

Progetto

SINAPSI

**asSistenza alla Navigazione per l'Accesso ai Porti in
 Sicurezza**



ATTIVITA' T1.2: REALIZZAZIONE PIATTAFORMA ICT

PRODOTTO T1.2.2: LINEE GUIDA PER INTEROPERABILITÀ DATI

Partner responsabile: CNR-ISMAR

Partner contributori: UNIGE, UTLN, ADSP-MTS, LaMMA, ERI, CCI VAR

Nome del prodotto	Redatto da:	Validato da:
T1.2.2 - Linee guida per interoperabilità dati	Lorenzo Corgnati, Carlo Mantovani, Andrea Lira Loarca, Anna Reboa, Anne Molcard, Stefano Taddei, Ivano Toni, Bartolomeo Doronzo	Laura Cutroneo, Giovanni Besio, Marco Capello

Indice

<i>1. Sommario</i>	1
<i>2. Introduzione</i>	2
<i>3. Stato attuale dei dataset di SINAPSI</i>	3
3.1 dati di corrente marina superficiale da HF Radar	4
3.2 Dati da ADCP	12
3.3 Dati da Modelli Numerici	20
<i>4. Stato dell'arte e raccomandazioni della comunità internazionale</i>	24
4.1 dati di corrente marina superficiale da HF Radar	24
4.2 dati da ADCP	27
4.3 Dati da Modelli Numerici	29
<i>5. Analisi del divario e proposte di intervento</i>	31
5.1 Dati di corrente marina superficiale da HF Radar	31
5.2 Dati da ADCP	32
5.3 dati da Modelli Numerici	35
<i>6. Conclusioni</i>	35
<i>7. Bibliografia</i>	37

1. Sommario

Il progetto SINAPSI prevede la definizione e previsione delle condizioni meteo-marine (campi di corrente e moto ondoso) in prossimità e all'interno delle aree portuali tramite osservazioni dirette e indirette e tramite modellazione numerica ad alta risoluzione delle aree portuali coinvolte nel progetto (Tolone, Genova, La Spezia, Livorno e Piombino). Il fine è quello di dotare le Autorità Marittime, le Autorità Portuali, i Corpi dei Piloti e i Comandanti delle Navi di uno strumento ITC transfrontaliero in grado di fornire informazioni sulle condizioni del mare in prossimità e all'interno degli specchi d'acqua portuali. Questo strumento supporta la pianificazione e la realizzazione delle operazioni di avvicinamento e manovra nei porti da parte delle navi, contribuendo a ridurre il rischio di incidenti e ad aumentare la sicurezza e l'efficienza delle operazioni portuali.

I dati trattati sono nell'ordine misure di corrente superficiale eseguite da High Frequency Radar (HFR), misure di velocità della corrente e dei parametri del campo d'onda ottenute tramite Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) e simulazione di campi di corrente e campi di onda prodotte da modelli numerici.

Il presente documento intende catalogare i dati sopra descritti, siano essi risultato di acquisizione da piattaforme osservative o da modellazione numerica, raggrupparli per tipologia e descriverne lo stato in relazione alle principali convenzioni e direttive di interoperabilità e accesso internazionali.

Sulla base di questa analisi, il documento descrive i gap, in termini di interoperabilità e aderenza agli standard, tra ciascuna tipologia di dato a disposizione del progetto e i requisiti delle convenzioni e delle direttive che normano quella determinata tipologia di dato.

In ultimo, il documento descrive le azioni necessarie per portare ciascuna tipologia di dato del progetto a conformarsi con i requisiti delle suddette direttive e convenzioni.

In questo modo, il presente documento si propone come vademecum per le operazioni di produzione dei dataset necessari allo sviluppo della piattaforma ICT obiettivo del progetto.

2. Introduzione

Negli anni recenti il Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020 ha sostenuto, attraverso progetti come SICOMAR, IMPACT, SICOMAR-Plus, investimenti per la creazione e l'ampliamento di una rete condivisa di monitoraggio oceanografico nell'area di cooperazione transfrontaliera tra Italia e Francia. Numerosi Enti (tra i quali diversi Partner di SINAPSI) hanno collaborato al fine di potenziare tale sistema osservativo in modo coordinato e al fine di ottenere una più ampia copertura areale e una maggiore integrazione nelle misure di dati oceanografici utili a migliorare la conoscenza dello stato del mare.

Il progetto SINAPSI rappresenta un ulteriore contributo in questa direzione, avendo realizzato l'ampliamento e l'integrazione della rete transfrontaliera di monitoraggio delle caratteristiche fisiche del mare (quali correnti, onde e vento) sia con tecnologie tradizionali (ADCP, ondometri e drifter) sia con strumenti innovativi (radar costieri), con particolare focus sulle zone portuali.

Il progetto SINAPSI, inoltre, prevede la realizzazione di uno strumento web-based di rappresentazione e previsione delle condizioni idrodinamiche e meteo-marine locali (vento, onde e correnti di larga scala) alimentato sia direttamente dai dati acquisiti dal sistema osservativo sia dall'output dei modelli numerici ad alta risoluzione della

circolazione interna portuale. I modelli numerici a loro volta beneficiano, in fase di calibrazione e validazione, degli stessi dati osservati.

Questo strumento ICT deve consentire diversi livelli di accesso a seconda delle priorità operative in ambito portuale e deve avere una natura multi-device per permettere la visualizzazione dello stato del mare da qualsiasi tipo di dispositivo (mobile, pc, tablet), rendendo le informazioni sviluppate disponibili anche per diportisti e operatori non commerciali.

La realizzazione di una piattaforma di questo tipo si deve necessariamente fondare su una base di dati uniforme e dotata di una adeguata descrizione per quanto riguarda sia le caratteristiche degli strumenti che li hanno generati, sia le informazioni ancillari dei dati stessi. Questa uniformità permette infatti di poter archiviare i dataset in strutture internazionalmente riconosciute che, grazie all'adozione di particolari convenzioni relative ai meccanismi di distribuzione dei dati, consentono l'archiviazione e la conservazione di lunga durata unite all'accesso per utenti umani e strumenti informatici.

Nelle sezioni seguenti vengono dunque proposte, sulla base dell'analisi dello stato dell'arte, le linee guida per produrre una significativa metadattazione dei dati di SINAPSI e per generare dataset in formati standard e interoperabili, in accordo con le principali convenzioni e direttive che guidano e normano gli standard di interoperabilità e accesso internazionali.

3. Stato attuale dei dataset di SINAPSI

In questa sezione vengono presentati i dataset messi a disposizione nell'ambito del progetto SINAPSI e ne verranno descritti il livello di interoperabilità, ovvero il formato dei file, l'eventuale uso di convenzioni e standard e le modalità di accesso.

Questi dati verranno utilizzati come input per la piattaforma ICT di supporto alle decisioni per la sicurezza della navigazione in prossimità dei porti.

3.1 dati di corrente marina superficiale da HF Radar

Mar Ligure e Porto di Genova

L'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISMAR) gestisce una rete High Frequency Radar (HFR), denominata HFR-TirLig e costituita da 5 stazioni di misura radiale situate presso il faro di Viareggio (stazione VIAR), il faro dell'Isola del Tino (stazione TINO), Monterosso al Mare in località Punta Corone (stazione PCOR), il faro di Portofino (stazione PFIN), il Comune di Celle Ligure lungo la via Aurelia (stazione LIGW). I cinque sistemi sono del tipo Codar SeaSonde e operano alle frequenze di 26.275 MHz (stazioni VIAR, TINO, PCOR) e di 13.5 MHz (stazioni PFIN e LIGW). Nell'ambito del progetto SINAPSI, la rete HFR-TirLig verrà ulteriormente ampliata con l'acquisto e l'installazione di altre due stazioni di misura radiale nella zona del porto di Genova.

Come prodotto primario, la rete HFR-TirLig fornisce misure di velocità della corrente radiale ad ogni ora, su una copertura spaziale che si estende per circa 45 km dalla costa. Le misure così ottenute vengono sincronizzate automaticamente con il server centrale di calcolo, afferente allo European HFR Node (si veda la Sezione 4.1), che combina in modo automatico i campi orari di velocità radiale in campi orari di velocità totale, applica le procedure di Quality Control sui dati radiali e totali e converte i campi radiali e totali in formato netCDF.

I campi di velocità radiali e totali così prodotti hanno una risoluzione temporale pari a 1 ora, sono disposti su una griglia cartesiana bidimensionale con risoluzione spaziale pari a 1,5 km e realizzano una copertura spaziale complessiva di circa 4.000 km quadrati.

PRODOTTO T1.2.2

Le variabili principali consistono nelle componenti U e V della velocità radiale e totale della corrente marina superficiale e presentano un'accuratezza di 0,02 m/s.

Le procedure di Quality Control applicate in modo automatico ai dati di corrente radiale sono le seguenti:

- Syntax check
- Over-water test
- Velocity Threshold
- Temporal Derivative
- Median Filter
- Average Radial Bearing
- Radial Count

Le procedure di Quality Control applicate in modo automatico ai dati di corrente totale sono le seguenti:

- Syntax check:
- Velocity Threshold
- Temporal Derivative
- GDOP Threshold
- Data Density Threshold

Le procedure di QC e il formato dati applicati ai dataset della rete HFR-TirLig sono descritti in dettaglio nella Sezione 4.1 del presente documento.

