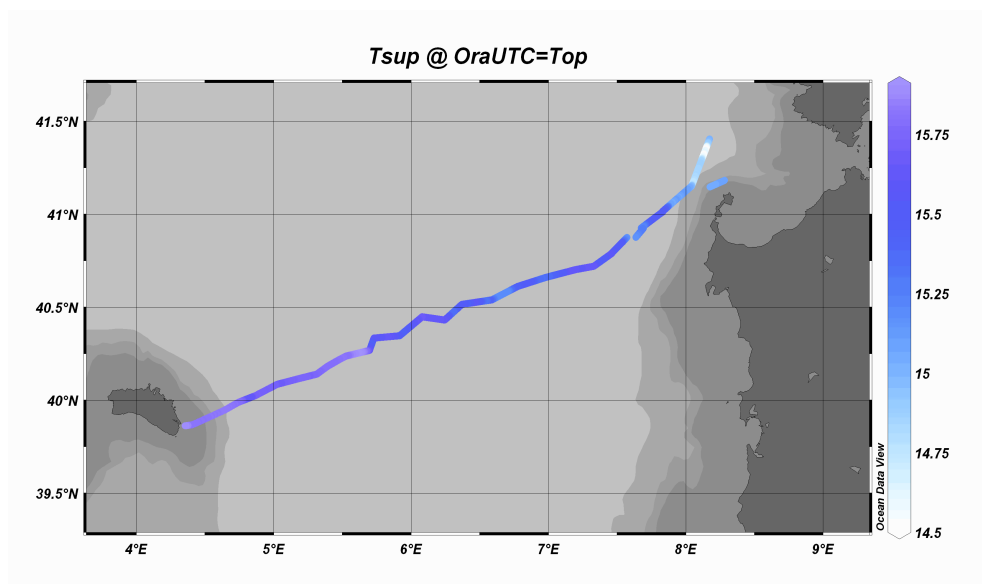


Fig 22: Rappresentazione della Variabile Temperatura lungo il percorso

3.5 SVILUPPO DI UN SISTEMA *AD HOC* PER IL SAILING VOS

Dall'esperienza acquisita si delineano le prime linee guida per l'allestimento del primo prototipo base il quale, dovrà raggiungere i seguenti obiettivi:

- elevato grado di automazione;
- basso costo e minimo ingombro;
- misurare le variabili di Temperatura, Conducibilità e Fluorescenza di clorofilla a.
- elaborare un metodo per il trasferimento dei dati in Real Time;
- Istituire un *data base*.

Lo sviluppo del prototipo parte da implementazioni tecnologiche perseguite dal Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina del DECOS (Dipartimento di ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile) dell'Università della Tuscia con la costruzione del profilatore verticale T-Flap all'interno del passato progetto UE MFSTEP (2003-2006).

Il T-Flap da profilatore verticale a perdere di Temperatura e Fluorescenza di Clorofilla a, si trasforma in strumento orizzontale capace di monitorare in continuo la superficie del mare, e di trasferire le informazione acquisite ad una banca dati a terra.

Il presente strumento verrà denominato Sistema ECO-BluBox e sarà l'oggetto del presente studio di fattibilità Sailing VOS.

Esso è composto da due moduli:

- **Modulo a mare** composto da un box completo installabile sulle piattaforme di misura Sailing VOS contenente:
 1. il *case* con l'elettronica e i sensori di misura di Temperatura, Salinità e Fluorescenza di Clorofilla a;
il collegamento per l'antenna GPS per l'acquisizione delle coordinate geografiche (l'antenna sarà posizionata in modo da permettere la migliore ricezione);
 2. la pompa, per convogliare l'acqua all'interno della struttura sensoristica;
 3. la memoria solida per la registrazione dei dati acquisiti;
 4. il sistema GSM autonomo che, ad intervalli regolari, permetterà il collegamento e il trasferimento automatico alla banca dati a terra;

5. il necessario per i collegamenti alle prese a mare per permettere l'entrata e l'uscita dell'acqua di mare all'interno della sonda in sicurezza.

- **Modulo a terra** composto da:

1. l'antenna di ricezione del GSM
2. il Server per la ricezione e l'archiviazione dei dati;
3. L' operatore che provvede al processamento e al controllo della qualità dei dati acquisiti prima di renderli disponibili sul sito internet;
4. il sito internet per l'accesso dei dati agli utenti.

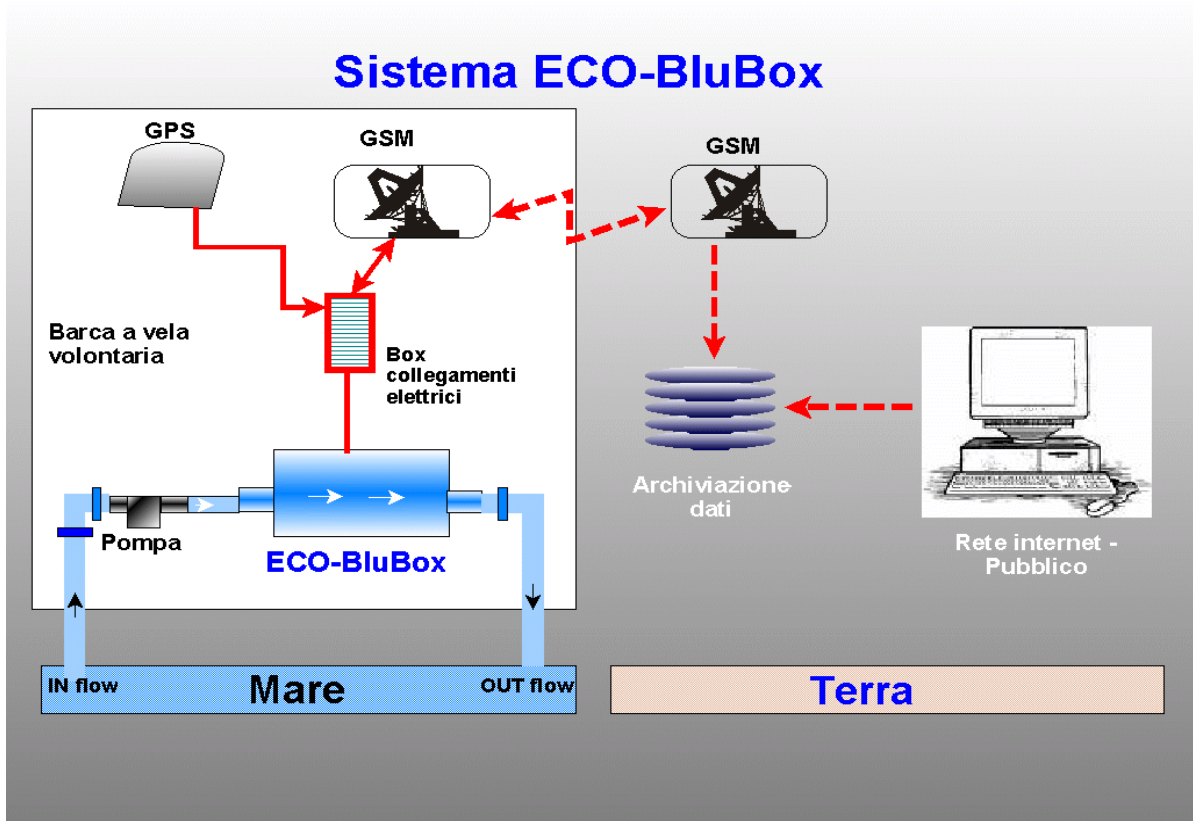


Fig 23: Sistema EcoBluBox

3.5.1 Sviluppo del prototipo EcoBluBox

Nella prima parte dello sviluppo del prototipo ci siamo concentrati sull'implementazione dei sensori all'interno di una valigetta stagna: questa è stata forata ai lati sui quali è stato costruito un supporto che permette la giunzione stagna tra le celle di misura e due tubi in PVC flessibile. Questi tubi si adatteranno agli spazi interni e raggiungeranno due prese a mare. Queste dovranno essere accessoriate con valvole di sicurezza, le quali verranno chiuse se l'unità a vela non naviga (Es.ormeggiata in porto). Durante questo periodo di stazionamento all'interno del circuito, verrà immessa acqua distillata con una concentrazione minima di cloro per fare in modo che i sensori si mantengano puliti ed efficienti e per far sì che ogni attività biologica venga distrutta. Il cavo collegato all'antenna GPS sarà di lunghezza variabile, in modo da poterlo sistemare per avere il massimo segnale ricettivo.



Fig 24: Modulo EcoBluBox : A destra in nero pompa per aspirare l'acqua; in alto in blu prototipo EcoBluBox contenente i sensori; tubi per circuito in entrata e uscita dell'acqua, da attaccare a una o due prese a mare.

Per la prima parte di implementazione del prototipo, ci siamo occupati solo di strutturare il modulo a mare, tralasciando momentaneamente l'implementazione del BOX con comunicazione GSM a terra. L'acquisizione per questo primo periodo viene effettuata dall'operatore tramite PC portatile, per questa occasione è stato messo a punto dal Tecnico di fiducia del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina, un software per l'acquisizione e la registrazione dei dati.

