



## **Progetto di Interesse strategico NEXTDATA**

Rendicontazione scientifica per il periodo di riferimento **01/01/2012-31/12/2012**

### **Unità INGV**

Le attività dell'INGV sono svolte nell'ambito dei WP 1.3, 1.5, 2.2, 2.4.

### **WP 1.3: Sistemi osservativi marini e ricostruzioni climatiche (Resp. Nadia Pinardi, INGV)**

*Partners: INGV*

#### **1. Attività prevista e risultati attesi**

Durante il primo anno è previsto lo svolgimento di uno studio di fattibilità e la pianificazione della produzione di una "Ricostruzione-Rianalisi" di cento anni (RR) della variabilità climatica del Mare Mediterraneo a risoluzione di pochi chilometri in orizzontale e di poche ore a livello temporale. A tal fine si raccoglieranno i dati disponibili di SeaDataNet e MyOcean, includendo dati in situ e da satellite, facendo un controllo di qualità uniforme sui dati e si calibrerà il sistema di assimilazione dei dati, predisponendolo alla restituzione della rianalisi ad alta risoluzione. L'archiviazione dei dati e la loro messa a disposizione del Portale Generale verrà curata dal WP2.2.

La milestone prevista per il primo anno di attività è:

**M1.3.1:** Definizione della struttura della rianalisi e delle procedure di assimilazione.

#### **2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento**

**D1.3.1:** Relazione sui dati storici marini, controllo di qualità specifico

**D1.3.2:** Relazione sulla struttura del modello numerico e l'assimilazione dati da usare per la Ricostruzione/Rianalisi (RR)

### 3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

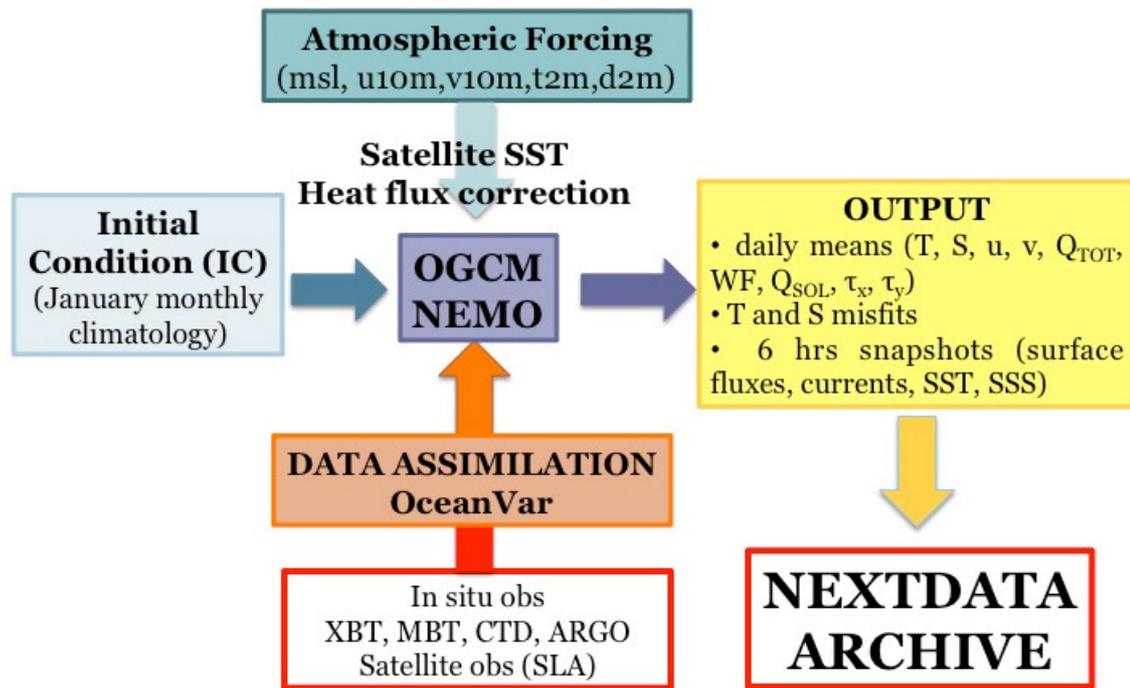
#### 3.1 Attività di ricerca

A causa della scarsità di dati osservativi prima degli anni '50 del XX secolo come mostrato in Figura 2a e descritto con maggiori dettagli nei Deliverables D1.3.1 e D2.2.1, non è possibile effettuare una vera e propria rianalisi nei primi cinquant'anni del periodo di riferimento. Per il primo cinquantennio si parla più propriamente di una ricostruzione. Negli ultimi cinquant'anni, invece, la disponibilità di dati osservativi aumenta nel tempo (Figura 2b-c) ed è possibile la produzione di una vera e propria rianalisi. Questa attività viene dunque denominata "Ricostruzione/Rianalisi" (RR) del Mar Mediterraneo dei passati cento anni. L'analisi dettagliata della qualità della RR sarà valutata al terzo anno di attività, come previsto dal Piano Esecutivo sia dal punto di vista quantitativo, come in *Adani et al. 2011*, che dal punto di vista qualitativo, considerando la vasta letteratura presente. La qualità attesa della RR varierà proporzionalmente alla disponibilità di osservazioni. La continua ricerca di nuove osservazioni ed un continuo aggiornamento della nostra banca dati determinerà un miglioramento progressivo della qualità della RR. Questo sarà possibile anche grazie agli avanzamenti tecnici introdotti, sia nel modello di circolazione che nella tecnica di assimilazione dati, nel sistema di RR, come descritto in seguito.

Lo studio di fattibilità ha riguardato il controllo di qualità delle diverse componenti del sistema RR del Mediterraneo (schematizzato in Figura 1) basato sulla produzione delle precedenti rianalisi per i passati 25 anni (1985-2010). La Tabella 1 riassume lo sviluppo del sistema INGV di produzione delle rianalisi:

- I. **MedReanV2** (*Adani et al 2011*) è la prima rianalisi prodotta all'interno del progetto CIRCE (<http://www.circeproject.eu/>);
- II. **MedReanV4** è la rianalisi attualmente in produzione all'interno del progetto MyOcean;
- III. **RR** è il sistema in via di sviluppo.

# Mediterranean RR SYSTEM



**Figura 1.** Schema della Ricostruzione/Rianalisi (RR) per il Mediterraneo e le sue componenti: al centro il modello di circolazione (Ocean General Circulation Model) basato sul codice NEMO (*Madec, 2008*); a sinistra le condizioni iniziali (IC); in alto il forzante atmosferico (mean sea level pressure-msl-componenti del vento a 10 metri-u10m, v10m- temperatura dell'aria a 2m-t2m- dew point temperature a 2m-d2m); in basso lo schema di assimilazione OceanVar (*Dobricic and Pinardi 2008*) e le osservazioni in situ e da satellite (SLA sea level anomaly) contenute nell'archivio messo a punto dal WP2.2; a sinistra i principali campi salvati in output dalla RR, quali medie giornaliere di campi tridimensionali di temperatura, salinità, correnti, di campi bidimensionali quali il flusso di calore totale all'interfaccia aria-mare, il flusso di acqua-WF, la radiazione solare-Qsol, le componenti del flusso di momento  $\tau$ , le differenze (misfits) tra le osservazioni ed il modello ed in fine i campi istantanei (snapshots) ogni 6 ore delle varie componenti del flusso di calore ed i campi superficiali di temperatura, salinità e le correnti. Questi dati di output popoleranno successivamente l'archivio NextData.