I dataset prodotti dalla rete HFR-TirLig sono corredati da una metadattazione completa e aderiscono alle seguenti convenzioni e direttive internazionali: CF-1.6, Copernicus-

PRODOTTO T1.2.2

InSituTAC-FormatManual-1.41, Copernicus-InSituTAC-SRD-1.5, Copernicus-InSituTAC-ParametersList-3.2.0, OceanSITES Manual 1.2, SeaDataNet_1.0, INSPIRE.

Questi dataset sono disponibili sia in Near Real Time (NRT) sia in serie storica tramite cataloghi Thematic Real-time Environmental Distributed Data Services (THREDDS) all'indirizzo http://150.145.136.27:8080/thredds/HF_RADAR/TirLig/TirLig_catalog.html e tramite il portale di distribuzione Copernicus Marine Environment Monitoring Service In Situ Ocean TAC (CMEMS-INSTAC) all'indirizzo <http://www.marineinsitu.eu/>.

I dati sono liberamente accessibili, in quanto regolamentati da licenza Creative Commons Attribution 4.0, per i servizi di visualizzazione, download, distribuzione (WMS, WCS) e subsetting.

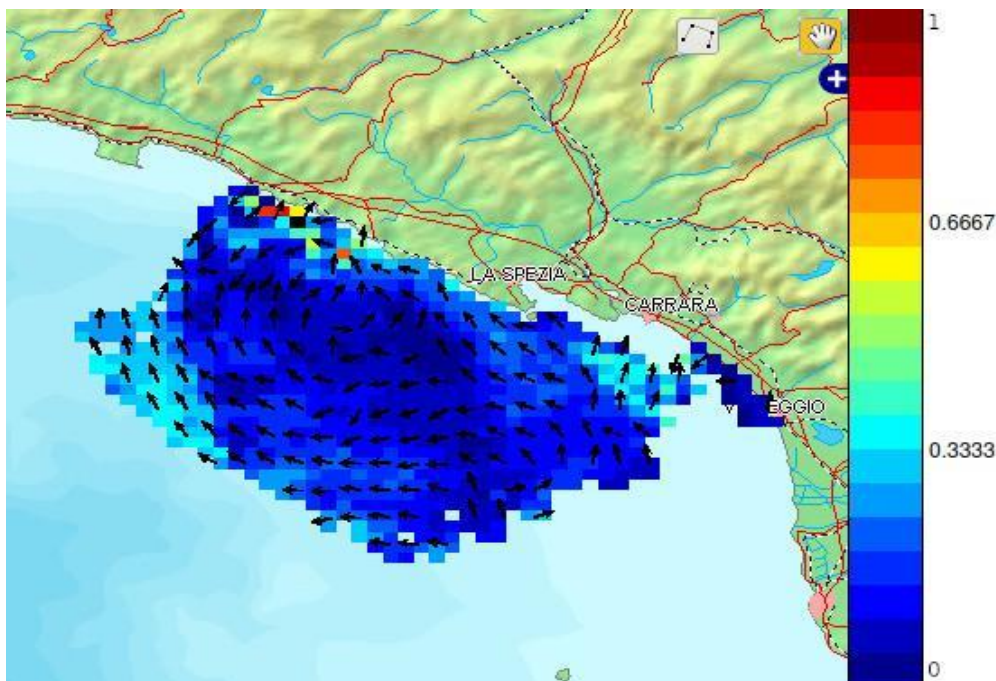


Figura 1 - Campo di velocità totale prodotto dalla rete HFR-TirLig (4 ottobre 2021 h21). La colorbar esprime le velocità in m/s.

PRODOTTO T1.2.2

Le due nuove stazioni di misura radiale che costituiscono l'investimento principale del progetto SINAPSI e che verranno installate in prossimità dell'area portuale di Genova espanderanno la copertura spaziale della rete HFR-TirLig. Le misure di velocità radiale della corrente superficiale da esse fornite contribuiranno al processo di combinazione per l'ottenimento dei campi di velocità totale. Questi nuovi dati verranno integrati nel flusso di processamento già in essere per la rete HFR-TirLig e presenteranno dunque tutte le caratteristiche descritte nei punti precedenti.

Le due nuove stazioni inoltre forniranno, ciascuna in modo indipendente, anche misure di altezza d'onda significativa, periodo medio, periodo di picco e spettro uni-direzionale del campo d'onda su una griglia con risoluzione radiale pari a 1 km, risoluzione angolare pari 5° e risoluzione temporale pari a 1 ora. Infine, in un punto di sovrapposizione dei due campi di misura, le due stazioni potranno fornire lo spettro direzionale completo del campo d'onda.

Attualmente, per i dati relativi ai parametri del campo d'onda derivati da misure radar HF non esiste un formato standard europeo. Pertanto, i dati di onda forniti dalle due nuove stazioni saranno, almeno inizialmente, non processati per il Quality Control né corredati da metadati specifici e dunque non aderenti a convenzioni o direttive internazionali sull'interoperabilità. Questi dati saranno comunque messi a disposizione con libero accesso attraverso le infrastrutture IT di CNR-ISMAR.

Mar Tirreno, Porto di Livorno e Porto di Piombino

Il Consorzio LaMMA gestisce una rete High Frequency Radar (HFR), denominata HFR-LaMMA e costituita da 5 stazioni di misura radiale situate presso San Vincenzo (stazione SVIN), Livorno (stazione LIVO), il faro dell'Isola del Tino (stazione TINL), Castiglione della

PRODOTTO T1.2.2

Pescaia (stazione CAST) e Piombino (stazione PIOM). I cinque sistemi sono del tipo Codar SeaSonde e operano alla frequenza di 13.5 MHz.

Come prodotto primario, la rete HFR-LaMMA fornisce misure di velocità della corrente radiale ad ogni ora, su una copertura spaziale che si estende per circa 70 km dalla costa. Le misure così ottenute vengono sincronizzate automaticamente con il server centrale di calcolo, afferente allo European HFR Node (si veda la Sezione 4.1), che combina in modo automatico i campi orari di velocità radiale in campi orari di velocità totale, applica le procedure di Quality Control sui dati radiali e totali e converte i campi radiali e totali in formato netCDF.

I campi di velocità radiali e totali così prodotti hanno una risoluzione temporale pari a 1 ora, sono disposti su una griglia cartesiana bidimensionale con risoluzione spaziale pari a 1,5 km e realizzano una copertura spaziale di circa 10.000 km quadrati.

Le variabili principali consistono nelle componenti U e V della velocità radiale e totale della corrente marina superficiale e presentano un'accuratezza di 0,02 m/s.

Le procedure di Quality Control applicate in modo automatico ai dati di corrente radiale sono le seguenti:

- Syntax check
- Over-water test
- Velocity Threshold
- Temporal Derivative
- Median Filter
- Average Radial Bearing
- Radial Count

Le procedure di Quality Control applicate in modo automatico ai dati di corrente totale sono le seguenti:

- Syntax check
- Velocity Threshold
- Temporal Derivative
- GDOP Threshold
- Data Density Threshold

Le procedure di QC e il formato dati applicati ai dataset della rete HFR-LaMMA sono descritti in dettaglio nella Sezione 4.1 del presente documento.

I dataset prodotti dalla rete HFR-TirLig sono corredati da una metadattazione completa e aderiscono alle seguenti convenzioni e direttive internazionali: CF-1.6, Copernicus-InSituTAC-FormatManual-1.41, Copernicus-InSituTAC-SRD-1.5, Copernicus-InSituTAC-ParametersList-3.2.0, OceanSITES Manual 1.2, SeaDataNet_1.0, INSPIRE.

Questi dataset sono archiviati sia in Near Real Time (NRT) sia in serie storica tramite cataloghi Thematic Real-time Environmental Distributed Data Services (THREDDS) dello European HFR Node, che consentono l'accesso attraverso i servizi di visualizzazione, download, distribuzione (WMS, WCS) e subsetting. Da questi cataloghi i dataset della rete HFR-LaMMA sono disponibili solamente su richiesta. I dati sono invece accessibili sul geoportale del Consorzio LaMMA, raggiungibile al link <https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/MapStore/public/>.