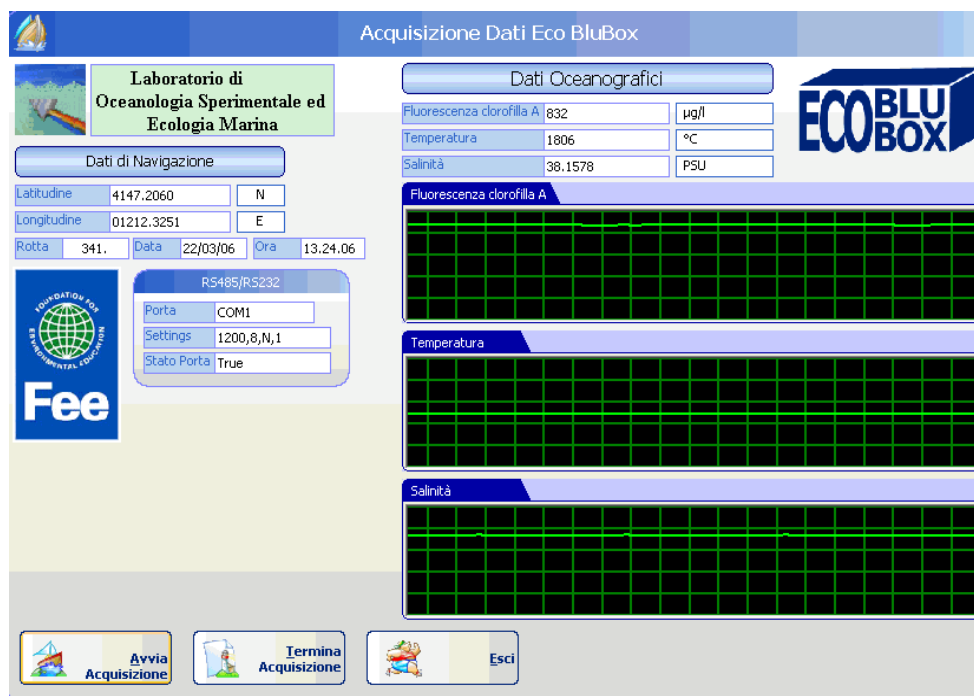


Fig 25: Interfaccia Software per EcoBluBox (Modulo a Mare)

Il prototipo EcoBluBox è formato da una valigetta stagna facilmente trasportabile nella quale all'interno vi è tutto l'occorrente per il funzionamento della sonda. Essa contiene anche la batteria ricaricabile per rendere il sistema indipendente, e una card per la registrazione dei dati acquisiti.

La dimensione della valigetta è di circa 40 cm x 30 cm x 20 cm

Il sistema ECO-BluBox per le sue ridotte dimensioni permetterà di raccogliere i dati a costi contenuti, permettendoci di raggiungere gli obiettivi preposti.



Fig 26: Modulo a mare EcoBluBox

In futuro il modulo a mare EcoBluBox sarà autonomo e cioè in grado di entrare in funzione in maniera automatica tramite l'accensione di un semplice bottone ON/OFF. Questo determinerà la messa in funzione della pompa che porterà a regime il flusso, dopo un piccolo lasso di tempo si accenderà il circuito elettrico di misurazione delle variabili e di collegamento del GPS. Ad un intervallo di tempo prestabilito, o comunque prima di spengersi la sonda sarà programmata per collegarsi tramite GSM ad un centro raccolta dati e trasferire le informazioni acquisite durante tutto il periodo. I tempi del trasferimento rispecchieranno quelli del *Near Real Time* dettati dal VOS.



3.5.2 Descrizione dei sensori dell'EcoBluBox

I sensori dell' EcoBluBox riprendono la struttura del T-Flap per quanto riguarda le proprietà di misura di Temperatura e di Fluorescenza di Clorofilla a, come illustrato nel paragrafo riferito al T-FLAP. Anche l'elettronica è simile, questa è stata strutturata già nel periodo MFSTEP con canali liberi per rendere lo strumento più versatile.

Sulla base della cella esistente è stato fatto uno studio per aggiungere il sensore di conducibilità, e varie sono state le ipotesi di costruzione.

Alla fine queste hanno portato alla scelta di una cella conduttimetrica formata da 4 anelli in platino equidistanti tra loro che si andranno ad adagiare sul tubo di flusso dell'acqua immediatamente dopo la cella di misura della fluorescenza di Clorofilla a. Con la Conducibilità e la Temperatura sarà possibile ricavare sulla base dei protocolli di misura dell'UNESCO 1978 - 1981 la variabile di Salinità pratica (verrà spiegata più avanti).

3.5.3 L'importanza della conducibilità per l'oceanografia

La conducibilità è una proprietà importante da considerare nello studio dell'oceanografia perchè tramite questa si possono ricavare le variabili di Salinità e di Densità.

I sensori di conducibilità possono rilevare la conducibilità in due distinti modi:

- per via conduttimetrica e quindi misurando la corrente elettrica;
- per induzione elettromagnetica.

La scelta è ricaduta su sensori di conducibilità tramite metodi conduttimetrici. Non fanno al nostro caso i sensori a induzione elettromagnetica, perchè hanno l'esigenza di lavorare in un campo aperto libero da ostacoli.

Di seguito vengono elencati i principi di funzionamento, i vantaggi e gli svantaggi di alcuni dei sensori di conducibilità più usati nell' oceanografia operativa. Questo ha permesso di arrivare a creare il sensore di conducibilità da integrare all'interno dell' EcoBluBox.

La conducibilità elettrica rappresenta la capacità di un mezzo di trasferire corrente elettrica. Questa non può essere misurata direttamente dai sensori oceanografici; essi devono

misurare la conduttanza, cioè il voltaggio prodotto in risposta al flusso di una corrente elettrica nota. La conducibilità è calcolata dalla conduttanza misurata dal sensore usando un fattore scala o cella costante che riflette la lunghezza e l'area attraverso cui passa il volume d'acqua del campione e il flusso di corrente. In certi tipi di celle, il rapporto tra l'area e la lunghezza corrisponde alla dimensione fisica delle parti dure della cella.

In molti casi il volume di acqua deriva dalla relazione:

$$R = rL/A$$

dove

R = resistenza = $1/\text{conduttanza}$

r = resistività = $1/\text{conducibilità}$

L = Lunghezza del volume del campione d'acqua

A = l'area di sezione del volume d'acqua campionata

Risulta di notevole importanza la geometria del campione e la resistenza misurata in una determinata conducibilità.

Le problematiche ingegneristiche sono aspetti da tenere in considerazione per ottenere una misura stabile ed accurata della conducibilità e per sapere :

1. Come misurare la resistenza dell'acqua per cui la connessione è stata fatta;
2. Come fare una connessione elettrica nell'acqua (difficoltà non limitante)
3. Come mantenere stabile la cella geometrica (vero limite al problema).

1° Problematica: Esistono forme di elettrodi che fanno la connessione elettrica tramite l'acqua. Il metodo dell'elettrodo richiede quattro tecniche terminali con resistenza bassa e stabile. I trasformatori con approccio induttivo usano un trasformatore a coppia con un voltaggio conosciuto per l'acqua e rilevano il flusso di corrente risultante usando un secondo trasformatore. Il metodo a elettrodo è semplice, ma (Vale anche con 4-terminali) deve far

fronte a cambiamenti indotti nella resistenza degli elettrodi.

2° Problematica : L'interfaccia elettrica non è uno delle maggiori problemi. Se consideriamo che 1/10.000 misurazioni della conduttanza ($1/R$) corrisponde ad un'errore di salinità inferiore a 3.5 ppm, mentre lo stesso 1/10.000 di incertezza nella misurazione della resistenza di un termometro di platino corrispondono a significativi errori di temperatura che riguardano 0.025 °C. In generale la Temperatura è una misura relativamente più facile.

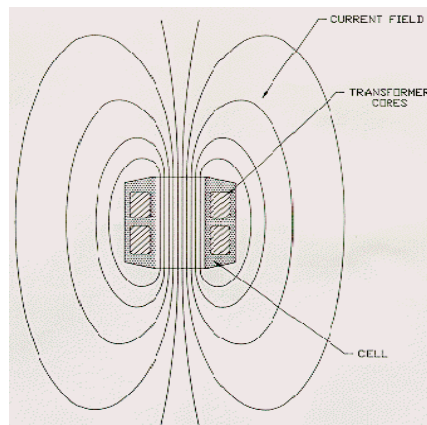
3° Problematica: il mantenimento della geometria del sistema dipende dal disegno del sensore e questo problema diventa più grande se dobbiamo riferirsi a una geometria esterna.

Il livello di accuratezza dipende molto dalle dimensioni con cui si crea il *fouling* e formano si depositi marini, come per esempio il petrolio. Questo problema risulta particolarmente evidente per le celle induttive che hanno il campo esterno.

I sensori che hanno campi esterni deviano la loro calibrazione a causa del *fouling* che con il passare del tempo modifica il campo elettrico esterno.

I materiali antivegetativi se da un lato limitano la crescita di organismi marini dall'altro disturbano il campo di misura, o il segnale cambia nel tempo con il consumarsi della vernice antivegetativa.

Uno dei sensori induttivi in commercio è l'AANDERAA e il FSI Inductive Conductivity Cell. La corrente passa attraverso i due trasformatori. La media di questa corrente dipende dal campo di densità lungo il percorso. Nella parte più lontana dei due trasformatori il campo di densità si separa e la resistenza diventa bassa. Nella grandezza della cella la resistenza è più alta; l'aria immediatamente esterna contribuirà in maniera significativa al totale della resistenza. In questi tipi di cella circa il 20% della resistenza avviene al di fuori della cella.



*Fig 27: Sensore di conducibilità
AANDERAA*

Un'altro tipo di cella conduttivimetro è quella usata nel Guildline CTD. La maggiore quantità di corrente rimane all'interno della cella. Essa opera come una cella conduttivimetro *in situ* la differenza di voltaggio tra V1 e V2 causa una corrente elettrica addizionale che fluisce esternamente.

Importante è l'autosal Guildline perchè usa un adattamento della cella Guildline CTD; è un conduttimetro molto preciso, e non ha nessuna dispersione di corrente all' esterno della cella. Questo salinometro è molto accurato, in quanto la cella è rigida.