	MedReanV2 (1985-2007)	MedReanV4 (1985-2010)	RR (1912-2011)
Project	CIRCE <i>Adani et al. 2011</i>	MyOcean	NEXTDATA
OPERATIONAL SYSTEM	Sys3a2(OPA8.1) <i>Tonani et al.2008</i>	Sys4c1 (OPA9.0) <i>Oddo et al.2009</i>	(NEMO3.4)
LBC (Atlantic Box)	closed	open	open
Initial Condition IC	MedAtlas Climatology (obs 1995-1999) <i>Maillard et al. 2005</i>	SDNV2aa climatology (obs until1987)	SDNV2aa climatology (obs until1987)
ATM Forcing	ERA15 1.125° (1985-1992) ECMWF analysis 0.5° (1993-2007)	ERAInterim 0.75° (1985-2010)	<b>AMIP</b> 1.125° (1912-1957) <b>ERA40</b> 1.125° (1958-1978) <b>ERAInterim</b> 0.75° (1979-2011)
Total Cloud Cover TCC	NCEP-NCAR (1985-92) ECMWF analyses 0.5° (1993-2007)	ERAInterim 0.75° (1985-2010)	<b>AMIP</b> 1.125° (1912-1947) <b>NCEP-NCAR</b> (1948-1978) <b>ERAInterim</b> 0.75° (1979-2011)
Precipitations	NCEP-NCAR (monthly climatology)	CMAP (monthly climatology)	<b>AMIP</b> (monthly climatology) <b>NCEP-NCAR</b> (monthly climatology) <b>CMAP</b> (monthly climatology)
SST	SST reconstruction (1985-2007) <i>Marullo et al.2007</i>	SST reconstruction (1985-2007) <i>Marullo et al.2007</i> MyOcean data (2008-2010)	<b>HadISST1</b> (1912-1985) <b>SST reconstruction</b> (1985-2007) <i>Marullo et al.2007</i> <b>MyOcean data</b> (2008-2011)
Partial Cells	NO	YES	YES
True Stress	NO	YES	YES

**Tab. 1** Sviluppo del sistema di Ricostruzione/Rianalisi dell'INGV: 1) **MedReanV2** disponibile da *Adani et al. (2011)* nell'ambito del progetto CIRCE (<http://www.circeproject.eu/>); 2) **MedReanV4** in produzione nell'ambito del progetto MyOcean; 3) il sistema **RR** in produzione per il progetto NextData.

Tutti i dettagli tecnici contenuti in Tabella 1 sono descritti in dettaglio nel Deliverable D1.3.1 (*Implementation of the numerical model and the data assimilation scheme of the Mediterranean Sea Reconstruction/Reanalysis (RR) System*).

Uno dei principali obiettivi del primo anno di attività del WP1.3 era la ricerca, l'aggiornamento e la raccolta dei dati storici marini esistenti per il periodo della RR che va dal 1912 al 2011. Il deliverable D1.3.1 descrive in dettaglio il lavoro svolto.

Le osservazioni sono una componente fondamentale del sistema RR (Figura 1) poiché un sistema integrato di monitoraggio e previsione utilizza la componente osservativa in varie fasi:

- L'inizializzazione del modello numerico;
- La calibrazione del modello;
- L'assimilazione dei dati;
- La validazione e la valutazione della qualità dei risultati ottenuti.

Il sistema RR necessita di dati in situ di temperatura e salinità lungo la colonna d'acqua ed osservazioni da satellite di altimetria (SLA) per la loro assimilazione nel modello numerico (si veda Figura 1). I dati da satellite di temperatura della superficie del mare (SST) non sono assimilati ma utilizzati per correggere in maniera interattiva il flusso di

calore all'interfaccia aria-mare sulla base della differenza tra la SST simulata dal modello e quella osservata. I profili di temperatura e salinità sono usati anche per la stima di prodotti statistici su griglia, quali ad esempio le climatologie mensili necessarie per la definizione delle condizioni iniziali del sistema RR ma anche per la valutazione della qualità del prodotto finale RR.

Questi data set sono stati collezionati da banche dati europee (SeaDataNet, GMES) in sinergia con il WP2.2 che li ha successivamente archiviati nel formato specifico richiesto dal programma di assimilazione dati, come descritto nel Deliverable D2.2.1. Viene fornita in seguito una breve descrizione delle osservazioni da satellite (SLA, SST), per maggiori dettagli si fa riferimento ad entrambe i Deliverables D1.3.1 e D2.2.1. Nessun controllo di qualità è stato effettuato su i dati da satellite perché questo è stato già effettuato e documentato dai gruppi tematici di SST-TAC/OSI-TAC and Sea Level TAC che li hanno prodotti all'interno del progetto MyOcean (progetto di attuazione del GMES Marine Core Service). Seguirà una descrizione dei dati in situ collezionati e della procedura di controllo di qualità ad essi applicata.

Il secondo obiettivo dell'attività del primo anno era la messa a punto dei possibili avanzamenti tecnici da inserire nel sistema RR riguardo al modello di circolazione (OGCM - Ocean General Circulation Model) e alla implementazione dello schema di assimilazione dati. Il Deliverable D1.3.2 descrive nel dettaglio il lavoro svolto a riguardo.

Il sistema RR consiste in un'analisi giornaliera seguita da un giorno di integrazione del modello di circolazione OGCM, come messo a punto nel lavoro di *Adani et al. 2011*. Lo schema variazionale di assimilazione si chiama OceanVar (*Dobricic and Pinardi 2008*). Le differenze del sistema RR rispetto alle precedenti rianalisi (**MedReanV2** e **MedReanV4**) è schematizzato in Tabella 1. A seguire una descrizione delle principali caratteristiche del modello di circolazione e dello schema di assimilazione che intendiamo utilizzare durante l'attività del prossimo anno per la produzione di una RR del Mar Mediterraneo. La calibrazione del sistema RR è stata fatta considerando come periodo di riferimento gli anni 1985-1987 in cui sono a disposizione molti dati in situ per la validazione dei risultati e tenendo a riferimento la qualità dei risultati ottenuti da *Adani et al. 2011* nella **MedReanV2**.

### ***Historical Marine Data***

I **dati di altimetria** provengono dal Sea Level TAC di MyOcean e sono dati in Delay Time (DT) e versione "upd". La componente DT del sistema SSALTO/DUACS è responsabile della produzione dei dati delle missioni Jason-1, Jason-2, T/P, Envisat, GFO, ERS1/2 processati in modo da ottenere la migliore serie temporale di dati SLA, omogenea, inter-calibrata ed altamente accurata. Il periodo di monitoraggio di altimetria comincia nel 1985 con i dati GeoSat ma i dati verranno assimilati in RR a partire dal 1992.

I **dati di SST** da satellite sono una concatenazione di prodotti specifici per il Mediterraneo caratterizzati da mappe orizzontali già interpolati in maniera ottimale sulla griglia del modello a 1/16 di grado:

1. dati riprocessati (1985-2008) di AVHRR Pathfinder SST (*Marullo et al., 2007*);
2. dati dell'SST-TAC (2008-2011) di MyOcean (*Buongiorno Nardelli et al. 2013*).