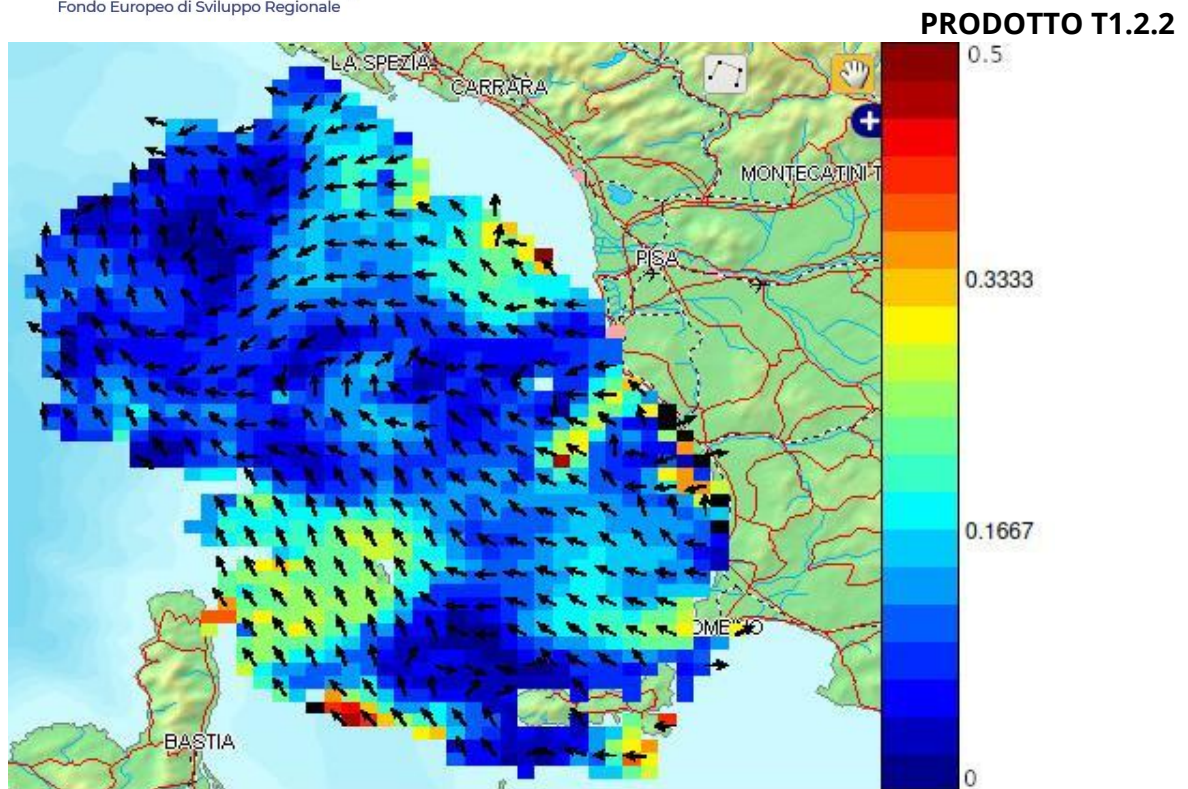


Figura 2 - Campo di velocità totale prodotto dalla rete HFR-LaMMA (22 aprile 2021 h00). La colorbar esprime le velocità in m/s.

Mar Ligure e Porto di Toulon/ Mer Ligure et Port de Toulon

Il Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) dell'Università di Tolone gestisce una rete High Frequency Radar (HFR), denominata HFR-MedIn, e costituita da 3 stazioni situate presso Bénat (stazione WBEN), Peyras (stazione WPEY) e Porquerolles (stazione WPOR). I tre sistemi sono del tipo WERA (prodotti da Helzel GmbH) e operano alla frequenza di 16,175 MHz.

Questa rete opera in configurazione multistatica con 2 trasmettitori (WPOR e WPEY) e 2 ricevitori (WBEN e WPEY) distribuiti sui tre siti. Con questa configurazione, la rete produce 3 componenti ellittiche e 1 componente radiale dei vettori di corrente superficiale. Attraverso una specifica elaborazione di queste componenti basata sul metodo Direction Finding si ottengono 4 componenti proiettate del vettore di corrente,

PRODOTTO T1.2.2

a seconda della combinazione trasmettitore-ricevitore scelta (WPEY-WPEY, WPEY-WBEN, WPOR-WBEN, WPOR-WPEY). Una descrizione completa della configurazione di questa rete e della specifica elaborazione si trova in Guérin et al., 2019.

Come prodotto primario, la rete HFR-MedTIn fornisce campi di velocità totali ottenuti dalle combinazioni WPEY-WPEY e WPOR-WBEN.

I campi di velocità così prodotti hanno risoluzione temporale pari a 1 ora, sono disposti su una griglia cartesiana bidimensionale con risoluzione spaziale pari a 1 km e realizzano una copertura spaziale di circa 3000 km quadrati.

Le variabili principali consistono nelle componenti U e V della velocità totale della corrente marina superficiale e presentano un'accuratezza di circa 0,02 m/s.

I campi di velocità prodotti dalla rete HFR-MedTIn non sono al momento processati con procedure di Quality Control, non sono corredati da metadati specifici e, di conseguenza, non sono aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

Questi dataset sono archiviati in formato netCDF sia in Near Real Time (NRT) sia in serie storica e sono visualizzabili e accessibili su richiesta al link <http://hfradar.univ-tln.fr/HFRADAR/squel.php?content=accueil>.



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA



SINAPSI

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODOTTO T1.2.2

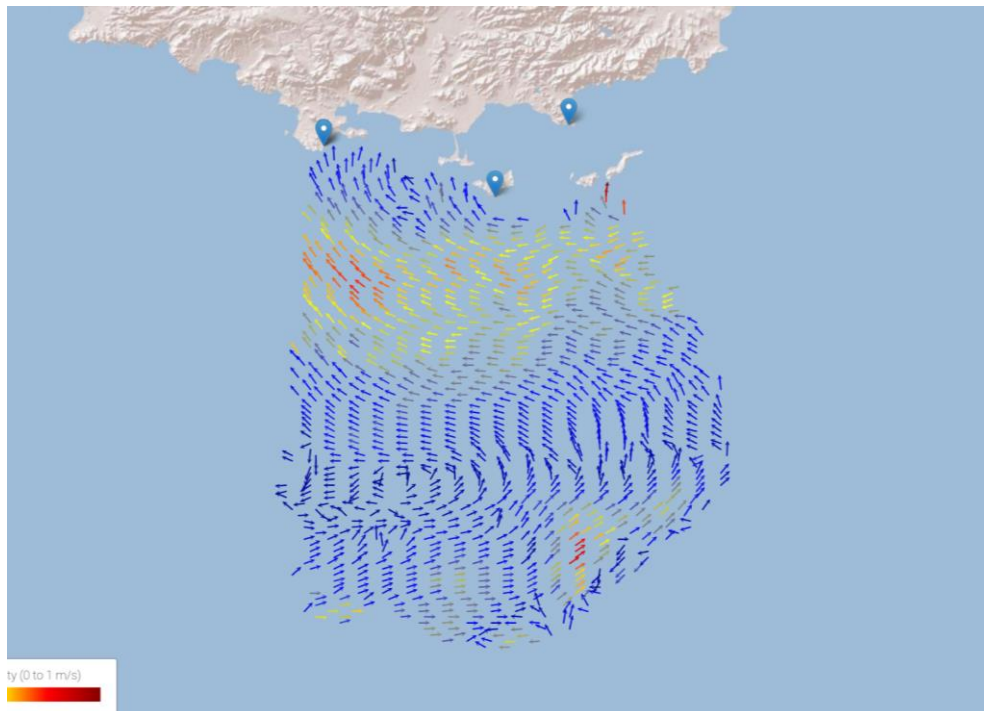


Figura 3 - Campo di velocità totale prodotto dalla rete HFR-MedTIn (3 ottobre 2021 23h40).

3.2 Dati da ADCP

Porto di Genova

Il DISTAV dell'Università degli Studi di Genova (UniGE) sta curando le operazioni di installazione di 3 Horizontal Acoustic Doppler Current Profiler (H-ADCP) all'interno del porto di Genova, nell'area compresa tra l'ingresso di Levante e il Canale di Sampierdarena. I tre strumenti, concessi in comodato d'uso dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (ADSP-MLO), sono del tipo Teledyne RD Instruments Workhorse H-ADCP e operano alla frequenza di 300 kHz.

Questi correntometri sono già stati impiegati per il monitoraggio in continuo delle correnti durante il dragaggio del Porto di Genova dal 2009 al 2014. Nell'ambito del progetto SINAPSI, i correntometri verranno installati all'ingresso di Levante, nel Bacino di Evoluzione e all'ingresso est del Canale di Sampierdarena.

PRODOTTO T1.2.2

I tre sistemi H-ADCP forniscono misure delle componenti U e V, dell'intensità e della direzione della corrente marina lungo profili orizzontali e saranno posizionati a circa 7 metri di profondità, tramite strutture collegate a terra e alimentati da pannelli solari. L'estensione di questi profili è di circa 100 m dal punto di misura. Le misure così prodotte hanno una risoluzione temporale compresa tra i 15 e i 30 minuti e i dati verranno trasmessi tramite sistema GSM.

I dati forniti dagli H-ADCP non sono processati con procedure di Quality Control, né sono corredati da metadati specifici e, di conseguenza, non sono aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

Nella configurazione attuale, questi dataset saranno disponibili sia in tempo reale sia in serie storica e saranno consultabili attraverso una specifica applicazione e un sito web dedicato.