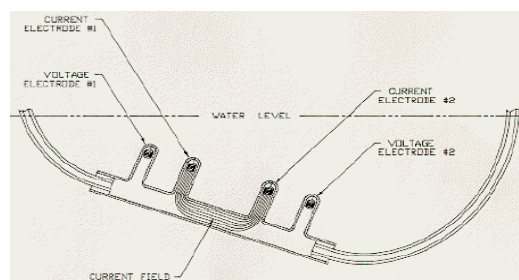


Fig 28: Autosal Conductivity

Infine, l'esempio della cella Sea Bird, che risulta senza dispersione di campo, perchè gli elettrodi sono 3 collegati tra loro; in questo modo non si creano differenze di voltaggio. Ne risulta che gli elettrodi hanno una resistenza bassa mentre la cella ha una resistenza alta,

limitando al massimo gli errori. Il volume è determinato dalla rigidità della cella che rimane immune dal *fouling*.

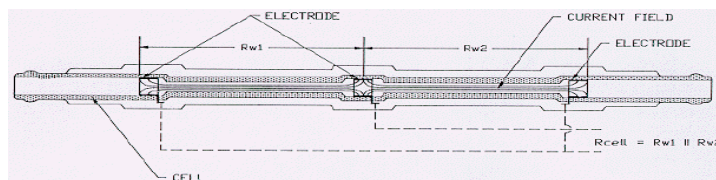


Fig 29: Sea-Bird Conductivity Cell

Dalla misura di Conducibilità e di Temperatura Potenziale si ricavano le misure di salinità e di densità del mare.

La salinità è essenzialmente la misura della massa di sale disciolto in un kilogrammo di acqua di mare. In media il valore per l'oceano è di circa 35gr per Kg.

La misura della salinità non è molto pratica da quantizzare direttamente, è per questo che per lungo tempo è stata determinata indirettamente misurando l'alogenuro cloro, tramite una titolazione nitrato d'argento e usando sulla base di preventive analisi una relazione lineare tra sali disciolti e l'alogenuro cloro.

Tale relazione è stata determinata in $S = 1.80655 \times Cl$.

In seguito con lo sviluppo della conduttimentria (anni '50) si dimostrò che esiste una stretta relazione tra salinità e conducibilità elettrica dell'acqua di mare e dopo innumerevoli prove statistiche venne calcolato un polinomio che metteva in relazione la salinità con il rapporto di conducibilità a 15°C e furono elaborate tabelle pubblicate dall'UNESCO nel 1966.

Queste tabelle vennero migliorate dall'UNESCO nel 1978 fino ad arrivare al 1981, anno in cui il JPOTS (Join Panel on Oceanographic Tables and Standards) stabilì l'adozione di una scala pratica di salinità per la quale la calibrazione viene fatta con soluzione di cloruro di potassio.

La salinità pratica (S) di un campione di acqua di mare , viene, così, definita come 'il rapporto K15 di conducibilità elettrica, fra un campione di acqua di mare, (alla temperatura di 15°C ed alla pressione di un'atmosfera), e una soluzione di cloruro di potassio di concentrazione 32.4356 g/kg (alla stessa temperatura e pressione).

Il valore di K15 corrisponde per definizione ad una salinità pratica di 35.

Il seguente polinomiale definisce la salinità pratica in funzione del rapporto K15 :

$$S = 0.0080 - 0.1692 K_{15}^{-1/2} + 25.3851 K_{15} + 14.0941 K_{15}^{3/2} - 7.0261 K_{15}^2 + 2.7081 K_{15}^{5/2}$$

Questa definizione adimensionale, ha un valore derivante da un rapporto fra due conducibilità, quindi la salinità è un numero anche se nella realtà sarebbe gr/Kg o ppm.

3.5.4 Sensore di conducibilità prototipo EcoBluBox

Il sensore è costituito da 4 anelli di platino dello stesso diametro disposti all'interno della cella, in modo tale da essere investiti continuamente dal flusso dell'acqua. Gli anelli esterni generano una corrente elettrica che attraversa il liquido (Anelli in blu); mentre gli anelli interni (Anelli in rosso) misurano la differenza di potenziale (d.d.p.) che si determina dalla corrente indotta.

Attraverso un circuito elettronico di controllo, la differenza di potenziale viene mantenuta costante nel tempo, indipendentemente dalle caratteristiche di conducibilità dell'acqua. La corrente generata dagli anelli blu è controllata e misurata dal circuito elettrico di reazione in modo tale che aumenta e diminuisce proporzionalmente, in funzione delle variazioni del valore di conducibilità. Come già detto, questo segnale elettrico assieme a quello di temperatura vengono utilizzati per l'elaborazione del valore di salinità.

$$S = I / V = I / \text{ohm}$$

dove I [Ampere] è la corrente immessa e V [Volt] la d.d.p misurata;

ponendo la V costante si avrà che V dipende da S [Siemens].

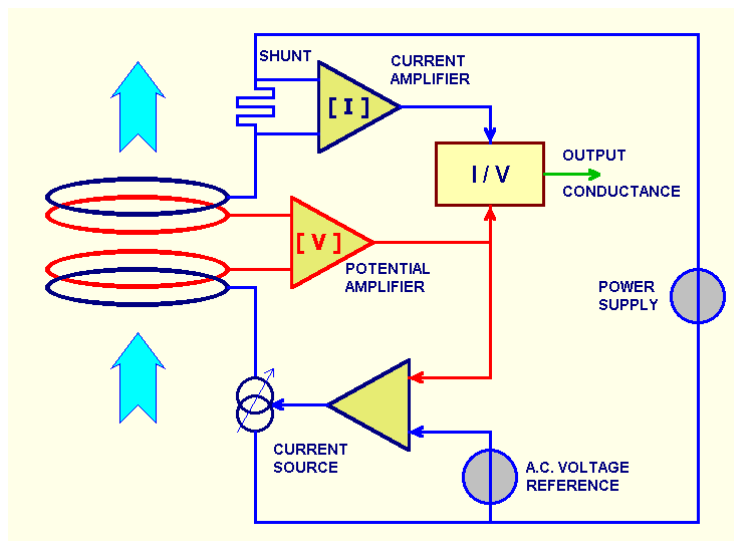


Fig 30: Schema del circuito di conducibilità

3.5.5 Calibrazione del Prototipo EcoBluBox

Prima di procedere alla messa a mare del prototipo EcoBluBox, abbiamo calibrato alcuni sensori in laboratorio.

La calibrazione è avvenuta in maniera dinamica, cioè simulando la velocità di flusso a cui il prototipo avrebbe dovuto lavorare una volta installato sulle linee d'acqua della barca a vela.

E' stato costruito un circuito di calibrazione chiuso nel quale sono state disposte in serie le parti sensoristiche dell' EcoBluBox. Le sonde di riferimento: il fluorimetro PrimProd 1.1, per la calibrazione della variabile Fluorescenza di Clorofilla a, e la sonda Falmouth OTM per la calibrazione della variabile Temperatura. Il flusso in continuo è stato mantenuto da una pompa alimentata a 12 Volt (0.7 Bar /5.7 l/min), le variazioni di temperatura e di concentrazione di fitoplancton sono state indotte attraverso una tanica collegata anch'essa al circuito (vedi figura).

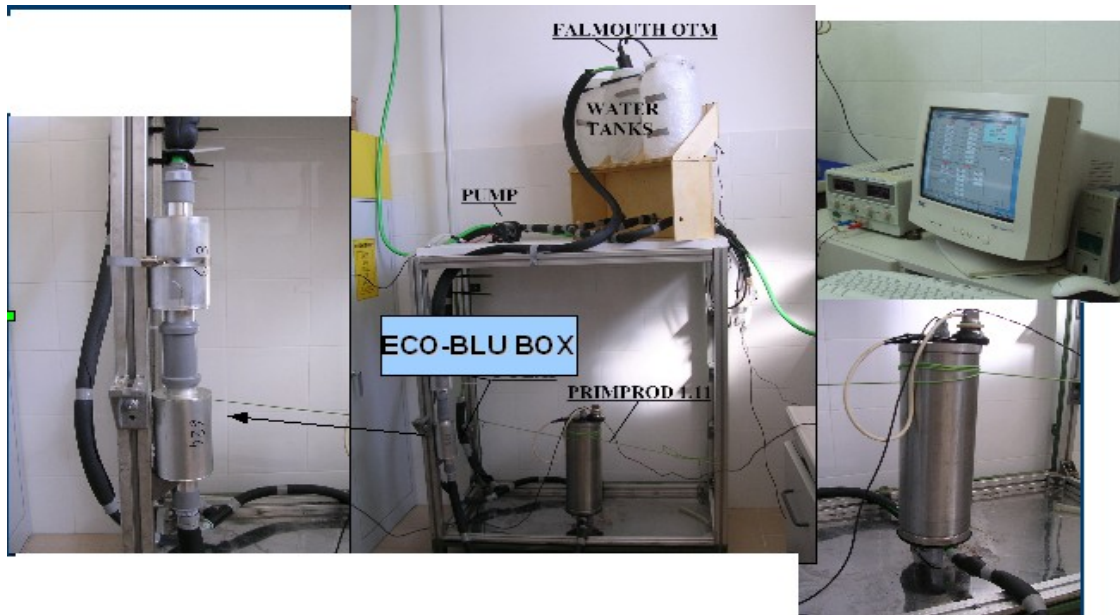


Fig 31: Circuito per la calibrazione dei sensori di temperatura e Fluorescenza di Chl a

La PrimProd 1.11 è un fluorimetro a doppio impulso, che lavora secondo il metodo 'Pump and Probe' questo metodo permette di misurare la variabilità della fluorescenza in vivo, per poter stimare l'abbondanza e l'efficienza quantica fotosintetica del fitoplancton. Questo fluorimetro ha un'accuratezza di 0.1 µg/ l. La calibrazione della risposta elettrica del fluorimetro EcoBluBox, veniva valutata tramite la risposta di fluorescenza indotta, da note diluizioni di soluzioni di *Chlorella sp.* Alla variazione di concentrazione di otteneva una variazione di risposta elettrica della cella fluorimetrica dell'EcoBluBox; alla risposta elettrica veniva associato il valore fluorimetrico della sonda di riferimento.