Per il periodo che precede il 1985 saranno utilizzati i dati SST del Met Office Hadley Centre, **HadISST1** (*Rayner et al., 2003*), aventi una risoluzione spaziale di 1 grado e sono disponibili a partire dal 1870. Questa scelta è stata fatta coerentemente alla scelta di utilizzare i dati AMIP (Atmospheric Model Intercomparison Project - *Gates, 1992*) come forzanti all'interfaccia aria-mare per il periodo 1911-1957, precedente alla disponibilità dei dati ERA40.

I dati in situ di temperatura e salinità considerati per la produzione della RR sono stati ottenuti da tre fonti principali:

1. **SeaDataNet** (SDN) European infrastructure (DG-Research – FP6) fornisce dati dal 1900-a oggi;
2. **MEDAR-MEDATLAS** (Maillard et al. 2005) per il periodo 1985-1999;
3. **MFS** (Mediterranean Forecasting System) e **MyOcean**. In situ TAC per i dati successivi al 1999.

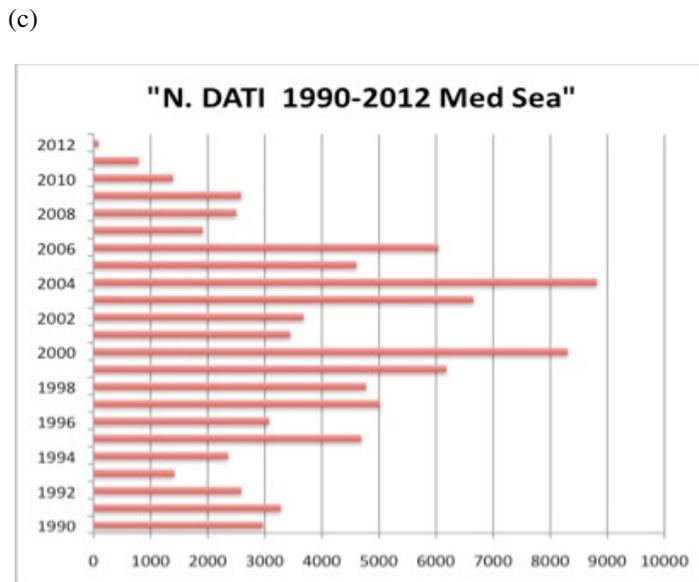
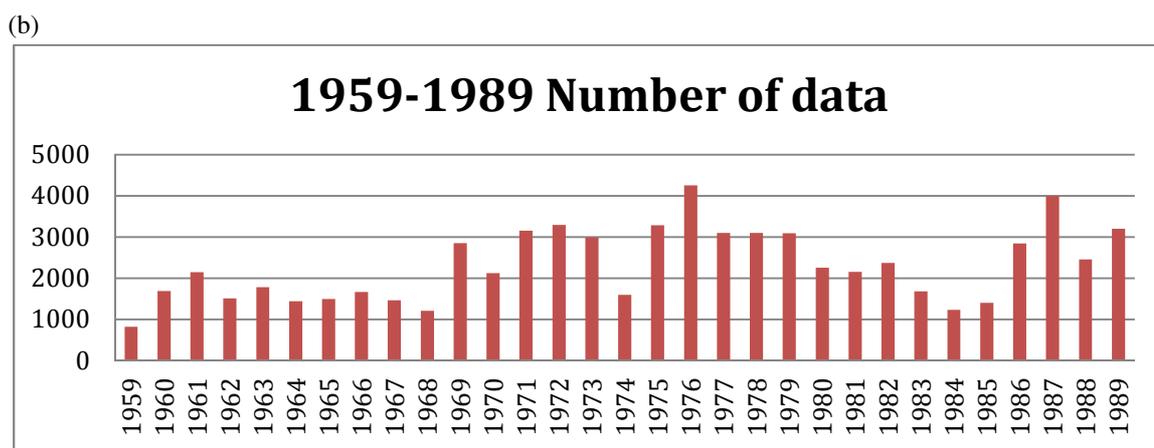
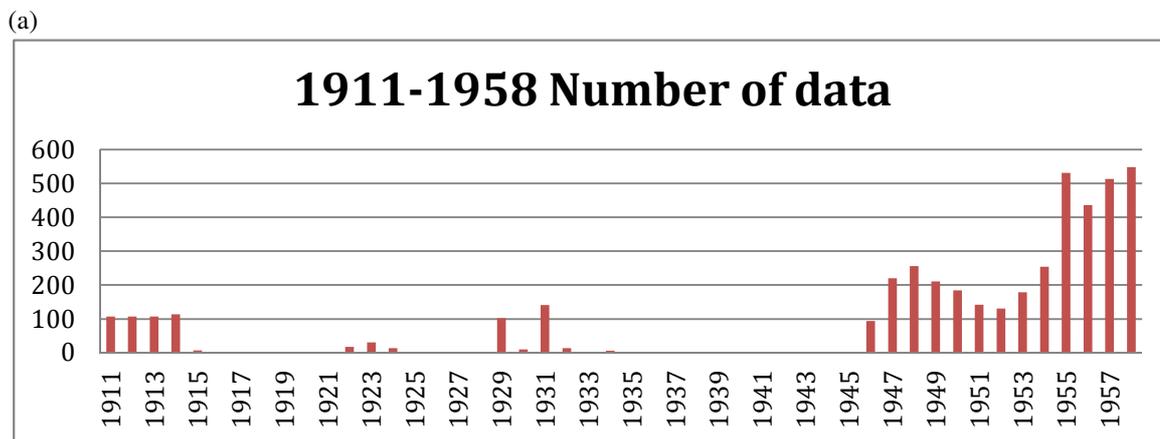
L'integrazione di questi tre data set è stata necessaria in seguito alla mancanza di dati all'interno della banca dati SDN. La banca dati storica SDN raccoglie dati da circa quaranta NODC (National Ocean Data Center) e la sua popolazione di dati è iniziata ed è continuamente stata ampliata durante la prima fase del progetto SDN. La seconda fase di SDN, iniziata a Ottobre 2011, è adesso dedicata alla valutazione ed al miglioramento della qualità della banca dati ed alla eliminazione dei duplicati al suo interno. I potenziali duplicati all'interno del nostro data set sono stati individuati ed eliminati nelle successive analisi.

La distribuzione dei dati nel periodo 1990-2012 (Figura 2b) mostra una diminuzione del numero dei dati negli ultimi anni in seguito all'intervallo temporale che intercorre tra il campionamento e l'inserimento dei dati nella banca dati. Questa è una caratteristica comune delle banche dati storiche ed ha reso necessaria l'integrazione dei dati SDN con i dati di MFS (Mediterranean Forecasting System) e MyOcean. In situ TAC, osservazioni in near real time (NRT) collezionate nel Mediterraneo durante progetti europei precursori di MyOcean, durante il periodo **1999-2009**. Questi progetti europei sono:

- **MFSP** (Mediterranean ocean Forecasting System Pilot Project) **1998-2001** EU-MAST project MA 53-CT98-0171;
- **MFSTEP** (Mediterranean ocean Forecasting System Towards Environmental Prediction) **2003-2005** DG-Research – FP5 EU Contract Number EVK3-CT-2002-00075;
- **MERSEA** (Marine Environment and Security for the European) Strand 1 (**2001-2003**);
- **MERSEA** Integrated Project (**2004-2008**).