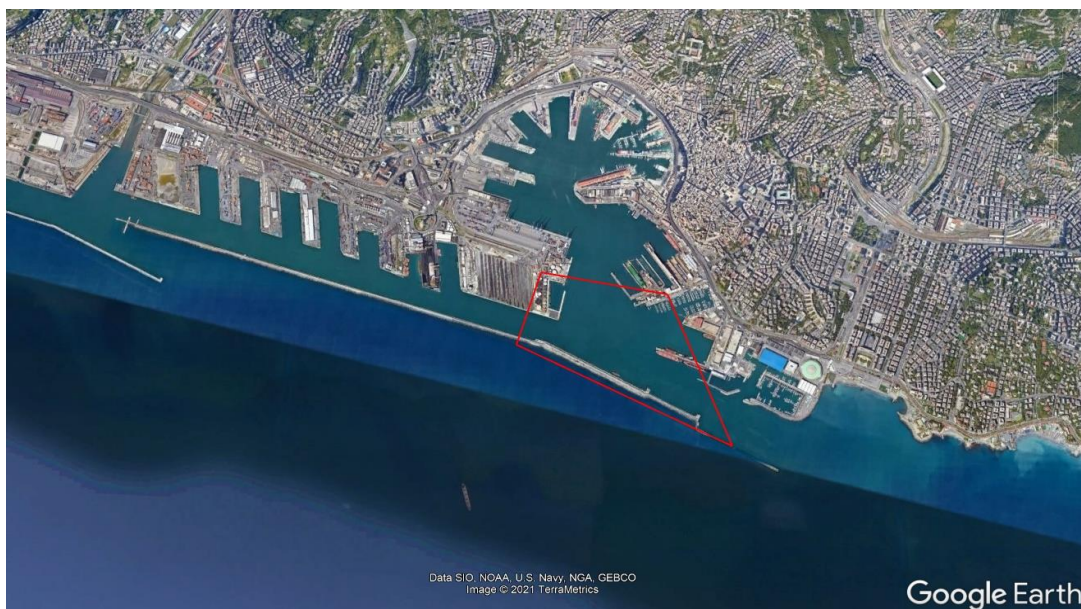


Figura 4 - Area di installazione degli H-ADCP nel porto di Genova (poligono rosso).

Porto di Livorno e Porto di Piombino

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (AdSP-MTS), all'interno del progetto SINAPSI, ha bandito una gara per l'acquisto di due ondometri-correntometri da installare nei porti di Livorno e Piombino. Vincitrice della procedura di gara è stata la società Codevintec, che installerà le strumentazioni entro il 28 febbraio 2022.

Nello specifico si tratta di due Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) che saranno installati nei porti di:

- Livorno: circa 100 m all'esterno della diga foranea, ad una profondità compresa tra 15 e 30 m;
- Piombino: alla base dell'ex piattaforma Enel, ad una profondità compresa tra 20 e 30 m.

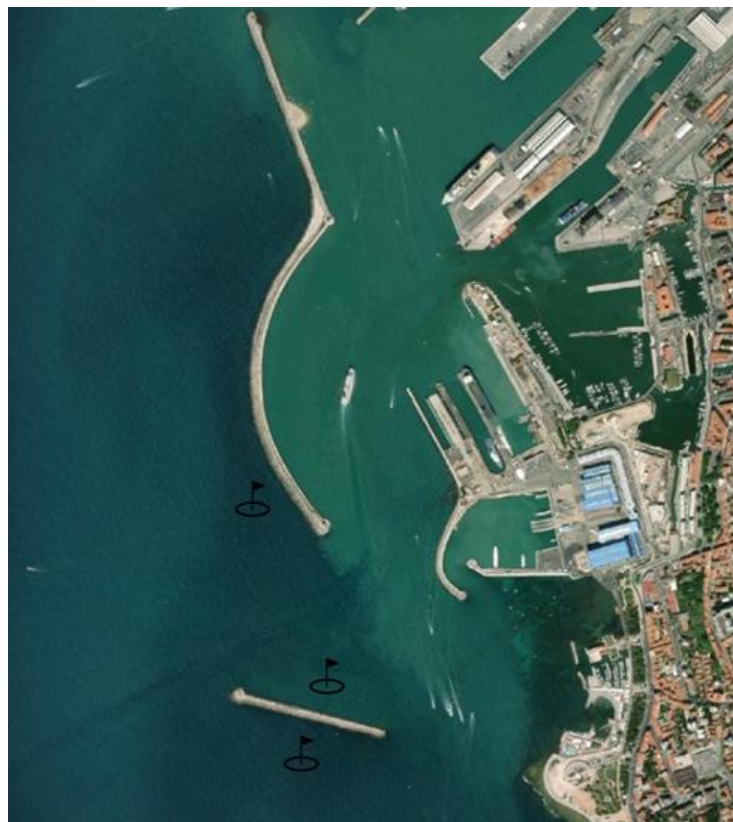


Figura 5 - Possibili siti di installazione degli ADCP nel Porto di Livorno.



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA



SINAPSI

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODOTTO T1.2.2



Figura 6 - Sito previsto per l'installazione dell'ADCP nel porto di Piombino.

I due ADCP forniti dalla società Codevintec sono identici, modello RDI Sentinel V20, operano alla frequenza di 1000 kHz (ottimale per le profondità a cui verranno installati) e ne verrà installato uno per porto. Il modello per il profilo di corrente è caratterizzato da un array di 5 trasduttori: 4 di questi generano raggi (beam) inclinati di 20° e posti a 90° l'uno dall'altro, mentre un quinto beam trasmette sulla verticale a 0°. Il quinto beam integrato fornisce una terza misura di velocità verticale e un quinto range per la misurazione della superficie, consentendo la ridondanza di dati per il controllo degli errori e ottimizzare le misurazioni.

I due strumenti forniscono misure dell'intensità e della direzione della corrente marina, dell'altezza e della direzione delle onde e della temperatura dell'acqua lungo profili verticali con estensione di circa 30 m dal punto di misura. Le misure così prodotte hanno una risoluzione temporale compresa tra i 15 e i 50 minuti. Il range di velocità massimo è di 20 m/s, con una risoluzione di 0.1 cm/s e un'accuratezza di $\pm 0,3$ cm/s.

PRODOTTO T1.2.2

I rilievi ondametrici sono realizzati con la tecnica Wave Array, la quale usa fino a 32 punti di misura ed è in grado di caratterizzare il moto ondoso come combinazione complessa di onde dirette, riflesse e rifratte. Il profilo massimo misurabile dipende dal periodo d'onda che si intende misurare. Questa strumentazione consente di misurare onde fino a 35 m (inclusa l'altezza dell'onda), con periodo di campionamento variabile tra 1 Hz e 0.03 Hz.

I dati forniti dagli ADCP non sono processati con procedure di Quality Control, né sono corredati da metadati specifici e, di conseguenza, non sono aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

Nella configurazione attuale, questi dataset saranno disponibili in formato NMEA sia in tempo reale sia in serie storica e saranno consultabili attraverso la Piattaforma MONICA, raggiungibile al link <https://www.monicapmslivorno.eu/>. La piattaforma MONICA, sviluppata dall'AdSP-MTS, è la piattaforma di riferimento dell'ente per il monitoraggio e il controllo del porto. I due ADCP andranno ad alimentare la piattaforma integrando altre informazioni a quelle già presenti all'interno del sistema, offrendo all'AdSP MTS l'opportunità di offrire un servizio per il monitoraggio delle acque limitrofe al Porto di Livorno e al Porto di Piombino, a vantaggio della sicurezza della navigazione.

Il Consorzio LaMMA contribuisce al monitoraggio attraverso campagne di misura ripetute della durata di circa 3-6 mesi ciascuna, eseguite mediante due sistemi ADCP acquistati nell'ambito del progetto SINAPSI.

I due ADCP sono forniti al Consorzio dalla ditta iSat e sono prodotti dall'azienda norvegese Nortek, specializzata nella produzione di apparecchiature subacquee per la misura di correnti e onde marine.

Entrambi appartenenti alla serie AWAC, opereranno a due frequenze distinte: il primo, operante a una frequenza di 600 kHz, è in grado di creare un profilo di corrente fino a

PRODOTTO T1.2.2

50 metri ed è idoneo a essere collocato fino a un massimo di 60 metri di profondità; il secondo, operante a una frequenza di 1000 kHz, è idoneo per l'acquisizione di un profilo fino a 30 metri e a essere collocato su un fondale a non più di 35 metri di profondità.

I modelli scelti utilizzano entrambi tre beam inclinati tra di loro di 120° per la misura delle componenti di velocità delle correnti e un 4° beam verticale ottimizzato per la rilevazione dei parametri del moto ondoso.

In particolare i due strumenti forniscono misure delle componenti U e V della corrente marina nelle varie celle che compongono il profilo verticale e le condizioni della superficie marina, quali altezza, direzione, periodo d'onda e relativa composizione spettrale.

Nella configurazione attuale, gli strumenti generano i dati di output nel formato ASCII Nmea, con una risoluzione temporale di 30 minuti; questi verranno memorizzati e se necessario, successivamente saranno accessibili su richiesta, al termine delle campagne di misura.

I dati forniti dagli ADCP non sono corredati da metadati o procedure di Quality Control specifiche aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

Porto di Toulon

Nel 2011, nel 2012 e nel 2018, due mooring sono stati installati nel porto di Toulon per una durata di qualche mese, su entrambi i lati della sezione di ingresso nel porto. Questi mooring hanno fornito misure di profili verticali della corrente con lo scopo di valutare gli scambi tra il porto e il largo, per validare i modelli di circolazione, ma non erano equipaggiati per la trasmissione dei dati in tempo reale.



PRODOTTO T1.2.2

Nell'ambito del progetto SINAPSI è prevista l'installazione, coordinata dall'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) dell'Université de Toulon, di 3 moorings a partire da Gennaio 2021 per una durata di un anno. I due correntometri su entrambi i lati della sezione d'entrata (Stazione 1 e Stazione 2) ripeteranno gli esperimenti precedenti e saranno utilizzati essenzialmente per studi di dinamica costiera. La stazione nella baia, vicino all'entrata del porto e la diga (Stazione 3), servirà a dare informazioni in tempo reale su onde e corrente.