Il Falmouth OTM è un termometro a resistenza, in Platino con un'accuratezza di 0.003 °C. La calibrazione avveniva variando la temperatura dell'acqua e registrando i valori di risposta della sonda EcoBluBox rispetto alla sonda di riferimento.

Di seguito viene rappresentata la retta di calibrazione della temperatura in base all'equazione di secondo grado:

$$y=ax^2+bx+c$$

con i seguenti coefficienti:

$$a = 2.73280025324732 \cdot 10^{-6}$$

$$b = 9.2378698748247 \cdot 10^{-5}$$

$$c = -16.5191283968461$$

rappresentando una regressione alta pari :

$$r^2 = 0.9999904747$$

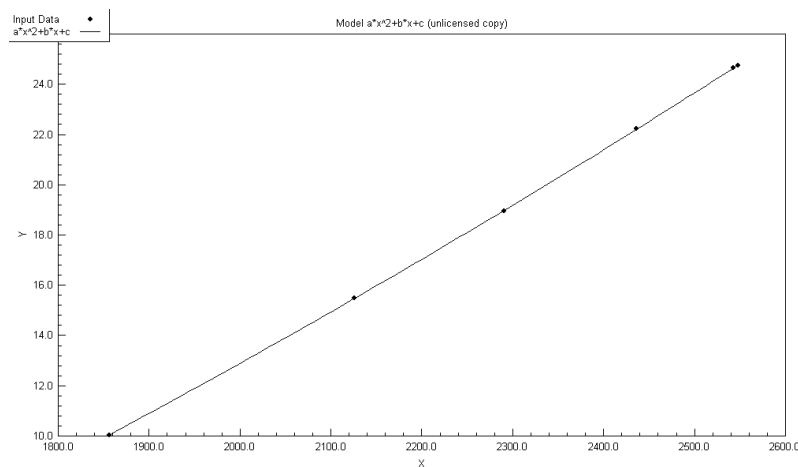


Fig 32: Curva di calibrazione sensore di Temperatura EcoBluBox. Sull'asse delle Y è riportata temperature rilevata dalla Sonda Falmouth OTM; in X la risposta in mV del sensore di temperatura del prototipo.

Viene, inoltre rappresentata la retta di calibrazione della fluorescenza di clorofilla a in base all'equazione di primo grado:

$$y = ax + bx$$

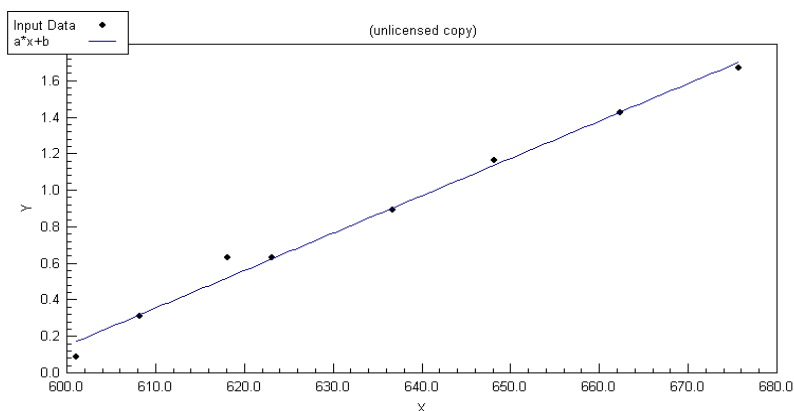
con i seguenti coefficienti:

$$a = 2.04914480008828 \cdot 10^{-2}$$

$$b = -12.1450529471334$$

rappresentando una regressione alta pari :

$$r^2 = 0.9900407589$$



*Fig 33: Curva di calibrazione sensore di fluorescenza EcoBluBox.
Sull'asse delle Y è riportato la stima della concentrazione di
Clorofilla a in mg/m^3 misurata dalla PrimProd 1.11; sull'asse delle X
è riportata la risposta in mV della del sensore di fluorescenza
EcoBluBox.*

E' in corso d'opera la realizzazione di una nuovacamera di calibrazione, in cui sarà possibile calibrare il sensore di conducibilità: all'interno del circuito fluirà acqua a salinità nota. Per le variabili fisiche si farà riferimento alla sonda Idronaut appositamente calibrata, mentre la PrimProd 1.11 rimarrà sempre la sonda di riferimento per la Fluorescenza di Clorofilla.

3.6 TEST A MARE CON PROTOTIPO EcoBluBox

Nel Luglio 2008 è stato effettuato un nuovo test a mare per provare l'adattabilità della valigia contenente il modulo a mare EcoBluBox. L'area di studio indagata è stata l'area di mare costiera compresa tra Capo Linaro e il Porto di Civitavecchia.

L'unità a vela/motore è, un Motorsailer in Acciaio tipo Bottmann è lunga 8 metri. L'unità da diporto è di proprietà del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina; essa viene utilizzata principalmente per misurazioni a mare, e per escursione didattica universitaria dedicate all'insegnamento dell'oceanografia operativa. È una barca che dal punto di vista velico non è sicuramente performante, ma si è dimostrata più volte valida piattaforma di misura oceanografica, per le acque costiere. La velocità di crociera è di 5 nodi a motore, e 5/6 nodi a vela in andature portanti con vento di 14 m/s di intensità.

Motorsailer 8m Acciaio Bottmann



Fig 34: Motorsailer 8m Acciaio Bottman - di nome LUMME

Il test a mare si è svolto durante l'arco di un giorno, partendo la mattina del 19 Luglio 2008 alle ore 09.00 circa dal Porto di Civitavecchia fino ad arrivare all'altezza di Capo Linaro e ritornando al porto per le ore 16.30 del pomeriggio. Il mare, in un primo momento calmo e senza vento, ha costretto ad una navigazione a motore verso Capo Linaro; in seguito, dopo

una sosta, una leggera brezza da Nord / Nord – Ovest si è alzata fino ad un'intensità di 7 m/s. A questo punto abbiamo issato le vele e abbiamo iniziato a bordeggiare per risalire il vento. All'aumentare del vento la potenza del motore è stata diminuita in modo da mantenere sempre un'andatura di 5 nodi.

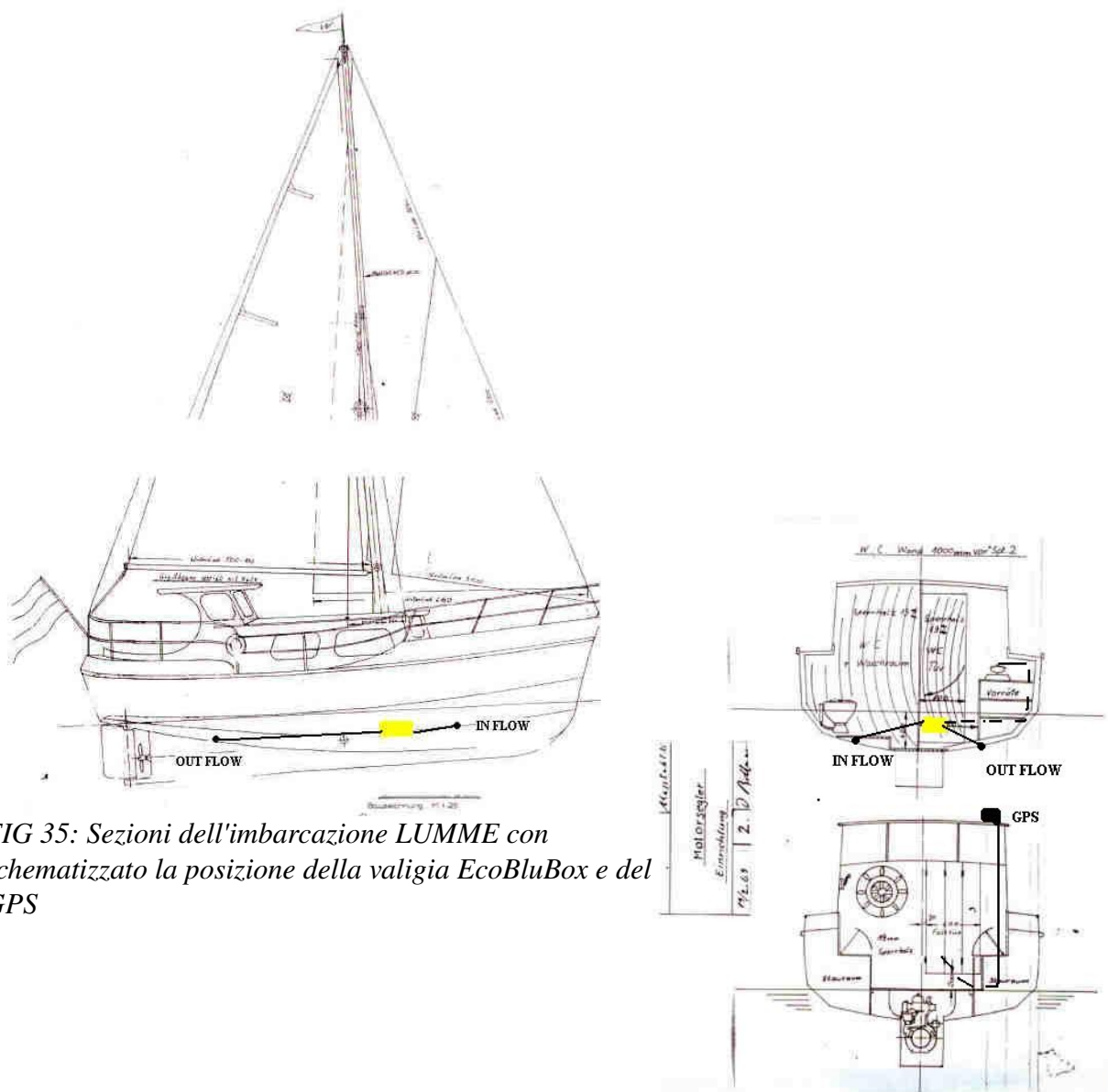


FIG 35: Sezioni dell'imbarcazione LUMME con schematizzato la posizione della valigia EcoBluBox e del GPS