Un altro controllo è stato effettuato per verificare la presenza dei dati MEDAR-MEDATLAS, assimilati nella **MedReanV2** da *Adani et al. 2011*. I dati mancanti sono stati inseriti in modo da ottenere il data set più completo ed ampio possibile.

Il periodo 1911-1946 (Figura 2a) è caratterizzato dalla presenza di pochi dati e in alcuni anni i dati sono assenti. La disponibilità di dati comincia in maniera sistematica ed aumenta a partire dal 1946. Questo permetterà di assimilare pochi dati durante questo primo periodo di RR ma, grazie all'utilizzo dei dati AMIP come forzanti e dei dati HadlSST1 per correggere il flusso di calore all'interfaccia aria-mare, sarà comunque possibile ricostruire il clima del Mar Mediterraneo. Si valuterà successivamente (attività del terzo anno) la qualità di tale ricostruzione in termini sia qualitativi (confronto con la letteratura) che quantitativi, utilizzando i dati in situ a disposizione. Ulteriori sforzi verranno dedicati alla ricerca di dati indipendenti che permettano una validazione più robusta.



**Figura 2.** Distribuzione annuale dei dati di temperatura e salinità nell'ambito dell'infrastruttura SDN per il Mar Mediterraneo.: (a) per il periodo 1911-1958; (b) per il periodo 1959-1989; (c) per il periodo 1990-2012.

## Controllo di Qualità

Il controllo di qualità dei dati è stato applicato solamente ai dati in situ poiché i dati da satellite sono già stati sottoposti a procedure di QC specifici da parte dell'SST-TAC e del Sea Level TAC di MyOcean.

I dati collezionati sono stati successivamente selezionati sulla base degli indici di qualità assegnati ed applicati coerentemente da SDN, MFS, MyOcean e MEDAR-MEDATLAS. In particolare sono stati selezionati i profili verticali di temperatura e salinità che avessero **indici di qualità generali** (associati all'intero profilo) **pari a 1 relativi al posizionamento dei dati sia nel tempo che nello spazio** (longitudine, latitudine e tempo di campionamento).

Abbiamo effettuato anche un controllo visivo dei dati utilizzando il software ODV (OceanDataView) che, ideato per tale scopo, è in grado di importare i dati in formato SDN e MEDAR-MDATLAS e di gestire enormi quantità di dati. Abbiamo poi selezionato i dati con **indice di qualità generale** (associato all'intero profilo) **relativo alla profondità** pari a 0, 1 e 2 (Tab. 2) al fine di non scartare troppe osservazioni.

Key	Entry Term	Abbreviated term	Term definition
0	no quality control	none	No quality control procedures have been applied to the data value. This is the initial status for all data values entering the working archive.
1	good value	good	Good quality data value that is not part of any identified malfunction and has been verified as consistent with real phenomena during the quality control process.
2	probably good value	probably_good	Data value that is probably consistent with real phenomena but this is unconfirmed or data value forming part of a malfunction that is considered too small to affect the overall quality of the data object of which it is a part.
3	probably bad value	probably_bad	Data value recognised as unusual during quality control that forms part of a feature that is probably inconsistent with real phenomena.
4	bad value	bad	An obviously erroneous data value.
5	changed value	changed	Data value adjusted during quality control. Best practice strongly recommends that the value before the change be preserved in the data or its accompanying metadata.
6	value below detection	BD	The level of the measured phenomenon was too small to be quantified by the technique employed to measure it. The accompanying value is the detection limit for the technique or zero if that value is unknown.
7	value in excess	excess	The level of the measured phenomenon was too large to be quantified by the technique employed to measure it. The accompanying value is the measurement limit for the technique.
8	interpolated value	interpolated	This value has been derived by interpolation from other values in the data object.
9	missing value	missing	The data value is missing. Any accompanying value will be a magic number representing absent data.
A	value phenomenon uncertain	ID_uncertain	There is uncertainty in the description of the measured phenomenon associated with the value such as chemical species or biological entity.

Tab. 2. Tabella con gli indici di qualità definiti da SeaDatNet.

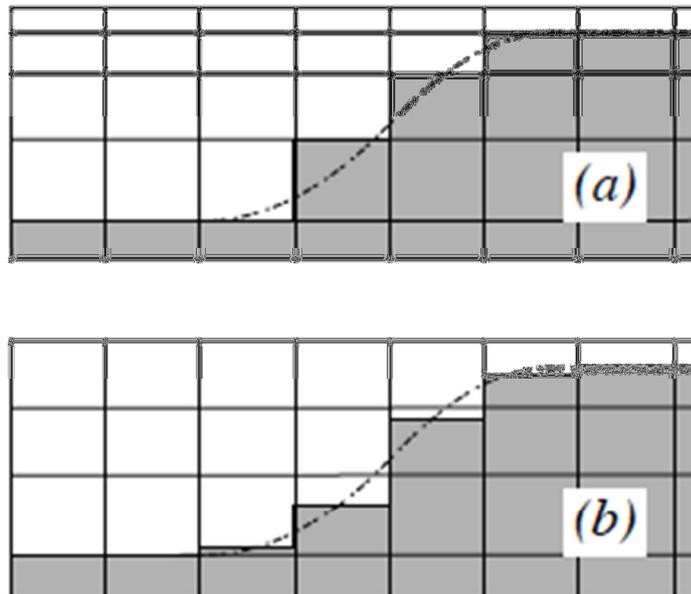
Poi è stato applicato un controllo (range check) per verificare che i dati di temperatura e salinità rientrassero all'interno di valori ragionevoli per la regione sotto esame ( $4 < T < 30^{\circ}\text{C}$ ,  $15 < S < 40\text{psu}$ ). Possibili duplicati sono stati individuati ed eliminati definendo intervalli di tolleranza: 0.002 gradi per le coordinate spaziali e 0.1 giorni per l'ora di campionamento. Un controllo sulla presenza di possibili spikes è stato fatto prima di esportare i dati selezionati ed i relativi indici di qualità in un formato compatibile con il software DIVA, utilizzato per calcolare mappe di temperatura e salinità, quali le climatologie mensili.

I dati sono stati riscritti successivamente in formato ASCII compatibile con il programma di assimilazione dati. Un **controllo successivo è stato effettuato considerando gli indici di qualità assegnati ai singoli valori di ciascun profilo relativi a profondità, temperatura e salinità**. Solo i profili che avessero almeno il 75% di dati "buoni" sono stati selezionati e dunque saranno assimilati nella RR. Per dati "buoni" si intendono quelli che presentano valori uguali 1 per tutti e tre gli indici di qualità (profondità, T,S). Ad esempio, se un profilo di temperatura e salinità contiene 10 valori osservati a varie profondità e, a ciascuno di questi sono associati 3 indici di qualità (T, S profondità), solo i livelli con tutti e tre gli indici pari a 1 sono stati selezionati. Solo se il numero dei record verticali selezionati è superiore al 75% allora il profilo passa alla fase successiva e dunque alla assimilazione. Per il caso in questione il profilo per poter essere considerato deve avere 8 valori di buona qualità.