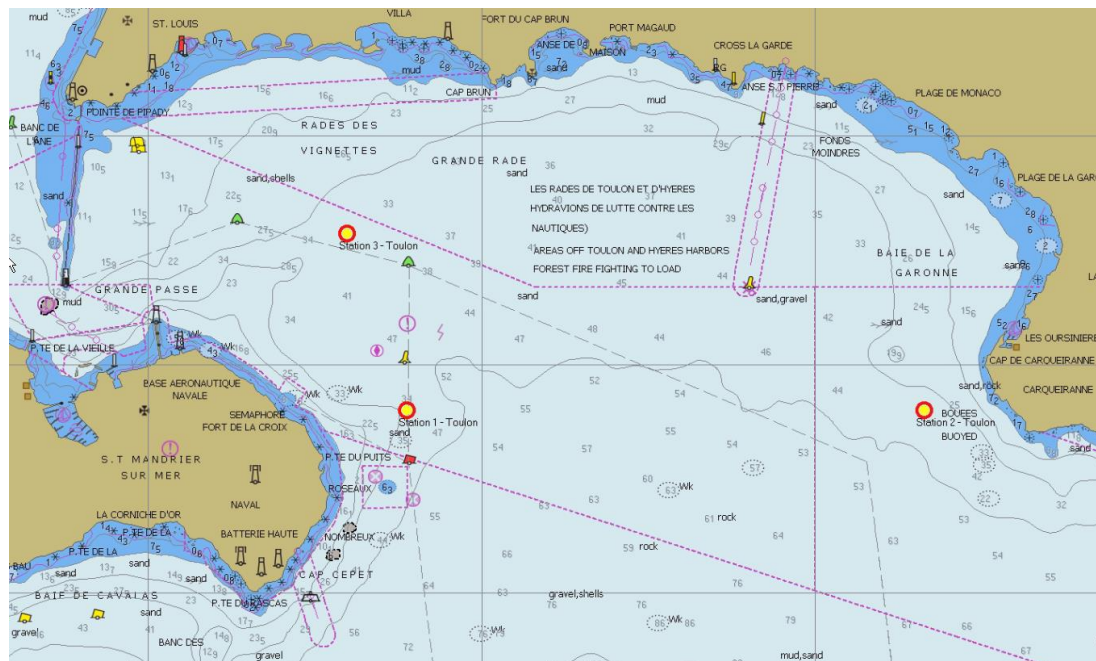


Figura 7 - Disposizione delle catene correntometriche nel porto di Toulon: Stazione 1 vicino alla penisola Saint Mandrier (ovest); Stazione 2 vicino a Carqueiranne (est); Stazione 3 al centro del bacino.

La Stazione 1 è equipaggiata con un ADCP del tipo RDI Sentinel Workhorse operante alla frequenza di 600 kHz e posizionato sul fondale, alla profondità di 35-40 metri. La stazione è inoltre dotata di sensore di temperatura e salinità. I parametri del campo d'onda sono misurati su periodi di 10 minuti ogni ora e i profili verticali della corrente

PRODOTTO T1.2.2

sono misurati con risoluzione temporale pari a 15 minuti e risoluzione spaziale pari a 1 metro, dai 3 metri dal fondo a 4 metri sotto la superficie. Le misure di temperatura e salinità sono eseguite con risoluzione temporale pari a 15 minuti sul fondo.

La Stazione 2 è equipaggiata con un ADCP del tipo RDI Sentinel V100 operante alla frequenza di 300 kHz e posizionato sul fondale, alla profondità di 35-40 metri. La stazione è dotata di sensore di temperatura e salinità. I parametri del campo d'onda sono misurati su periodi di 10 minuti ogni ora e i profili verticali della corrente sono misurati con risoluzione temporale pari a 15 minuti e risoluzione spaziale pari a 1 metro, dai 3 metri dal fondo a 4 metri sotto la superficie. Le misure di temperatura e salinità sono eseguite con risoluzione temporale pari a 15 minuti sul fondo.

La Stazione 3 è equipaggiata con un ADCP del tipo Nortek Aquapro operante alla frequenza di 600 kHz e posizionato a una profondità di 35-40 metri. La stazione è dotata di un ondometro, una stazione meteo e 4 sensori di temperatura e salinità. I parametri del campo d'onda (altezza significativa, periodo d'onda, direzione media delle onde) sono misurati su periodi di 20 minuti ogni 30 minuti. Il profilo verticale della corrente è misurato con risoluzione temporale pari a 15 minuti e risoluzione spaziale pari a 1 metro, da 1.5 metri sotto la superficie a 4 metri dal fondo. Le misure di intensità e direzione del vento, temperatura dell'aria, pressione atmosferica e umidità relativa sono fornite con risoluzione temporale pari a 15 minuti. Le misure di temperatura e salinità sono fornite con risoluzione temporale pari a 15 minuti e risoluzione spaziale pari a 1 metro, alle profondità di 8 metri, 12 metri e sul fondo. Per questa stazione, i dati di onde, corrente e vento sono disponibili in real time su un sito internet accessibile (ixbuoy-toulon.ixblue.com).

Tutti i dati descritti in precedenza sono recuperati ogni 4 mesi e e forniti in formato Matlab (.mat), dopo l'applicazione delle seguenti procedure di Quality Control:

- fish rejection
- echo amplitude
- correlation
- bin mapping
- inclinazione
- soppressione della zona di interferenza del lobo laterale
- despiking

I dataset relativi al porto di Toulon non sono corredati da metadati specifici e, di conseguenza, non sono aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

3.3 Dati da Modelli Numerici

Porto di La Spezia

CNR-ISMAR e l'Università degli Studi di Genova operano in modo congiunto il modello numerico Delft3D per la previsione meteomarina e oceanografica del Porto di La Spezia.

Questo modello simula le correnti marine, la temperatura e la salinità dell'acqua. I dati forniti dal modello sono tridimensionali del tipo 3D sigma layer, con una risoluzione temporale pari a 1 ora e una risoluzione spaziale pari a 50 m. La copertura spaziale degli scenari prodotti dal modello si estende su tutto il Golfo di La Spezia e l'area delle Cinque Terre.

I dataset prodotti dal modello Delft3D non sono processati con procedure di Quality Control e sono corredati da una metadattazione completa e aderiscono alla convenzione internazionale CF-1.6.

PRODOTTO T1.2.2

Il formato di output del modello è netCDF e i dataset prodotti sono al momento disponibili su richiesta, non essendo attiva un'archiviazione dei risultati in tempo reale né in serie storica.

Porto di Genova

Presso l'Università degli Studi di Genova gira in modalità operativa il modello numerico Delft3D per la previsione meteomarina e oceanografica del Porto di Genova.

Questo modello simula i campi di corrente marina quasi tridimensionale Q3D e i dati prodotti sono tridimensionali del tipo 3D sigma layer, con risoluzione temporale pari a 10 minuti e risoluzione spaziale dell'ordine di 10-100 metri.

I dataset prodotti dal modello Delft3D non sono processati con procedure di Quality Control e sono corredati da una metadattazione completa e aderiscono alla convenzione internazionale CF-1.6.

Il formato di output del modello è netCDF e i dataset prodotti sono al momento disponibili in tempo reale per la sola visualizzazione attraverso un sito web.

Porto di Livorno e Porto di Piombino

Presso il Consorzio LaMMA girano in modalità operativa diversi modelli numerici per la previsione meteomarina e oceanografica del porto di Livorno e del porto di Piombino.

Il modello WaveWatchIII (WW3), implementato in varie versioni a maglia strutturata e non strutturata, simula il moto ondoso producendo dataset bidimensionali con risoluzione temporale pari a 1 ora e risoluzione spaziale fino a circa 500 metri sulla costa toscana.

PRODOTTO T1.2.2

Il modello WW3 è stato calibrato e validato con misure in-situ di 14 boe nel Mar Ligure e nel Mar Tirreno. La bontà delle simulazioni è stata valutata tramite l'utilizzo di opportuni indicatori statistici, volti a quantificare lo scostamento tra dati osservati e dati simulati.

Con questo modello sono stati generati scenari di hindcast, disponibili in serie storica con una estensione temporale che copre il periodo 1979-2020. Gli scenari previsionali sono invece disponibili sia in tempo reale sia in serie storica a partire dal 2021.

I dati prodotti dal modello sono disponibili su richiesta per la visualizzazione e il download.

I dataset risultanti sono prodotti in formato NetCDF e aderiscono alla convenzione internazionale CF-1.6.

Il modello MIKE21-BW simula l'agitazione portuale producendo dataset bidimensionali con risoluzione temporale pari a 5 minuti e risoluzione spaziale pari a 1-3 metri.

Agli scenari generati dal modello verranno applicate procedure di Quality Control basate sul confronto statistico con misure in-situ.

I prodotti di questo modello sono disponibili su richiesta.

I dataset risultanti sono prodotti in formato .dfs2. Esistono appositi tools per la conversione in NetCDF aderente alla convenzione CF.

Il modello Shyferm o il modello Delft3D verranno utilizzati per simulare i campi di corrente tridimensionali con risoluzione temporale impostabile a piacere e risoluzione spaziale pari a 10-100 metri.