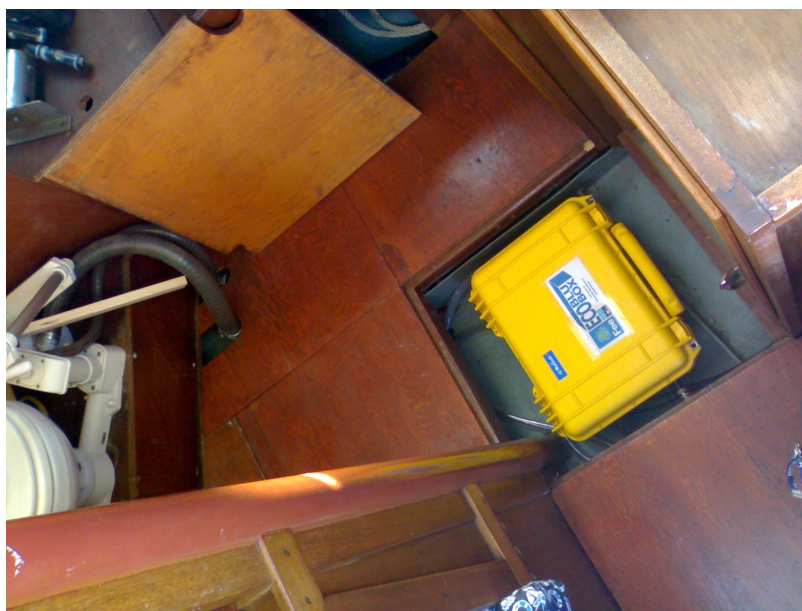


Fig 36: Sede a bordo per l'EcoBluBox

Il modulo EcoBluBox è stato installato sotto coperta e all'interno della *dinette* si è creduto fosse il luogo meno invasivo dove riporre la valigia e individuare le modalità di allaccio in sicurezza dei tubi per ottenere il circuito per il flusso d'acqua in entrata e in uscita all'interno della camera di misura EcoBluBox.

Le prese a mare scelte per ospitare il circuito sono state due: in ingresso, quella vicino al bagno a prua posizionata nella parte sinistra, al lato del piede dell'albero, e in uscita posizionata più al centro barca e dedicata all'EcoBluBox .

La valigia è stata posizionata nella parte più bassa della barca, proprio sotto il paiolo alla base dell'albero. Il tubo di entrata dell'acqua è stato recuperato dalla presa d'acqua del bagno, tramite una deviazione con un raccordo a T, e una valvola apri-chiudi di sicurezza. All'ingresso del flusso è stata messa una piccola griglia a maglie grosse per evitare l'intrusione di materiale galleggiante all'interno del circuito, la presa in uscita è stata equipaggiata con valvola di non ritorno in modo da evitare che l'acqua risalga in senso opposto alla direzione del flusso.

La valigia è stata collegata, poi ad una batteria a 12 Volt e ad un'antenna GPS, questa posizionata a poppa su un'asta d'acciaio già predisposta. Anche il cavo GPS è stato passato

accuratamente al di sotto dei paioli in modo da non essere di intralco.

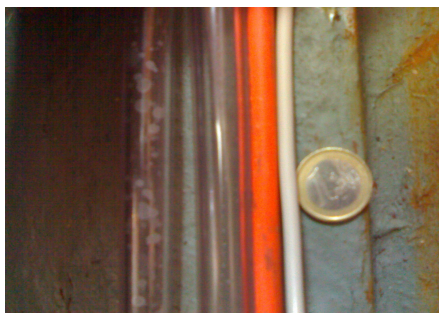


Fig 37: Passaggio di tubi e cavi elettrici



Fig 38: Ubicazione della valigetta EcoBluBox vicino alla base dell'albero sotto il paiolo

3.6.1 Acquisizione dei dati

Le operazioni di installazione del prototipo a bordo, hanno richiesto 12 ore di tempo. Il giorno seguente abbiamo deciso di prendere il mare per provare a vedere quali fossero i risultati di fattibilità.

Tramite il software abbiamo messo in funzione la sonda e abbiamo azionato la pompa; questa inizia ad aspirare l'acqua: in un primo momento occorre mettere a regime il flusso in modo da far uscire le eventuali bolle d'aria; dopo di che, è stata programmata l'acquisizione delle misure e la registrazione dei dati tramite l'apposito software .

Vengono presentati di seguito i dati di Temperatura e di concentrazione di Clorofilla a. Il dato di temperatura viene messo a confronto con la mappa da satellite SST NOAA elaborata dall'OGS di Trieste.

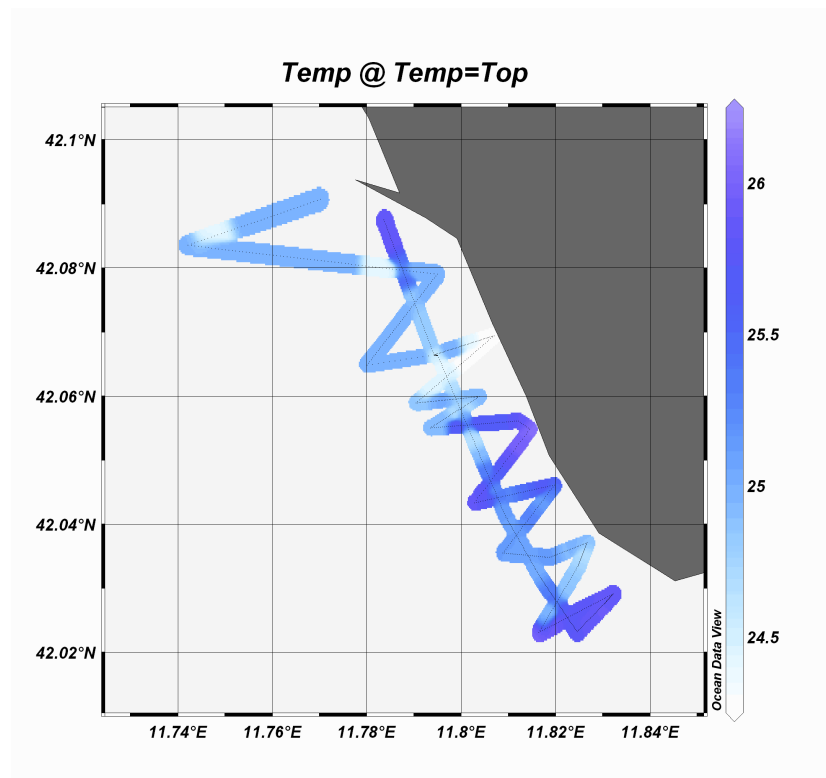


Fig 39: Rappresentazione del tragitto con dati di temperatura

Questo transetto superficiale è stato effettuato acquisendo ben 938 dati in 6 ore mare ad una velocità di 5 nodi in un percorso totale di 12 miglia, indagando un'area di 4 x 2 miglia quadrate.

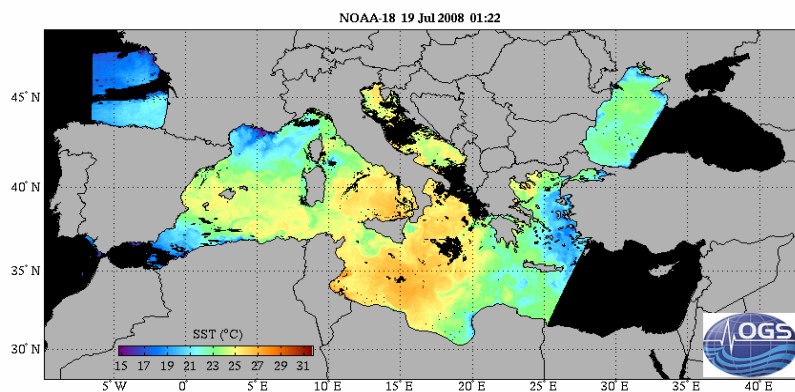


Fig 40: Mappa dei dati da satellite elaborati da OGS Trieste

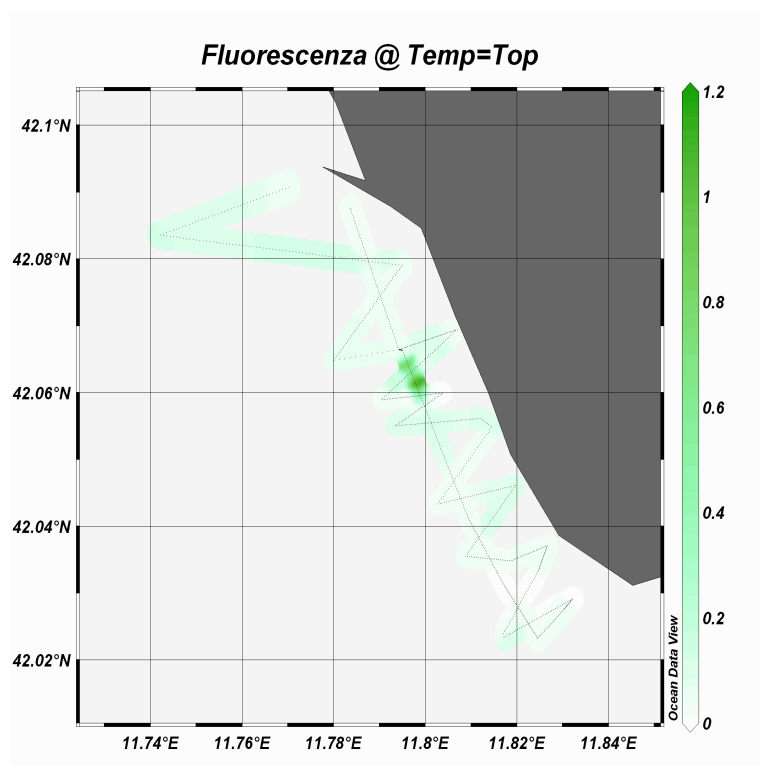


Fig 41: Rappresentazione del tragitto con dati di Concentrazione di clorofilla

3.6.2 Requisiti operativi una sintesi

I requisiti operativi del sistema EcoBluBox sono riassunti di seguito:

- E' un sistema adattabile alle piattaforme di misura '*user friendly*', come le unità da diporto a vela ;
- E' adatto ad indagare in continuo il mare ad intervalli regolari di tempo: la sua frequenza di acquisizione è stata settata su 5.6 Hz quindi restituisce 5.6 dati al secondo. Il software dà la possibilità di settare l'intervallo con il quale i dati vengono mostrati sul file, per esempio se vogliamo avere 1 dato al minuto, il software restituirà un valore medio calcolato sui valori acquisiti nell'intervallo di tempo richiesto. In seguito con il giungere dell'acquisizione automatica e il trasferimento dati via GSM, si opterà per ottenere dati ad un intervallo di tempo prestabilito, l'intervallo di tempo verrà determinato durante i test a mare del prototipo;
- Ha la pompa con un flusso proporzionale alla velocità della barca;
- Il circuito è tenuto in azione da una batteria a 12 Volt, questa nei lunghi tragitti sarà mantenuta carica tramite energia alternativa (es. pannello solare o pala eolica);
- Il sistema strumentale acquisisce a 5.6 Hz, e restituisce variabili di Temperatura, Fluorescenza di Clorofilla a, e Conducibilità. Il sensore di Temperatura è un micro termistore con bulbo di vetro con dimensioni di 10 mm di altezza e un diametro di 0.5 mm e una sensibilità di misura pari a 0.01 °C con una variabilità dinamica di 0.5 ms); la fluorescenza di clorofilla a, è stata costruita per rilevare concentrazioni di Clorofilla a molto basse fino anche a 1 mg/m³; in questo momento il prototipo restituisce ancora misure in mV; il sensore di conducibilità dovrà avere un range di misura che va da 0-64mS/cm e un'accuratezza 0.003mS/cm.

Con queste variabili si rende possibile effettuare una caratterizzazione fisica della superficie in quanto dalla misura di conducibilità e Temperatura ricaveremo anche le variabili di salinità secondo il protocollo UNESCO 1981 e la misura di densità; con la fluorescenza di clorofilla a sarà possibile determinare una stima dell'abbondanza del fitoplancton e dell'efficienza

quantica della fluorescenza (Piermattei et al, 2006).

3.6.3 Campi specifici di impiego

L'EcoBluBox, dà un'informazione dettagliata sulla '*verità mare*', consentendo la calibrazione dei dati satellitari e dei modelli ecologici. Molto spesso il distacco di informazione che esiste tra la realtà e il modello previsionale, dipende dalla mancanza dei dati reperibili diretti *in situ*.

Con l'EcoBluBox sarà possibile studiare la realtà vista dal satellite: per esempio, le imbarcazioni potranno essere invitate a percorrere determinate aree per riuscire ad indagare processi a mesoscala come: vortici, sistemi frontali, onde interne, circolazione verticale, gyre (questi fenomeni che cambiano rapidamente nello spazio e nel tempo influenzano la distribuzione di nutrienti e del fitoplancton) .

La sua principale prerogativa è la calibrazione dei dati di colore del satellite e di SST, che migliorerà in maniera decisiva con l'introsuzione del trasferimento automatico dei dati.

L'EcoBluBox si dimostra estremamente versatile, la sua struttura potrà essere ampliata con altri tipi di strumenti, come i sensori metereologici per il calcolo della velocità e di direzione del vento, per la misura dell'umidità e della temperatura dell'aria. Potranno essere inserite misure di luce, come la PAR o il Piranometro.

La prossima implementazione dell' EcoBluBox è l'introduzione del sensore di misura della torbidità, tramite la costruzione del trasmissometro.

3.6.4 Ipotesi di indagine

Numerosi sono i GPS utilizzati per acquisire, anche con elevata precisione (DGPS), la posizione geografica di una barca (BluBox sui pescherecci). L'ideale in futuro, sarebbe integrare questi sistemi con la sovrapposizione delle mappe aggiornate in continuo dei dati da satellite (es: SST o Colore), con le rotte delle barche che hanno a bordo l'EcoBluBox

In ogni momento sarà possibile individuare le rotte più utili per studiare il fenomeno visibile da satellite e determinare il dato in una determinata area.

Per ottenere questa informazione occorre che l'EcoBluBox sia diffuso su una grande flotta di imbarcazioni. Così facendo potremmo sfruttare il dato in fusione anche del passaggio del satellite, e dove questo, per motivi di copertura nuvolosa non dà informazioni possiamo ricostruire la mappa totale del passaggio creando degli algoritmi che ricostruiscono l'area non delineata dal satellite.

In tale maniera si aumenta la possibilità di ottenere piattaforme di misura capaci di darci informazioni in situ: un po' come un grande esercito di unità oceanografiche pronte all'uso.

Per raggiungere questo obiettivo occorrerà installare un centro di controllo EcoBluBox; il quale potrà assumere anche un valore promozionale notevole: gli armatori volontari che decideranno di installare l'EcoBluBox, oltre a dare un contributo alla raccolta dei dati Oceanografici, avranno in cambio l'opportunità di avere per esempio sconti sulla tassa di stazionamento, un servizio di controllo e aggiornamento sulle previsioni metereologiche e, informazioni che l'armatore può avere per qualsiasi problema riguardante la barca.

3.6.5 Possibile Ampliamento delle misure

Oltre ai sensori oceanografici è possibile integrare il sistema EcoBluBox con sensori metereologici per il calcolo della velocità e direzione del vento, per la misura dell'umidità e della temperatura dell'aria, per la misura di PAR o di radiazione solare che raggiunge la superficie del mare.

L'EcoBluBox integrato con misure di torbidità (tramite l'aggiunta di un trasmissometro) e misure di PAR consentirebbe di

1. calibrare con più precisione i dati di colore e SST da satellite;
2. creare algoritmi più precisi;
3. avere misure più reali di luce nell'interfaccia aria-mare.

Inoltre, se integrato con sensori di pressione atmosferica, di temperatura, umidità dell'aria di velocità e direzione del vento, diventerà anche sistema meteorologico. Questo connubio consente in real time di:

1. monitorare la superficie del mare a medio/lungo termine per problematiche relative al *Global Change*;
2. misurare la velocità del vento, del flusso di calore sensibile, di radiazione infrarossa emessa dal mare e radiazione visibile;
3. misure di eventuali precipitazioni e calcoli sull'evaporazione.

Per la prima volta con un sistema così piccolo e versatile si potranno raccogliere in continuo ben 12 variabili tra fisiche e biologiche (ora, latitudine, longitudine, temperatura superficiale del mare, conducibilità, fluorescenza di clorofilla a, PAR, torbidità della superficie del mare, temperatura e umidità dell'aria, velocità e direzione del vento) utilizzando piattaforme di misura volontarie di differenti dimensioni, tra cui le barche da diporto a vela e a motore (di qualunque dimensione), unità mercantili, traghetti, pescherecci, unità nazionali della finanza, della polizia, della capitaneria di porto. Sfruttando tutte le rotte possibili per ottenere la massima copertura spaziale e temporale dell'informazione.

3.6.6 Ulteriori applicazioni della struttura base dell'EcoBluBox

Altri possibili impieghi o destinazioni dell'EcoBluBox, mantenendo un costo vantaggioso ed un' elevata efficienza di misura, sono:

- l'installazione su boe oceanografiche fisse;
- l'uso come sonda profilatrice a mano, adatta ad effettuare i monitoraggi monitoraggi della fascia costiera;
- l'uso congiunto con gli XBT's e nel futuro dei T-FLAT, ampliando il parco strumenti specifico usabile per il VOS;
- l'installazione su differenti piattaforme di misura dette '*user friendly*' come le unità della Capitaneria di Porto, della Guardia di Finanza, pescherecci oltre alle già usate navi commerciali o di grandi trasporti.

4 PARTE DI RICOGNIZIONE E ANALISI DI MERCATO

4.1 Misuratori in continuo presenti in commercio: SeeKeepers 1000

Il SeaKeeper 1000 è un sistema per il monitoraggio oceanografico e meteorologico, messo a punto dall' International Seakeepers Society nata nel 1998. da un gruppo di proprietari di yachts di Monegaschi; esso è composto da una rete di 80 affiliati di diverse nazioni.