### ***Il Modello di Circolazione (OGCM) per la RR***

La seconda componente principale del sistema RR è rappresentata dal modello di circolazione (OGCM) implementato da *Tonani et al. 2008*, basandosi sul codice OPA8.1 (*Madec, 2008*), e successivamente sviluppato ed aggiornato alla versione del codice OPA9.2 da *Oddo et al. 2009*. La prima versione del modello è stata utilizzata per produrre la **MedReanV2** (*Adani et al 2011*) mentre la seconda implementazione è utilizzata per produrre la **MedReanV4** (si veda tab.1).

Il dominio del modello numerico ricopre l'intero Mar Mediterraneo e si estende anche nel Nord Atlantico, ad una risoluzione spaziale di 1/16 di grado e 72 livelli verticali la cui risoluzione aumenta dal fondo verso la superficie. La configurazione del modello utilizzato per produrre la **MedReanV4** utilizza le coordinate z con "partial cells" o celle parziali sul fondo per poter rappresentare in maniera più realistica la topografia del bacino. La Figura 3 mostra come varia la rappresentazione del fondo del mare nel caso si utilizzino le coordinate z standard (a) o quelle con partial cells (b) sul fondo.



**Figura 3** Il fondo del mare rappresentato in (a) da coordinate z standard, (b) da coordinate con partial cell sul fondo. Figura estratta da Madec 2008 – fig 3.5 –pag 44.

La parte Atlantica del dominio è caratterizzata da tre contorni laterali aperti dove il modello è annidato con campi climatologici mensili calcolati da 10 anni di campi giornalieri (1993-2003) prodotti dal modello globale MERCATOR a  $\frac{1}{4}$  di grado di risoluzione (Drevillon et al., 2008).

I flussi all'interfaccia aria-mare vengono calcolati con formule di bulk che hanno bisogno dei seguenti dati in input: 1) temperatura dell'aria a 2m; 2) dew point temperature; 3) componente zonale e meridionale della velocità del vento a 10m; 4) pressione media sul livello del mare; 5) copertura nuvolosa totale. Abbiamo condotto uno studio specifico sulla parametrizzazione dei flussi alla superficie per valutare l'utilizzo o meno di:

- una tecnica di estrapolazione della temperatura dell'aria e della umidità relativa da 2 a 10 metri, come richiesto dalle formule di bulk;
- true stress che considera la velocità relativa del vento rispetto alla corrente superficiale per il calcolo del flusso di momento.

Nel primo caso sono stati utilizzati i dati COSMO-Med di temperatura dell'aria e di umidità relativa sia a 2m che 10m. Abbiamo usato offline la routine di NEMO turb\_core\_2z.f90 per estrapolare i dati COSMO da 2 a 10m poi li abbiamo confrontati con quelli COSMO a 10m.

Nel secondo caso abbiamo valutato l'utilizzo del true stress nel calcolo di flusso di momento mediante due simulazioni per il periodo 1985-1987 e abbiamo valutato i risultati con le osservazioni disponibili.

Le **condizioni iniziali** sono state messe a punto in maniera tale da rappresentare al meglio le condizioni idrodinamiche medie del periodo di inizializzazione. Una nuova climatologia di temperatura e salinità è stata dunque calcolata (chiamata **SDN\_V2aa**) utilizzando il vasto data set SDN prendendo in considerazione le osservazioni raccolte nel periodo 1900-1987, che comprendono solo in parte i dati MEDAR-MEDATLAS (1985-1999) usati per calcolare la condizione iniziale della **MedReanV2** (Adani et al 2011). Abbiamo perso in considerazione solo osservazioni antecedenti al 1987 perché non

volevamo che la condizione iniziale contenesse alcun segnale dell'Eastern Mediterranean Transient (EMT), poiché non è ancora stato dimostrato che un fenomeno equivalente all'EMT si sia verificato prima del 1993. Le osservazioni del Mediterraneo sono state integrate con i dati del World Ocean Atlas per ricoprire l'intero dominio RR. La climatologia è stata calcolata su una griglia ad elementi finiti utilizzando il software DIVA (Data-Interpolating Variational Analysis), che permette di interpolare i dati nello spazio in maniera ottimale.

Il forzante atmosferico rappresenta la terza componente del sistema RR schematizzato in Figura 1 e riassunto in Tabella 1. In base alle precedenti esperienze considereremo una concatenazione dei più recenti prodotti di rianalisi ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast):

- **ERAInterim** (*Dee et al. 2011*): dati che vanno dal 1979 a oggi con una risoluzione spaziale di 0.75 gradi;
- **ERA40** (*Uppala et al. 2005*): dati disponibili da Settembre 1957 ad Agosto 2002 con una risoluzione spaziale di 1.125 gradi.

Entrambe i dati sono disponibili ad una risoluzione temporale di 6 ore.

Per poter produrre 100 anni di RR del clima del Mar Mediterraneo sono stati presi in considerazione i dati atmosferici **AMIP** (*Gates, 1992*). Dati di tipo AMIP sono disponibili a partire dal 1900 fino al 2003 e sono stati creati in una serie di esperimenti effettuati con il modello atmosferico globale ECHAM4 (*Cherchi and Navarra, 2007*) su una griglia T126 avente 1.125 gradi di risoluzione orizzontale. Il modello è stato forzato con i dati **HadISST1** (*Rayner et al. 2003*) interpolati sulla griglia ECHAM4. I dati AMIP sono disponibili con una risoluzione temporale di 12 ore. In particolare i risultati di 7 esperimenti sono disponibili aventi caratteristiche simili ma dovranno essere analizzati e valutati rispetto ai prodotti ECMWF al fine di individuare quello che fornisce la miglior qualità da utilizzare per la RR.

Durante questo anno abbiamo cominciato l'implementazione del modello ad alta risoluzione basato sul codice NEMO3.4 parallelo. L'incremento della risoluzione orizzontale passa da 1/16 a 1/24 di grado. La batimetria DBDB1 è stata interpolata sulla griglia del modello e particolare attenzione è stata dedicata alla definizione della topografia (linea di costa e profondità minima) e della discretizzazione verticale. Sono state testate diverse configurazioni aventi un diverso numero di livelli verticali (72, 81, 91, 101) con lo scopo di rappresentare in maniera ottimale la stratificazione ambientale e la sua variabilità stagionale. Abbiamo scelto la configurazione del modello con 91 livelli verticali e con questa abbiamo prodotto una simulazione preliminare per verificare che tutti i campi in input al modello fossero letti correttamente e che i flussi all'interfaccia aria-mare venissero calcolati correttamente.

### ***Lo schema di assimilazione dati***

Quarta componente del sistema RR è lo schema di assimilazione dati che utilizza i profili di temperatura e salinità e dati di altimetria per correggere giornalmente i dati del modello. OceanVar è il nome dello schema utilizzato, messo a punto da *Dobricic and Pinardi (2008)* all'interno del sistema di previsione operativo (*Dobricic et al 2007*).

OceanVar è uno schema tridimensionale e variazionale che permette di correggere i campi delle principali variabili dinamiche (T, S, livello del mare, correnti).