Agli scenari generati dal modello scelto verranno applicate procedure di Quality Control basate sul confronto statistico con misure in-situ.

I dati prodotti dal modello scelto saranno disponibili su richiesta.

I dataset risultanti sono prodotti in formato NetCDF e aderiscono alla convenzione internazionale CF-1.6.

Porto di Tolone

Presso l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) dell'Université de Toulon gira in modalità operativa il modello numerico MitGCM per la previsione meteomarina e oceanografica del Porto di Toulon.

Questo modello simula i campi di corrente marina (componenti U e V della velocità) e temperatura e salinità dell'acqua. I dati prodotti sono tridimensionali, con risoluzione temporale oraria o giornaliera e risoluzione spaziale pari a 100 metri.

Agli scenari generati dal modello vengono applicate procedure di Quality Control basate sul confronto statistico con altre misure in-situ.

Il formato di output del modello è netCDF e i dataset prodotti sono al momento disponibili solo su richiesta, non essendo attiva un'archiviazione dei risultati in tempo reale nè in serie storica.

Gli scenari prodotti dal modello non sono corredati da metadati specifici e, di conseguenza, non sono aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

L'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) dell'Université de Toulon e l'Università degli Studi di Genova operano in modo congiunto il modello numerico WaveWatchIII (WW3) (Tolman, 2009; The WAVEWATCH III® Development Group, 2019) per la previsione meteomarina del Porto di Toulon. Il modello WW3 fornisce previsione del moto ondoso a cinque giorni con maglia non strutturata con risoluzione spaziale pari a 300 metri lungo la costa e risoluzione temporale pari a 1 ora.

PRODOTTO T1.2.2

Il modello WW3 è stato calibrato e validato con misure in-situ di boe nel Mediterraneo e satelliti nella serie storica 1979-2020. La calibrazione del modello WW3 è stata fatta per definire il settaggio ottimale, al fine di massimizzare i confronti tra dati osservati e dati simulati. A tal proposito, si sono adoperati i dati ondametrici campionati da boe afferenti alla rete EMODNET (<https://www.emodnet.eu/en>), e dunque ritenuti di certa affidabilità.

La bontà delle simulazioni è stata valutata tramite l'utilizzo di opportuni indicatori statistici, volti a quantificare lo scostamento tra dati osservati (reali) e dati simulati (da validare).

Una volta che il modello WW3 è stato calibrato, la serie temporale hindcast è stata validata rispetto ai dati della maglia rettilinea e ai dati satellitari di altezza d'onda significativa. I dati satellitari sono forniti dal database GlobWave (GlobWave, 2020; Queffeuou, 2006; Queffeuou e Bentamy, 2007) dal 1992 al 2016, la quale proporziona informazioni sulle misurazioni dell'altimetro satellitare comprese le missioni spaziali ERS 1 e 2, ENVISAT, Topex/POSEIDON, Jason-1, Jason-2, CryoSAT e GEOSAT.

I dataset risultanti sono prodotti in formato netCDF e non sono corredati da metadati specifici e, di conseguenza, non sono aderenti a convenzioni e direttive internazionali.

I dataset prodotti sono al momento disponibili su richiesta solamente in tempo reale.

4. Stato dell'arte e raccomandazioni della comunità internazionale

4.1 dati di corrente marina superficiale da HF Radar

Nel 2014, EuroGOOS ha lanciato il High Frequency Radar Task Team (<http://eurogoos.eu/high-frequency-radar-task-team/>) con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo coordinato della tecnologia HFR in Europa. A questo primo passo sono seguite

PRODOTTO T1.2.2

molte iniziative in Europa (EU H2020 Jerico-Next, EU H2020 SeaDataCloud, EU H2020 EuroSea, EU H2020 Jerico-S3, Copernicus Marine Environment Monitoring Service Evolution INCREASE) volte a costruire una rete di HFR europea operativa basata su una gestione coordinata dei dati, per lo sviluppo del monitoraggio operativo tramite sistemi HFR e l'integrazione dei prodotti HFR nelle principali piattaforme per la distribuzione dei dati marini.

In particolare, il progetto EU H2020 JERICO-NEXT (2015-2019) ha fornito procedure e metodologie per conformare i dati HFR agli standard e alle convenzioni internazionali relative all'interoperabilità e alla qualità dei dati. Parallelamente, il progetto EU H2020 SeaDataCloud EU (2016-2020) ha contribuito all'integrazione e alla conservazione a lungo termine delle serie temporali storiche di dati HFR nell'infrastruttura SeaDataNet (<https://www.seadatanet.org/>), realizzando la definizione di un formato interoperabile standard per i dataset HFR e i relativi metadati Common Data Index (CDI), e procedure standard di Quality Control (QC) per i dati storici.

Queste attività hanno permesso di realizzare l'armonizzazione dei requisiti di installazione e gestione dei sistemi HFR, e la standardizzazione delle procedure di Quality Assurance, del formato dati e delle procedure di Quality Control e dell'accesso ai dati HFR (Mantovani et al., 2020).

È stato definito e implementato il formato standard europeo per i dati HFR e il modello di metadati (Corgnati et al., 2018), conforme alla Climate and Forecast Metadata Convention versione 1.6 (CF-1.6), alla convenzione OceanSITES, ai requisiti CMEMS-INSTAC e SDC e alla direttiva INSPIRE. Inoltre, è stata definita una batteria di test QC da applicare obbligatoriamente ai dati HFR secondo le raccomandazioni dello EuroGOOS Data Management, Exchange and Quality Work Group (DATAMEQ) sul controllo qualità in tempo reale e sulla base del Quality Assurance/Quality Control of Real-Time

PRODOTTO T1.2.2

Oceanographic Data (QARTOD) prodotto dall'Integrated Ocean Observing System (IOOS) degli Stati Uniti.

In virtù di questo livello di armonizzazione e standardizzazione, i dati HFR sono operativamente distribuiti sia in Near Real Time sia in serie storiche tramite i portali CMEMS-INSTAC (Copernicus Marine in situ TAC, 2021; Copernicus Marine in situ TAC, 2020a; Copernicus Marine in situ TAC, 2020b), EMODnet Physics e SDC Data Access (Corgnati et al., 2019).

Lo European HFR Node è stato istituito nel 2018 da AZTI, CNR-ISMAR e SOCIB, sotto il coordinamento dello EuroGOOS HFR Task Team, come centro operativo in Europa per la gestione e la diffusione dei dati HFR, e per la promozione del networking tra le infrastrutture HFR europee e la rete HFR globale. Lo European HFR Node è pienamente operativo da dicembre 2018 nella distribuzione di strumenti e supporto per la standardizzazione agli operatori HFR, nonché dei dati HFR di corrente radiale e totale in tempo reale e in serie storica verso CMEMS-INSTAC, EMODnet Physics e SDC Data Access.

Lo European HFR Node distribuisce i dati HFR degli operatori europei e statunitensi attraverso una catena di processamento che implementa la raccolta, l'armonizzazione, il Quality Control, la formattazione e la distribuzione dei dati.

Gli operatori HFR possono decidere di sincronizzare direttamente i dati radiali nativi dalle stazioni di misura, affidando il processamento e la distribuzione dei dati allo European HFR Node, oppure possono farsi carico del processamento e delegare allo European HFR Node il controllo finale e la distribuzione dei dati. Per quest'ultimo caso, lo European HFR Node mantiene aggiornati e mette a disposizione manuali, linee guida e strumenti software per il processamento dei dati HFR. In particolare, gli strumenti software per l'elaborazione dei dati HFR nativi, per il QC e la loro conversione nel

PRODOTTO T1.2.2

formato standard per la distribuzione sono messi a disposizione degli operatori HFR tramite repository GitHub pubblica e release con DOI (DOI: 10.5281/zenodo.2639555).

Le linee guida su come impostare il flusso di dati dagli operatori HFR allo European HFR Node sono descritte in dettaglio in Reyes et al., 2019.

Il High Frequency Radar Task Team di EuroGOOS ha, tra gli obiettivi di medio termine, la definizione di un formato standard europeo per i dati relativi ai parametri del campo d'onda misurati da HFR.

4.2 dati da ADCP

La gestione a livello europeo dei dati marini si è concretizzata attraverso l'obiettivo di realizzare un'infrastruttura osservativa permanente in grado di fornire un dato marino di qualità agli end-user, sia pubblici che privati. Attraverso attività pilota e un progetto europeo finanziato dalla DG MARE, è nata EMODnet, una rete di organizzazioni con l'obiettivo di elaborare i dati marini secondo standard internazionali e rendere tali informazioni liberamente disponibili come strati di dati interoperabili.

Il sistema <https://portal.emodnet-physics.eu/> fornisce informazioni fisiche della condizione delle regioni marittime europee, attraverso i parametri relativi a onde, temperatura dell'acqua, salinità, correnti, proprietà ottiche, livello del mare e altri parametri meteorologici.

All'interno di questo sistema, la presenza di SeaDataNet, che insieme al Copernicus Marine Service e a EuroGOOS sviluppa e gestisce le infrastrutture per l'acquisizione, l'archiviazione e l'accesso ai dati fisici, chimici e biologici, garantisce che lo standard dei dati rilevati rispetti il formato dati ODV4 ASCII (<https://www.seadatanet.org/Standards/Data-Transport-Formats>).