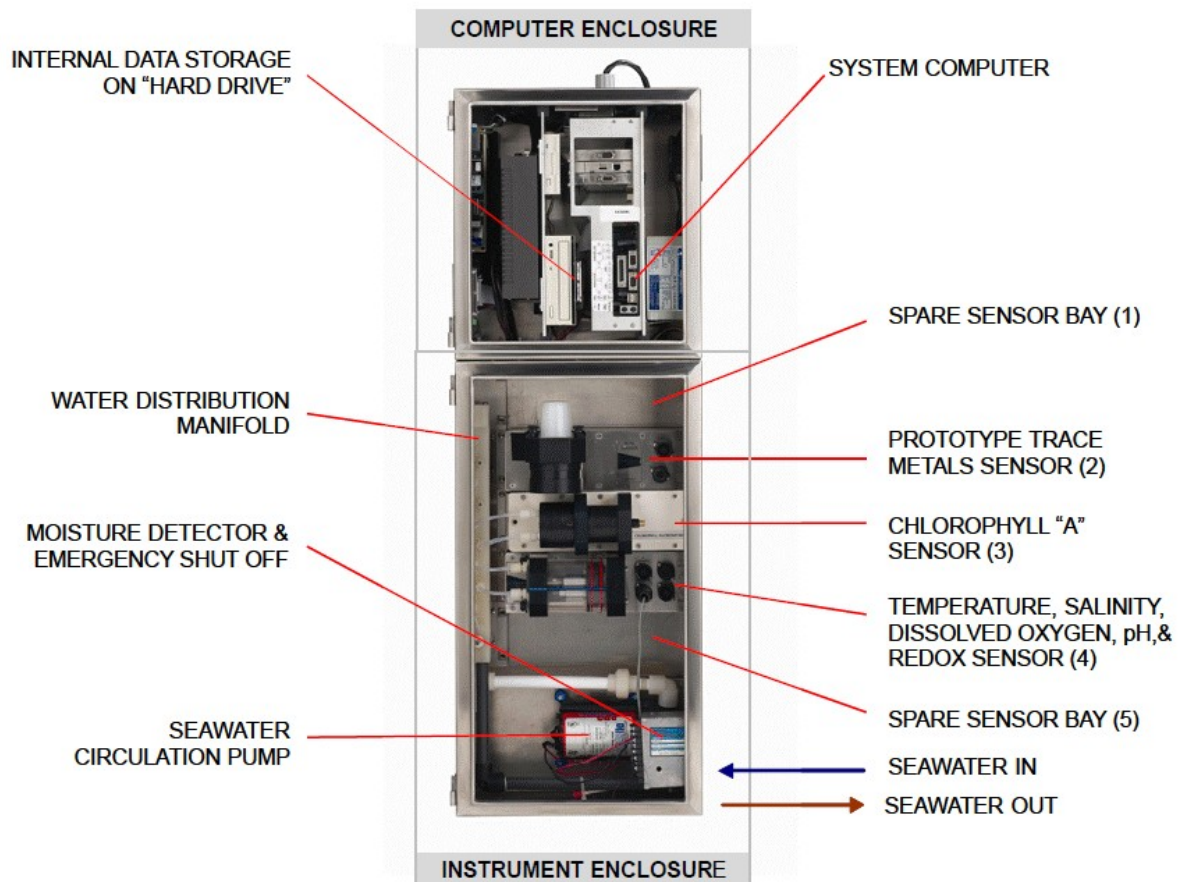
La società si pone l'obiettivo di fornire un servizio per incentivare lo studio del mare e della meteorologia, che negli ultimi anni sta cambiando in maniera radicale, e per fare questo ha messo a punto un sistema di acquisizioni dati in continuo di alta qualità. Questo sistema completamente automatico è formato da più moduli indipendenti che misurano, registrano e trasferiscono via satellite numerose variabili sia oceanografiche che meteorologiche.

Questo sistema è stato creato per raccogliere misure in continuo in periodi lunghi senza manutenzione ed acquisisce un dato al minuto. Le variabili meteorologiche vengono usate dagli

istituti americani e specialmente i dati meteorologici sono richiesti dal World Meteorological

Organization.

Un sistema viene ormai da tempo usato sulle rotte di Navi Commerciali, Navi crociera, Navi Cargo, Boe NOAA, Fari, Pontili, Yacht Privati, sui Rompi ghiaccio delle guardia costiera USA.



Alcuni esempi di compagnie di navigazione che hanno deciso di usare questo sistema nelle loro rotte sono:

- American Presidential Lines;
- Carnival Cruise Lines;
- Metrostar Management, Greece;
- NOAA Marine Sanctuaries Program;

- NOAA National Data Buoy Centre;
- SNCM Ferries of France;

Di seguito viene rappresentata la mappa che evidenzia le rotte a lungo raggio sulle quali è predisposto il SeaKeepers 1000.

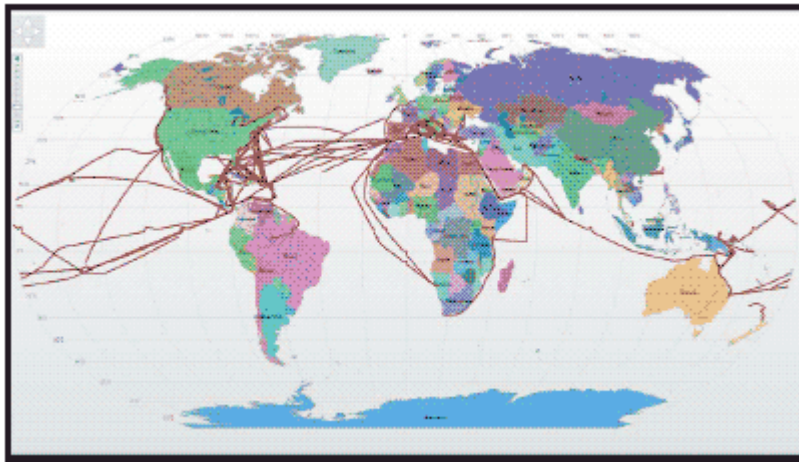


Fig 42: Rotte a lungo raggio di grandi navi di linea, sulle quali viene predisposto il SeaKeepers 1000

4.1.1 Vantaggi

Vengono acquisite molte variabili con un'ampia accuratezza.

4.1.2 Svantaggi

Il costo elevato non permette un'ampia diffusione, infatti costa 35.000 euro solo lo strumento, e si adatta solo a imbarcazioni di grande stazza. E' un sistema adattato ad imbarcazioni di grande stazza (yacht di lusso, barche da crociera, petroliere, boe oceanografiche e anche su pontili, o in aree remote come l'artico).

4.2 FEE: Manifestazione d'interesse per il progetto EcoBluBox

La FEE (Foundation for Enviromental Education) è una organizzazione mondiale (presente in 50 paesi) non Governativa e No Profit con sede in Danimarca. Essa è presente anche in Italia e porta avanti l'obiettivo di diffondere la sostenibilità ambientale attraverso

molteplici attività di educazione e formazione in particolare nel mondo scolastico. Uno dei programmi più noti della FEE che opera anche a livello nazionale è l'assegnazione annuale della Bandiera Blu ai Comuni che richiedono di voler essere giudicati in base a parametri definiti dalla FEE Internazionale.

Questa associazione ha manifestato grande interesse nel patrocinare lo sviluppo a grande scala del Progetto EcoBluBox, certi che l'iniziativa contribuirà ad aumentare la sensibilità della nautica da diporto nei confronti dell'ambiente marino. Essa sostiene che divulgare la sensibilità dell'ambiente nella nautica, rappresenta il modo migliore per ampliare il controllo di qualità dell'ambiente. A tal proposito il 7 Giugno 2007 presso la Camera dei Deputati, durante la presentazione del 26° Congresso Internazionale FEE, l'allora Ministro dell'Ambiente e i Presidenti, rispettivamente Internazionale e Nazionale FEE hanno presentato, congiuntamente all'Università della Tuscia, il Progetto EcoBluBox, come strumento mirato alla costituzione di una prima banca dati sullo stato del Mar Mediterraneo. Il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale (DECOS) ne è partner tecnologico.

Il Progetto EcoBluBox ha l'obiettivo di promuovere un'innovativo sistema di monitoraggio dei mari, al fine è di studiare i cambiamenti climatici globali. Così, implicitamente si contribuisce a migliorare l'oceanografia operativa nel Mar Mediterraneo usando unità a vela come navi opportunità.

4.3 Altre parti interessate alla fattibilità dello progetto EcoBluBox

Le linee guida del progetto sono state presentate al Consiglio Scientifico del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa (GNOO) che coordina le attività di oceanografia operativa dei seguenti istituti:

- L'INGV per i Modelli di previsione del Mar Mediterraneo e del Mar Adriatico con alta risoluzione;
- L'ENEA per il network SOOP (Ship of opportunity program) sul bacino Mediterraneo;
- OGS per la raccolta dei dati provenienti da boe, profili lagrangiani e modelli ecologici;
- CNR per l'analisi dei dati in real time;
- CoNISMa per lo sviluppo di prototipi per un monitoraggio costiero ad alta

risoluzione ;

- Idrografico della Marina per il coordinamento delle attività con lo GNOO per lo sviluppo di messi e la ricerca di navi da utilizzare per l'acquisizione dei dati;
- l'Istituto Meteorologico Nazionale per l'ottenimento delle informazioni per le previsioni atmosferiche;
- Arpa Emilia Romagna.

OGS – Trieste ha mostrato il suo interesse per l'istallazione del prototipo a bordo della boa Oceanografica per il monitoraggio costiere installata nel Golfo di Trieste, questa diventerebbe la seconda boa che raccoglie dati in continuo, anche biologici, dopo quella francese DYFAMED.



Fig 43: Boa MAMBO nel Golfo di Trieste, gestita dall'OGS

4.4 Uno sguardo ai progetti che richiamano una collaborazione con le Università

La Federazione Italiana Vela (F.I.V.), ormai da anni, si è impegnata per la realizzazione di progetti, che la vedono affiancata all'Ucina (Ass.Industriali nautici) e al Ministero dello Sport e delle Politiche Giovanili.