Il ciclo di assimilazione che utilizzeremo si differisce da quello operativo, descritto in *Dobricic et al. 2007*. Si utilizzerà un ciclo giornaliero come implementato da *Adani et al (2011)* nella **MedReanV2**. Esso considera le osservazioni presenti all'interno della finestra temporale di 24 ore che va dalle ore 12:00 del giorno J alle 12 del giorno J+1. Le correzioni stimate vengono applicate al restart del modello alle 12:00 del giorno J+1.

Un'analisi di calibrazione dell'Oceanvar è stata condotta in modo da poter gestire un numero sempre crescente di osservazioni dovuto all'ampliamento delle banche date storiche. Un altro problema emerge dalla distribuzione spaziale delle osservazioni che si differenzia completamente in un sistema di rianalisi da un sistema di previsione operativo. La diversa distribuzione spaziale prende origine dalla diversa tipologia dei dati che, in un sistema di rianalisi è prettamente di delay time (DT) mentre in un sistema di previsione è in near real time (NRT). I data set DT contengono, diversamente dai data set NRT, un numero maggiore di osservazioni disposte regolarmente nello spazio (griglie di campionamento, transetti regolari e serie temporali di dati ad alta risoluzione) sollevando problematiche non incontrate in precedenza.

Sono stati fatti molti esperimenti per definire le scale orizzontali di correlazione e gli errori strumentali ma anche per valutare l'utilizzo o meno del calcolo delle così dette "super observations" in verticale (medie effettuate all'interno di strati verticali) e per migliorare il filtro orizzontale che espande in orizzontale le correzioni puntiformi, iniziando anche un approccio di multi-scala. Queste analisi sono state concentrate nel periodo temporale 1985-1987 quando molte osservazioni sono disponibili, in particolare i programmi di monitoraggio POEM (*Malanotte Rizzoli and Robinson 1988*) che hanno campionato in modo intensivo il Mediterraneo orientale. La validazione dei risultati è stata fatta mediante il calcolo dei misfits con le osservazioni in situ e le mappe di SST e valutando la circolazione ottenuta e confrontandola con la letteratura, in particolare con le mappe di circolazione di *Robinson et al. (1991)*.

### ***3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici***

Nessuno nel periodo di riferimento.

### ***3.3 Attività di formazione***

Nessuna nel periodo di riferimento.

### ***3.4 Attività di disseminazione e divulgazione***

Nessuna nel periodo di riferimento.

### ***3.5 Partecipazione a conferenze***

Nessuna nel periodo di riferimento.

## 4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

### **4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)**

L'analisi riguardante i flussi all'interfaccia aria mare ha condotto a due importanti risultati.

La tecnica di estrapolazione della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa da 2 a 10m comporta:

- un vantaggio per la temperatura dell'aria durante il periodo invernale quando la temperatura estrapolata è molto vicina alla temperatura a 10m, ma durante la stagione estiva l'estrapolazione produce temperature dell'aria troppo elevate che potrebbero incrementare il bias già positivo della RR SST;
- un vantaggio per l'umidità relativa durante l'autunno e l'inverno ma valori estremamente bassi durante la stagione estiva.

Abbiamo così deciso di non utilizzare questa tecnica e di considerare i valori a 2m nel calcolo dei flussi superficiali.

I risultati riguardanti l'utilizzo del true stress non hanno dato differenze significative nella validazione con le osservazioni e nemmeno nella circolazione, abbiamo dunque deciso di includere il true stress nel calcolo del flusso di momento.

La calibrazione dell'OceanVar ci ha permesso di:

- individuare un baco nel codice nell'interpolazione dei misfit verticali;
- evitare il calcolo delle "super observations" verticali;
- migliorare il filtro orizzontale;
- ridurre le scale di correlazione in modo da minimizzare la probabilità di incorrere in fenomeni di overshooting durante il calcolo del campo tridimensionale di correzione mediante il filtro orizzontale;
- testare un filtro orizzontale multi-scala che seleziona le scale di correlazione in base alle scale campionate dalle osservazioni.

### **4.2 Pubblicazioni**

Nessuna nel periodo di riferimento.

### **4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)**

Nessuna nel periodo di riferimento.

### **4.4 Deliverables completati**

**D1.3.1:** Relazione sui dati storici marini, controllo di qualità specifico

**D1.3.2:** Relazione sulla struttura del **modello numerico e l'assimilazione dati** da usare per la Ricostruzione/Rianalisi (RR).

## **5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/deliverables previsti ed effettivamente realizzati**

L'attività del primo anno è stata dedicata al disegno di un nuovo sistema di RR finalizzata allo studio del clima del Mar Mediterraneo per i passati cento anni. I risultati ottenuti riguardo all'implementazione del modello ad alta risoluzione sono ancora preliminari, tali dunque da non permettere di apportare questa miglioria all'interno del sistema RR. L'analisi dei dati atmosferici AMIP e la loro validazione con i prodotti di rianalisi ECMWF (ERA-40, ERA-Interim) non è stata possibile. Questi dati dovrebbero essere utilizzati per il primo periodo di RR antecedente al 1958, anno in cui cominciano i dati di ERA-40.

## **6. Attività previste per il periodo successivo**

Le considerazioni conclusive concernenti l'attività svolta ed i risultati ottenuti in questo primo anno rendono necessaria una parziale revisione dell'attività prevista per il prossimo anno nel Piano Esecutivo del progetto (produzione a 1/24 di grado a partire dal 1912). Mentre altro tempo sarà dedicato all'implementazione del sistema RR ad alta risoluzione ed alla validazione dei dati di AMIP, si propone di iniziare la produzione intermedia di una nuova RR per il Mar Mediterraneo mantenendo la configurazione attuale del modello di circolazione a 1/16 di grado partendo da Gennaio 1958 quando inizia la disponibilità dei dati ERA-40. Nel frattempo verranno proseguite le attività di studio concernenti:

- l'implementazione e la calibrazione del modello a 1/24 di grado;
- l'analisi dettagliata dei dati AMIP e la loro validazione con i prodotti di rianalisi ECMWF;
- il miglioramento e la calibrazione dello schema di assimilazione OceanVar nella configurazione di RR a 1/24 di grado;
- il calcolo di una nuova climatologia su griglia a 1/24 per l'inizializzazione della RR.

### **Bibliografia citata:**

Adani M., Dobricic, S. Pinardi N., 2011: Quality Assessment of a 1985–2007 Mediterranean Sea Reanalysis. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **28**, 569–589. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/2010JTECHO798.1>.

Buongiorno Nardelli B., C.Tronconi, A. Pisano, R.Santoleri, 2013: High and Ultra-High resolution processing of satellite Sea Surface Temperature data over Southern European Seas in the framework of MyOcean project, *Rem. Sens. Env.*, **129**, 1-16, doi:10.1016/j.rse.2012.10.012.