PRODOTTO T1.2.2

Il formato dati ODV è un formato ASCII per gestire i dati di profilo, serie temporali multi-profondità e traiettorie ottimali per la gestione dei dati che derivano da ADCP. I dati generati dagli ADCP, infatti, necessitano di una visualizzazione quasi tridimensionale, visti i rilievi a diverse profondità in diversi tempi di monitoraggio.

Questi file di dati possono essere importati direttamente nel pacchetto software di visualizzazione e analisi ODV (versione 4). Secondo la convenzione di SeaDataNet, i dati ODV vanno corredati con i file di metadato CDI (Common Data Index), contenenti tutti i metadati e le informazioni dettagliate, sotto forma anche di riferimenti esterni (link URLs, html, XML), utili alla corretta identificazione del dataset marino (come stazione di acquisizione, informazioni geografiche, tipologie di strumenti, fornitore ecc.).

Il software per la generazione dei file ODV e quello di supporto alla produzione di tutti i metadati necessari nello standard SeaDataNet, sono disponibili gratuitamente, per uso non commerciale, non militare e per scopi didattici (vedi §5.2 per ulteriori dettagli).

Le linee guida "ICES Guidelines for Moored ADCP data" indicano che i dati rilevati devono essere archiviati alla frequenza di campionamento originale accompagnati da una serie di metadati per la definizione dei dati di origine. Le altre indicazioni riguardano:

- codice ASCII per il formato dati
- fuso orario UTC
- indicazione della frequenza (kHz), tipo della banda (ampia, stretta), latitudine e longitudine, metodo di rilevamento della posizione (GPS)
- parametri raccolti, comprensivi di eventuali fattori di scala moltiplicativi
- Profondità della colonna d'acqua (specificare il metodo, ad es. sondaggio e metodologia, grafico, ecc.)

- Profondità dello strumento (o altezza, specificare quale)

Nell'ambito dello sviluppo di un formato dati idoneo all'utilizzo da parte di diverse realtà portuali, è stata inoltre effettuata una ricerca di informazioni interpellando l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale, la quale ha sviluppato un efficiente sistema di monitoraggio delle condizioni meteo-marine nel Porto di Venezia. In quanto il Progetto SINAPSI affronta principalmente la tematica della sicurezza alla navigazione all'interno dei Porti, si ritiene necessario considerare il primario utilizzo da parte di tali realtà in rapporto all'interoperabilità dei dati forniti dagli strumenti che verranno installati. In seguito a colloqui avvenuti con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale e il Comando Generale delle Capitanerie di Porto, è stato possibile acquisire importanti informazioni circa le modalità di trasmissione dei dati sulle condizioni meteo-marine, compresi i valori di direzione e intensità delle correnti acquisiti tramite correntometri ADCP. Tali dati vengono forniti alle navi tramite i sistemi integrati AIS, attraverso il sistema del Comando Generale delle Capitanerie di Porto, il quale a sua volta è messo in condizione di acquisire i suddetti dati nel momento in cui vengono esposti dall'Autorità di Sistema Portuale tramite web service, sotto forma di stringhe JSON.

4.3 Dati da Modelli Numerici

Il Copernicus Marine Service (CMEMS) fornisce informazioni di riferimento gratuite, aperte, regolari e sistematiche sullo stato fisico e biogeochimico dell'oceano, sulla variabilità e sulle dinamiche nell'oceano globale e nelle regioni europee. Fornisce informazioni regolari e sistematiche sullo stato fisico e le dinamiche dell'oceano e degli ecosistemi marini per l'oceano globale e per i mari regionali europei. Questi dati riguardano l'analisi della situazione attuale, le previsioni della situazione con alcuni

PRODOTTO T1.2.2

giorni di anticipo e la fornitura di record di dati reanalisi. Il servizio di monitoraggio dell'ambiente marino di Copernicus Marine Service calcola e fornisce prodotti che descrivono correnti, temperatura, vento, salinità, livello del mare, ghiaccio marino e biogeochimica, etc. I due database che producono i dati di reanalisi con la risoluzione più alta per il Mare Mediterraneo sono CMCC a 0,042° e MERCATOR a 0,083° di risoluzione.

Il prodotto di reanalisi MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004 (https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004/INFORMATION) è un database di rianalisi dal 01/01/1987 fornito dal CMCC e disponibile sul portale del Copernicus Marine Service. Contiene il prodotto di rianalisi dello stato fisico del Mar Mediterraneo, composto da campi medi 3D, giornalieri e mensili di Temperatura Potenziale, Salinità, Velocità Zonale e Meridionale della corrente, da campi medi 2D, giornalieri e mensili dell'altezza della superficie del mare e dai campi medi delle correnti superficiali del mare, etc. Secondo il protocollo CMEMS, i dataset devono seguire le convenzioni CF-1.6, anche se esistono database individuali che aderiscono a CF-1.0 (<https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-MED-PUM-006-004.pdf>).

Il prodotto di rianalisi globale CMEMS GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030 (https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030/INFORMATION) fornito dal modello MERCATOR copre il periodo dall'anno 1992 al presente. L'obiettivo di questa rianalisi oceanica globale CMEMS è fornire una simulazione oceanica globale a risoluzione di vortici (1/12 °) che copra il periodo recente durante il quale sono disponibili i dati dell'altimetro (periodo che inizia con il lancio dei satelliti TOPEX POSEIDON e ERS-1 all'inizio del anni novanta), vincolato dall'assimilazione delle osservazioni, e descrivere

PRODOTTO T1.2.2

l'evoluzione spazio-temporale di variabili termodinamiche 3D (T, S), variabili dinamiche 3D (U, V), altezza della superficie del mare e caratteristiche del ghiaccio marino (concentrazione, spessore e velocità orizzontale). Questo prodotto è definito su una griglia regolare standard a 1/12 di grado (circa 8 km) e su 50 livelli standard. Il prodotto contiene i campi medi giornalieri, medi mensili 3D e 2D di temperatura, salinità e correnti, livello della superficie del mare etc. Il prodotto viene pubblicato sul portale CMEMS dopo controlli di qualità automatici e umani. Il prodotto è disponibile on-line e diffuso attraverso il Sistema Informativo CMEMS. I file scaricati sono in formato NetCDF e seguono la convenzione CF-1.4 (<https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-GLO-PUM-001-030.pdf>).

5. Analisi del divario e proposte di intervento

5.1 Dati di corrente marina superficiale da HF Radar

Dal momento che le reti HFR-TirLig e HFR-LaMMA afferiscono allo European HFR Node, le procedure di Quality Control applicate sui dati di corrente e il formato netCDF in cui i dati vengono esportati sono quelli dello standard ufficiale europeo per l'interoperabilità e distribuzione dei dati HFR.

I dati di queste due reti sono disponibili in Near Real Time (NRT) e in serie storica nei cataloghi THREDDS dello European HFR Node, che consentono l'accesso libero ai partner del progetto e, attraverso i servizi di download, distribuzione (WMS, WCS) e subsetting, consentono l'accesso machine-to-machine indispensabile per l'operatività della piattaforma ICT che verrà sviluppata dal progetto SINAPSI.

PRODOTTO T1.2.2

I dati di onda forniti dalle due nuove installazioni della rete HFR-TirLig saranno inizialmente distribuiti nel formato nativo prodotto dallo strumento. Successivamente verrà adottato l'eventuale formato standard europeo per i dati relativi ai parametri del campo d'onda misurati da HFR, non appena questo sarà definito. Ciò permetterà di uniformare la modalità di distribuzione di questi dataset alla modalità adottata per i campi di corrente superficiale (sia in NRT sia in serie storica) attraverso i cataloghi THREDDS dello European HFR Node, con tutte le opzioni di accesso descritte in precedenza.

Presso l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) dell'Université de Toulon è in corso lo sviluppo di strumenti software per la produzione dei dataset della rete HFR-MedTIn nel formato standard ufficiale europeo per l'interoperabilità e distribuzione dei dati HFR. Ai dataset così prodotti verranno applicate le procedure di Quality Control previste dal formato standard europeo. Quando i dati della rete HFR-MedTIn saranno nel formato standard, verranno archiviati su un catalogo THREDDS dello European HFR Node, che consentirà l'accesso libero ai partner del progetto e, attraverso i servizi di download, distribuzione (WMS, WCS) e subsetting, l'accesso machine-to-machine indispensabile per l'operatività della piattaforma ICT che verrà sviluppata dal progetto SINAPSI.

5.2 Dati da ADCP

I dataset collezionati dagli ADCP saranno agevolmente esportabili in formato tabulare ASCII e saranno codificati nei formati ODV4 e JSON. Per agevolare la codifica ODV4, si farà riferimento ad uno dei software messi a disposizione liberamente da SeaDataNet. In particolare, si farà ricorso al software 'NEMO' (<https://www.seadatanet.org/Software/NEMO>), un tool interattivo scritto in linguaggio

PRODOTTO T1.2.2

JAVA e costituito da un'interfaccia grafica user friendly. Per l'inserimento delle informazioni necessarie è presente una procedura guidata di importazione dei dati e di compilazione di tutti i campi richiesti, nonché uno step finale di validazione di quanto inserito. I file ODV così prodotti conterranno le informazioni minime necessarie per la generazione dei record denominati 'CDI summary CSV file'.