Nel Marzo 2007, al Big Blu Fiera di Roma, è stato presentato un Workshop (“ Cultura e istruzione per il rispetto del mare”), che ha evidenziato, anche, un fenomeno in continua

crescita: la collaborazione tra il mondo sportivo e quello scientifico di alcune Università Italiane.

Nell'Ottobre 2007, c/o il Salone Nautico di Genova, ed in occasione degli 80 anni FIV (1927/2007), è stato reso pubblico l'ambito progetto "Vela Scuola", che, in collaborazione con il Ministero della Pubblica Istruzione, ha favorito l'ingresso della vela nelle scuole italiane (elementari e medie), e ha permesso di entrare in contatto diretto con gli alunni, che a quell'età si sarebbero avvicinati al mondo della vela solo tramite la famiglia.

Contemporaneamente l'Università di Tor Vergata, ha reso noti i risultati della prima ricerca denominata " Vela e Velisti", questa ha rappresentato il primo passo per ottimizzare il processo di conoscenza del settore vela in Italia e per individuare le azioni per migliorare la diffusione e la qualità del movimento della vela nel ns. paese. Essa ha proposto un interessante panorama, tra circoli velici, appassionati, praticanti, tesserati FIV, numeri, età, stili di consumo e valori di riferimento. Proprio quest'ultimi hanno evidenziato che il velista, amando il mare, tiene molto in considerazione l'interesse e la disponibilità a collaborare per la sua conservazione.(pannelli solari, svuotamento a terra dei wc chimici,risparmio energetico, uso di saponi non inquinanti...).

Alla luce di quanto sopra, l'EcoBluBox, più che mai, potrebbe essere utilizzato dal "popolo della vela", a bordo delle proprie unità da diporto diventando così piattaforme VOS. Ciò è di notevole potenzialità se solo si pensa che i tesserati FIV al 31/12/2008, sfioravano le 100.000 unità, senza considerare, tutti coloro che praticano, ma non sono tesserati.

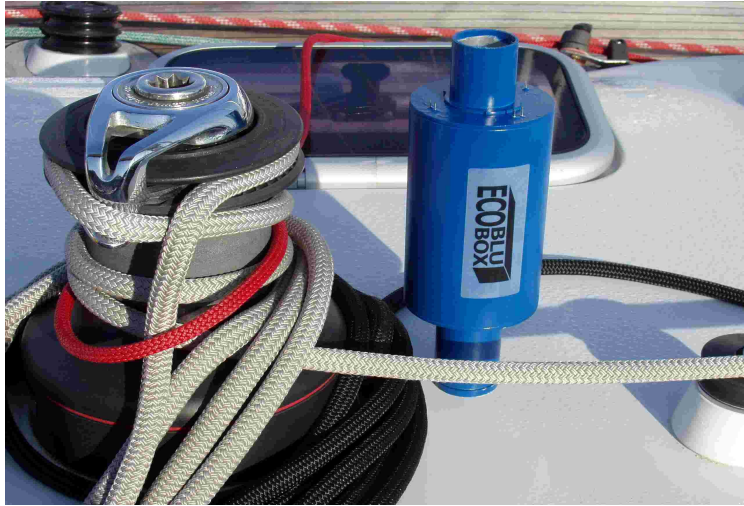
5 CONCLUSIONI

Lo studio di fattibilità presentato mostra un nuovo modo di interpretare l' oceanografia operativa. Esso costituisce un'anello di giunzione tra le tecniche di telerilevamento tramite elaborazione dati da satellite nonché di previsione attraverso i modelli matematici con i dati raccolti *in situ*.

L'EcoBluBox, infatti, si pone come obiettivo quello di rilevare le misure dei principali parametri caratterizzanti la colonna d'acqua (Temperatura, Conducibilità e Fluorescenza) per la calibrazione dei dati da satellite, unico attuale mezzo di analisi su scala sinottica.

Ora più che in passato abbiamo l'esigenza di risolvere e prevedere i cambiamenti globali e di far avvicinare l'opinione pubblica alle problematiche ad essi legate. Oltre alla funzione, quindi, prettamente scientifica, di raccolta dei dati in situ, l'uso dell' EcoBlu Box ha come obiettivo quello di sensibilizzare gli operatori del mare i quali, diventano parte integrante del sistema di raccolta dati. Questo strumento, infatti, è stato concepito per essere utilizzato anche da personale non addetto e su differenti tipi di imbarcazione (user friendly).

Lo studio di Fattibilità del Progetto Sailing VOS ha dimostrato come le unità da diporto a vela siano delle vantaggiose piattaforme di misura per l'applicazione del sistema EcoBluBox. Sebbene tale tipo di imbarcazione sia non adatto a misure oceanografiche, esso risulta economicamente vantaggioso avendo bassi costi di mantenimento e un basso impatto ambientale. Considerando inoltre che in Italia il parco nautico a vela stimato sia di 128.613 è possibile immaginare che l'applicazione del sistema EcoBluBox su anche solo 1/3 delle imbarcazioni totali riuscirebbe a fornire un numero di dati maggiore di quelli ottenuti dalle attuali piattaforme VOS.



Bibliografia

- N. Pinardi et al, 2003 The Mediterranean ocean forecasting system : first phase of implementation (1998-2001) *Annales Geophysical* 2001, 21:3-20 EGU 2003
- Marcelli et al 2007 The temperature fluorimetric Lanchable probe, a new expandable probe. *Ocean Sci.*
- Piermattei et al, 2006 Analyses of mesoscale productivity process in the Adriatic Sea: Comparison between data acquired by SARAGO Towed ongulatig vehicle and by CTD cast, *Chemistry and ecology*, 22 supp. 1, S275-S292, 2006
- Cook, Sy A. 2000 Best guide and principles manual for the Ship of opportunity ùprogram (SOOP) and Expandable Bathymetrhric XBT opera.
- Reseghetti et al 2006 Improved quality check procedures of XBT profiles in MFS-VOS, *Ocean Sci. Discuss*, 3 1441-1480, 2006
- G. Reverdin et al 2007- Surface Salinity in the Atlantic Ocean *Progress in Oceanography*, 73 (2003) 311-340
- CIESM Workshop et al The Mediterranean Ocean Forecasting System, first phase of implementation
- Antal et al 2001 Measurement of phytoplankton photosynthesis rate using a pump and probe fluorimeter *Oceanologica* 43,291-313
- Falkowski P.G. 2002 The ocean's invisible forest, *Scientific American*, 282,38-45 2002
- Marcelli et al 2005 Deep Clorophyll maximum distribution in the indulatingvehicle, central Tyrranian Sea described by a towed ondulating vehicle, *Chemistry anf Ecology*,21,351, 367.
- Ayoub et al 1996 A distribution of Mediterranean surface variable circulation from combined ERS-1 and TOPEX/POSEIDON altimetric data.
- M.A. Srokosz Biological Oceanography by Remote Sensing – Sauthampton Oceanography Centre, Sauthampton, UK IPCC , 2001 Climate Change 2001: The Scientific Bases p.785
- UNESCO 2002: The Benefits of the implementation of GOOS in The Mediterranean sea, 1- 3

Nov- 1999 – GOOS Report N° 85

UNESCO 1999, Annual Report 1999, Intergovernmental Oceanographic Commission

UNESCO, 1978: “ Eight report of the joint Panel on Oceanographic Tables and Standards,
Woods Hole , Marzo 1977 , Unesco Tech. Pap. In. Mar. Sci. , 30, 32p

UNESCO, 1981: ”The Practical Salinity Scale 1978 and International Equation of state
of seawater 1980”, Unesco Tech. Pap. Mar. Sci. 36, 1-25

UNESCO, 1983: “ Algorithms for computations of fundamental properties of seawater “
Unesco Tech. Pap. Mar. Sci. 44, 1-53

APHA,AWWA, WEF, 1998: “ Standard Method for the examination of water and seawater“,
XX Ed. , (Washington, APHA) , 2-48/2-49

Sea-Bird Electronics, Inc Revised , 2003 Conductivity sensors for Moored and Autonomous
Operation

JCOMM Voluntary Observing ship (VOS) Climate Subset Projects (VOSCLIM) WMO – IOC
The Mediterranean Forecasting System Science Plan, EuroGOOS Publication n°11
Novembre 1998 EG98.52

Steven Cook and Alexandre Sy, 2001 - 'Best Guide and principles manual for the Ship Of
Opportunity Program (SOOP) and expendable BathyThermograph (XBT) operation ,
Marzo 2001

Demirov et al, 2003 Assimilation scheme of the Mediterranean Forecasting System: \
Operational Implementation. Annale Geophysicae 2003, 21:189-204 EGU 2003

G. Zodiatis et al. 2002 High resolution nested model for the Cyprian , NE Levantine Basin,
eastern Mediterranean Sea : Implementation and climatological runs

Conductivity Theory and Practice – Radiometer analytical

The International SeaKeeper Society – Ocean Monitoring System : Installation and
Operational Manual

A. Rosenqvist, M. Imhoff, A. Milne and C. Dobson – Remote sensing and Kyoto Protocol: A
review of Available and Future Technology for Monitoring Treaty Compliance
Workshop Report Michigan USA Octobre 20-22 1999

Isabelle Taupier-Letage. CNRS A Mistral wind episode in the Gulf of Lion in early summer

2005 – Preliminary Transmed Data Analysis

- Dichey, T. D., (1988): “Recent advances and future directions in multi-disciplinary in situ oceanographic measurements systems”, Toward a Theory on Biological-Physical Interactions in the World Ocean (Rothschild B.J. ed.). Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series: 555-599.
- Williams R.- 1995. Evaluation of new techniques for monitoring and assessing the health of Large Marine Ecosystems. In: Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems (Rapport D.J., Gaudet C.L., & Calow P. eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, NATO ASI Series, 128: 257-272.