Cherchi, A. and A. Navarra, 2007: Sensitivity of the Asian summer monsoon to the horizontal resolution: differences between AMIP-type and coupled model experiments, *Climate Dynamics*, **28**, 2, 273-290, doi:10.1007/s00382-006-0183-z

- Dee, D. P., S. M. Uppala, A. J. Simmons, P. Berrisford, P. Poli, S. Kobayashi, U. Andrae et al. "The ERA-Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system." *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 137, no. 656 (2011): 553-597.
- Dobricic, S., Pinardi, N., Adani, M., Tonani, M., Fratianni, C., Bonazzi, A., and Fernandez, V.: Daily oceanographic analyses by Mediterranean Forecasting System at the basin scale, *Ocean Sci.*, 3, 149-157, doi:10.5194/os-3-149-2007.
- Dobricic S., Pinardi N., 2008: An oceanographic three-dimensional variational data assimilation scheme, *Ocean Modelling*, Volume 22, Issues 3-4, , Pages 89-105, ISSN 1463-5003, 10.1016/j.ocemod.2008.01.004.
- Gates, WL, 1992. AMIP: the atmosphere model intercomparison project. *Bulletin of American Meteorological Society* 73, 1962-1970.
- Maillard, C., and Coauthors, 2005: MEDAR/MEDATLAS 1998-2001: A Mediterranean and Black Sea oceanographic data base and network. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, 46, 329-344.
- Madec, G., P. Delecluse, M. Imbard, and C. Levy, 1998: OPA 8.1 ocean general circulation model reference manual. Institut Pierre-Simon Laplace, Note du Pole de Modelisazion, No. 11, 91 pp.
- Malanotte-Rizzoli, P. and Robinson, A.R. 1988. POEM: Physical oceanography of the eastern Mediterranean. *EOS, The Oceanography Report*, 69: 194-203.
- Oddo, P., Adani M., Pinardi N., Fratianni C., Tonani M., and Pettenuzzo D., 2009: A nested Atlantic-Mediterranean Sea general circulation model for operational forecasting. *Ocean Sci.*, 5, 461-473.
- Rayner, N. A.; Parker, D. E.; Horton, E. B.; Folland, C. K.; Alexander, L. V.; Rowell, D. P.; Kent, E. C.; Kaplan, A. (2003) Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century *J. Geophys. Res.* Vol. 108, No. D14, 4407 10.1029/2002JD002670.
- A.R. Robinson, M. Golnaraghi, W.G. Leslie, A. Artegiani, A. Hecht, E. Lazzoni, A. Michelato, E. Sansone, A. Theocharis, Ü. Ünlüata, The eastern Mediterranean general circulation: features, structure and variability, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, Volume 15, Issues 3-5, April 1991, Pages 215-240, ISSN 0377-0265, 10.1016/0377-0265(91)90021-7.
- Tonani, M., Pinardi, N., Dobricic, S., Pujol, I., and Fratianni, C., 2008: A high-resolution free-surface model of the Mediterranean Sea, *Ocean Sci.*, 4, 1-14, doi:10.5194/os-4-1-2008.
- Uppala, S.M., Källberg, P.W., Simmons, A.J., Andrae, U., da Costa Bechtold, V., Fiorino, M., Gibson, J.K., Haseler, J., Hernandez, A., Kelly, G.A., Li, X., Onogi, K., Saarinen, S., Sokka, N., Allan, R.P., Andersson, E., Arpe, K., Balmaseda, M.A., Beljaars, A.C.M., van de Berg, L., Bidlot, J., Bormann, N., Caires, S., Chevallier, F., Dethof, A., Dragosavac, M., Fisher, M., Fuentes, M., Hagemann, S., Hólm, E., Hoskins, B.J., Isaksen, L., Janssen, P.A.E.M., Jenne, R., McNally, A.P., Mahfouf, J.-F., Morcrette, J.-J., Rayner, N.A., Saunders, R.W., Simon, P., Sterl, A., Trenberth, K.E., Untch, A., Vasiljevic, D., Viterbo, P., and Woollen, J. 2005: The ERA-40 re-analysis. *Quart. J. R. Meteorol. Soc.*, 131, 2961-3012. doi:10.1256/qj.04.176.

## **WP 1.5 - Dati paleoclimatici da sedimenti marini**

### **WP 2.4 - Archivio di dati paleoclimatici da carote sedimentarie**

#### **1. Attività prevista e risultati attesi (come indicato sul Piano Esecutivo, inclusi i milestones)**

Il Dott. Fabio Florindo ha lavorato in stretta collaborazione con il gruppo di ricerca relativo al WP1.5 (Dott. Fabrizio Lirer) e WP2.4 (Responsabile Dott.ssa Luciana Ferraro) alla individuazione nel Bacino del Mediterraneo su base bibliografica di potenziali keysites che possano preservare record marini in una facies sedimentaria idonea a studi di alta risoluzione. Oltre alla identificazione di record marini è in fase di pianificazione anche la possibilità di perforare/studiare delle successioni lacustri che abbiano un record di dettaglio delle variazioni paleoclimatiche e paleoambientali degli ultimi 5-10 mila anni.

Si sta procedendo anche alla identificazione dei dati disponibili in archivi nazionali e/o internazionali in settori selezionati in aree extra-Mediterraneo. Laddove vengano individuati questi siti di interesse, si potrà procedere alla eventuale richiesta di materiale presente nei core repository.

#### **2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento**

**D1.5.1:** Relazione sulla definizione delle misure disponibili e dei keysites per nuovi carotaggi.

**D1.5.2:** Relazione sulle carote sedimentarie disponibili presso i core repository; trasmissione informazioni agli archivi e al Portale Generale.

**D2.4.1:** Archivio dati carote sedimentarie e keysites; trasmissione dati al Portale Generale.

#### **3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento**

##### ***3.1 Attività di ricerca***

Nel primo anno di attività di ricerca del WP1.5, sono stati analizzati, per il Bacino del Mediterraneo, una grande quantità di dati di letteratura al fine di individuare keysites per il recupero di sedimenti marini che contenessero il record olocenico ed in particolare degli ultimi millenni. Questo studio dei dati di letteratura è stato effettuato in stretta collaborazione con il gruppo di ricerca relativo al WP 2.4.

Nello specifico lo studio dei dati di letteratura ha permesso di individuare i seguenti siti di interesse: Golfo di Gaeta; Golfo di Salerno; Piattaforma continentale maltese; Piattaforma continentale maltese; Golfo di Taranto; Mar Ionio meridionale.

I siti scelti sono localizzati in aree di piattaforma continentale, dove i dati sismici hanno indicato la presenza di spesse coperture di sedimenti olocenici. In aggiunta è stato scelto un sito in ambiente profondo a circa -3000 metri, dove dati di letteratura hanno indicato la presenza del livello anossico, noto come Sapropel S1, che rappresenta un ottimo marker

climatico del Mediterraneo per la completa ricostruzione dell'evoluzione climatica oggetto del WP1.5.

Inoltre, è stata fatta una richiesta di tempo nave per la N/O Urania del CNR, per luglio 2013 (periodo alternativo maggio 2013), per recupero dei sedimenti marini nei siti del Mediterraneo meridionale, Mar Ionio e Golfo di Taranto. Per quanto riguarda, il Golfo di Gaeta è stato richiesto un ulteriore tempo nave per la N/O Urania del CNR per febbraio 2013. Per il Golfo di Salerno, è stata già prelevata una carota di lunghezza 1.20 m alla batimetrica di -103 m. Questa carota è stata già aperta e verrà campionata per analisi paleomagnetiche con l'ausilio di u-channels.

Oltre alle aree sopracitate identificate nel bacino del mediterraneo sono stati presi in rassegna alcuni bacini lacustri che hanno grandi potenzialità in termini di record continui delle variazioni del paleoclima e del paleoambiente nel corso degli ultimi 10 mila anni. Tra questi si cita il Lago di Giuturna (lat 41.731179 N, long 12.623889 E) nell'area dei Colli Albani a Sud-Est della città di Roma.