Come step finale, tali file saranno letti da un secondo tool denominato 'MIKADO' (<https://www.seadatanet.org/Software/MIKADO>) per la generazione dei file di metadato 'XML CDI' che andranno a popolare il catalogo SeaDataNet.

Una seconda tipologia di codifica dei dati ADCP sarà di tipo JSON, tipico dei linguaggi machine-to-machine (M2M) e utilizzato per la trasmissione dati dalla sensoristica Internet of Things (IoT) distribuita. L'architettura digitale MONICA, sviluppata dall'AdSP del Mar Tirreno Settentrionale, integra dati provenienti da diverse fonti informative distribuite in porto e offre servizi digitali in tempo reale alla comunità portuale. La piattaforma M2M all'interno dell'architettura MONICA è destinata alla ricezione dei dati, seguendo le indicazioni open-source dello standard ETSI OneM2M, mentre la conseguente pubblicazione dei dati avviene tramite richieste HTTP secondo lo stile architetturale REST. La trasformazione dei dati da ASCII a JSON prevede la creazione di tre parametri (SENSOR_PATH, corrispondente alle letture del sensore all'interno della piattaforma M2M, ORIGINATOR, che identifica la sorgente delle informazioni, SENSOR_ID, che identifica il sensore) necessari per la ricezione degli stessi da parte della piattaforma M2M. Una volta ricevuti, i dati saranno catalogati e quindi esposti in dashboard online adeguatamente realizzate. I dati esposti, tramite comando GET, saranno visualizzati in tabelle e rappresentazioni grafiche definite in sede di creazione del front-end. La piattaforma MONICA permette, pertanto, tramite l'approccio machine-to-machine, la ricezione dei dati monitorati in porto, la catalogazione e la conseguente esposizione alla comunità portuale (soggetti pubblici, operatori portuali,

enti interessati) dei dati ottenuti, opportunamente raccolti in singole dashboard, attraverso le creazioni di moduli/servizi digitali.

```
{
  "metadata": {
    "sensorId" : "MONICA_meteo_",
    "readingTimestamp" : 1590571850,
    "heading" : 10,
    "latitude" : 43.755205063927,
    "longitude" : 10.103794822237
  },
  "sensorData": {
    "timestamp" : "1590572037",
    "id": "MONI.C.A.METEOI",
    "latitude": "43.755205063927",
    "longitude": "10.103794822237",
    "sensors": {
      "wind_direction" : {"value": "68", "status": "0"},
      "wind_speed" : {"value": "5.8", "status": "0"},
      "pressure" : {"value": "1026.1", "status": "0"},
      "temperature" : {"value": "22.5", "status": "0"},
      "dew_point" : {"value": "6.1", "status": "0"},
      "pressure_tendency" : {"value": "0", "status": "0"},
      "rain_rate" : {"value": "0.0", "status": "0"},
      "daily_rain" : {"value": "0.0", "status": "0"}
    },
    "status": "0",
    "status_desc": "ok"
  }
}
```

Figura 8 Esempio di un payload dati da un sensore meteo installato nel Porto di Livorno.

La figura 8 illustra il messaggio inviato dal sensore verso la piattaforma OneM2M in cui si notano i “metadati” nella prima metà del messaggio e le informazioni rilevate dal sensore installato nella seconda metà. Il dato inviato dagli ADCP in formato JSON potrà essere corredato, quindi, non solo dai parametri rilevati dalla strumentazione, ma anche da ulteriori metadati informativi che caratterizzano lo strumento attivo in porto,

che potranno essere esposti in caso di necessità all'interno del servizio digitale che andrà a crearsi successivamente.

5.3 dati da Modelli Numerici

Nell'ambito del progetto SINAPSI vengono utilizzati diversi modelli numerici nei vari porti di studio: WaveWatch III, Delft3D, MIKE21-BW, Shyferm e MitGCM.

I dati delle correnti marine dei porti di La Spezia, Genova o Tolone e onde per il Mar Mediterraneo sono forniti in formato netCDF e i dataset prodotti sono al momento disponibili in tempo reale per la sola visualizzazione attraverso un sito web e non sono processati con procedure di Quality Control. I dataset prodotti dal modello Delft3D per i porti di La Spezia e Genova sono corredati da una metadattazione completa e aderiscono alla convenzione internazionale CF-1.0 o superiore.

Al set di dati elaborato nell'ambito del progetto SINAPSI e per tutti i modelli numerici utilizzati, verrà applicata la procedura di controllo qualità prevista nel formato standard europeo e aderiranno almeno alle convenzioni standard CF-1.0.

I risultati richiesti possono comprendere le serie temporali dei parametri più importanti della circolazione marina e delle onde in ciascuno dei casi di studio: velocità, temperatura, salinità, onde con una nomenclatura fissa secondo la Physical Parameter List di Copernicus (<https://archimer.ifremer.fr/doc/00422/53381/>) e al BODC VOCAB LIBRARY (<http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P09/current/>) utilizzato da SeaDataNet.

6. Conclusioni

Il presente documento cataloga e descrive le tipologie di dati che vengono acquisiti nell'ambito del progetto SINAPSI, ovvero misure di corrente superficiale eseguite da

PRODOTTO T1.2.2

High Frequency Radar (HFR), misure di velocità della corrente e dei parametri del campo d'onda ottenute tramite Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) e simulazione di campi di corrente e campi di onda prodotte da modelli numerici.

Per ognuna di queste tipologie di dato sono stati descritti i gap, in termini di interoperabilità e aderenza agli standard internazionali, e sono state definite le azioni da intraprendere per portare ciascuna tipologia di dato del progetto a conformarsi con i requisiti delle suddette direttive e convenzioni.

In virtù dell'integrazione dei dati HFR nella catena di processamento offerta dallo European HFR Node, i dati HFR a disposizione del progetto SINAPSI sono operativamente prodotti applicando le procedure di Quality Control e il data model standard ufficiale europeo per l'interoperabilità e distribuzione dei dati HFR.

Una accurata analisi delle convenzioni internazionali e delle esigenze applicative previste dal progetto ha portato all'adozione del formato ODV definito dallo standard SeaDataNet come data model con cui i dati ADCP afferenti al progetto verranno operativamente generati. Parallelamente, questi dati verranno anche prodotti operativamente nel formato JSON, allo scopo di soddisfare i requisiti dei sistemi di monitoraggio dell'Autorità di Sistema Portuale e delle Capitanerie di Porto e poter essere integrati nei flussi operativi di tali sistemi.

Per quanto riguarda i dati da modello, mancando un data model internazionalmente adottato in materia, si è decisa l'adozione delle procedure di controllo qualità previste dai due prodotti di riferimento in ambito europeo (CMCC e MERCATOR) e della convenzioni standard CF-1.0 o superiore per la produzione operativa.

Il presente documento si propone come vademecum per le operazioni di produzione dei dataset necessari allo sviluppo della piattaforma ICT obiettivo del progetto e, più in

generale, come riferimento per la produzione di dataset interoperabili nell'ambito della collaborazione transfrontaliera dei progetti Interreg MARITTIMO.

7. Bibliografia

Copernicus Marine In Situ Tac Data Management Team (2021). Copernicus Marine In Situ NetCDF format manual. <https://doi.org/10.13155/59938>

Copernicus Marine in situ TAC (2020a). Copernicus in situ NRT current product user manual (PUM). CMEMS-INS-PUM-013-048. <https://doi.org/10.13155/73192>

Copernicus Marine In Situ Tac (2020b). For Global Ocean-Delayed Mode in-situ Observations of surface (drifters and HFR) and sub-surface (vessel-mounted ADCPs) water velocity. Quality Information Document (QUID). CMEMS-INS-QUID-013-044. <https://doi.org/10.13155/41256>

Corgnati, L., Mantovani, C., Novellino, A., Jousset, S., Cramer, R. N. and Thijsse, P. (2019). SeaDataNet data management protocols for HF Radar data. <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1511>

Corgnati, L., Mantovani, C., Novellino, A., Rubio, A., Mader, J., Reyes, E., Griffa, A., Asensio, J. L., Goringe, P., Quentin, C., Breitbach, G. and Widera, J. (2018). Recommendation Report 2 on improved common procedures for HFR QC analysis, <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1441>

GlobWave (2020). <http://globwave.ifremer.fr/>.

Guerin, C-A., Dumas, D., Gramoullé, A., Quentin, C., Saillard, M. and Molcard, A. (2019). The multistatic HF radar network in Toulon. IEEE Radar 2019 Conference, IEEE. doi: 10.1109/RADAR41533.2019.171401

PRODOTTO T1.2.2

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

Queffeuou, P. (2006). Altimeter wave height validation - an update. Proceedings of OSTST meeting. Venice, Italy, March 16–18.

Queffeuou, P. and Bentamy, A. (2007). Analysis of wave height variability using altimeter measurements: Application to the mediterranean sea. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 24, 2078–2092.

Reyes, E., Rotllán-García, P., Rubio, A., Corgnati, L., Mader, J., and Mantovani, C. (2019). Guidelines on how to sync your High Frequency (HF) radar data with the European HF Radar node (Version 1.2), Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System, SOCIB, doi:10.25704/9XPF-76G7

The WAVEWATCH III® Development Group, 2019. User manual and documentation WAVEWATCH III ® v6.07. Technical Report.

Tolman, H. L. (2009). User manual and system documentation of WAVEWATCH III TM version