### ***3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici***

Nessuno.

### ***3.3 Attività di formazione***

Nessuno.

### ***3.4 Attività di disseminazione e divulgazione***

Nessuno.

### ***3.5 Partecipazione a conferenze***

AGU fall meeting 2012.

## **4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento**

### ***4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)***

Nessuno .

### ***4.2 Pubblicazioni***

Nessuna.

### ***4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)***

Nessuna.

### ***4.4 Deliverables completati***

Sono stati completati i deliverables previsti per il periodo di riferimento.

## **5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/deliverables previsti ed effettivamente realizzati**

Nessuno.

## **6. Attività previste per il periodo successivo**

Le attività previste nel secondo anno di progetto prevedono due nuove campagne oceanografiche con utilizzo della N/O Urania del CNR per il recupero di carote nei siti di interesse individuati per luglio 2013 (periodo alternativo maggio 2013), per recupero dei sedimenti marini nei siti del Mediterraneo meridionale, Mar Ionio e Golfo di Taranto. Per quanto riguarda, il Golfo di Gaeta è stato richiesto un ulteriore tempo nave per la N/O Urania del CNR per febbraio 2013.

Il prelievo delle carote sarà seguito da diverse fasi di studio e analisi dei vari proxy.

Per quanto riguarda il Golfo di Salerno, è stata già prelevata nel 2006 (con la N/O Tethis), e messa a disposizione del progetto NEXTDATA dall'IAMC-CNR (attualmente questa carota è allocata presso il core repository dell'IAMC-CNR sede di Napoli), una carota della lunghezza di 1.20 m prelevata alla batimetrica di -103m. Questa carota è stata già aperta e verrà campionata con l'ausilio di u-channels per studi di paleomagnetismo (variazione secolare e magnetismo ambientale) dal Dott. Fabio Florindo dell'INGV di Roma.

Le analisi della variazione secolare del campo geomagnetico verranno calibrate con datazioni con i radionuclidi e AMS14C. Questo processo dovrebbe fornire una cronologia di estremo dettaglio per gli ultimi 500 anni molto affidabili. Cronologia che rappresenta la base di partenza per le interpretazioni paleoclimatiche. I dati di magnetismo ambientale, con la cronologia di dettaglio che andremo a definire, daranno un contributo importante alla nostra comprensione delle variazioni climatiche e ambientali che hanno caratterizzato il periodo di interesse.

Proseguono le ricerche bibliografiche mirate all'identificazione di altre carote di sedimenti già perforate nel Mediterraneo ed in settori chiave fuori dall'area mediterranea. Effettueremo inoltre una esplorazione geofisica (metodi sismici e magnetici) nell'area del Lago di Giuturna mirata alla identificazione del sito più idoneo da perforare.

Infine, da parte del Dr. Fabio Florindo, proseguono gli studi sulle sequenze deposizionali costiere dell'area romana finalizzate alla migliore definizione del legame esistente con le oscillazioni glacio-eustatiche degli ultimi 800 mila anni.

## **WP 2.2: Archivio delle reti osservative marine e ricostruzioni climatiche (Resp. Claudia Fratianni, INGV)**

*Partners: INGV*

### **1. Attività prevista e risultati attesi**

L'attività prevista nel primo anno del progetto riguarda lo sviluppo, la realizzazione e l'organizzazione degli archivi di dati storici marini, sottoposti ad uno specifico controllo di qualità per l'assimilazione dati, e di dati atmosferici che verranno utilizzati nella produzione delle "Ricostruzioni-Rianalisi (RR)" del Mar Mediterraneo per i passati 100 anni. Verrà inoltre disegnato il portale specifico e la struttura dell'archivio delle RR, utilizzando la rianalisi già esistente per gli ultimi venti anni. Si organizzeranno incontri con comunità di potenziali utenti per definire le specifiche dell'archivio e dei protocolli di accesso ai dati.

Il milestone definito per il primo anno è il seguente:

M2.2.1(PM12): Incontro per la discussione del Portale specifico delle RR e prodotti specifici.

L'incontro si è svolto a Dicembre presso l'INGV di Bologna ed ha visto la partecipazione della CLU s.r.l. che si occuperà nel futuro di strutturare il portale specifico.

### **2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento**

Alla fine del primo anno sono previsti i seguenti due Deliverables:

D2.2.1 (PM12): Relazione sull'archivio dati osservativi in situ e da satellite specifici per la Ricostruzione-Rianalisi e i dati atmosferici.

D2.2.2 (PM12): Relazione sul disegno del catalogo user-friendly e del database.

### **3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento**

Nel corso del primo anno, si è svolta gran parte l'attività prevista. In particolare si è proceduto alla creazione della banca dati di riferimento per i dati osservativi marini e per i dati atmosferici necessari per la produzione delle RR, partendo da ciò che si era già collezionato per la produzione di precedenti versioni di rianalisi, come mostrato in Tabella 1, e procedendo nella ricerca di dataset nuovi e aggiornati per coprire l'intervallo temporale delle RR.

#### **3.1 Attività di ricerca**

L'attività è stata svolta in stretta collaborazione con il WP1.3 che ha messo a punto, ove necessario, specifici controlli di qualità del dato, come descritto nel D1.3.1 e nel D1.3.2. Questo ha permesso la creazione di una banca dati di riferimento per la produzione delle RR sufficientemente ampia che contribuirà alla realizzazione di prodotti di qualità crescente.

	MedReanV2 (1985-2007)	MedReanV4(1985-2010)	RR(1912-2011)
Initial conditions	MedAtlas Climatology (obs 1995-1999) (Maillard et al. 2005)	SDNV2aa climatology (obs until1987)	SDNV2aa climatology (obs until1987)
Atmospheric forcings	ERA15 1.125° (1985-1992) ECMWF analyses 0.5° (1993-2007)	ERAInterim 0.75° (1985-2010)	AMIP1.125° (1912-1957) ERA40 1.125° (1958-1978) ERAInterim 0.75° (1979-2011)
Total Cloud Cover	NCEP–NCAR (1985–92) ECMWF analyses 0.5° (1993-2007)	ERAInterim 0.75° (1985-2010)	AMIP 1.125° (1912-1947) NCEP–NCAR(1948-1978) ERAInterim 0.75°(1979-2011)
Precipitations	NCEP–NCAR (monthly climatology)	CMAP (monthly climatology)	AMIP (monthly climatology) NCEP–NCAR (monthly climatology) CMAP (monthly climatology)
SST	SST reconstruction (1985-2007) (Marullo et al.2007)	SST reconstruction (1985-2007) (Marullo et al.2007) DT data (2008-2010)	HadISST (1912-1985) SST reconstruction (1985-2007) (Marullo et al.2007) MyOcean data (2008-2011)
SLA	ERS1, ERS2, EnviSat, TOPEX/Poseidon, Jason1 (Pujol and Larnicol 2005)	AVISO multisensor "UPD" data reprocessed in 2010	MyOcean multisensor "UPD" data reprocessed in 2012
XBT	<1999 MEDATLAS, MATER Ship of Opportunity (Manzella 2007) 2000-2007 MFS observations	SeaDataNet MFS observations (1985-2010)	SeaDataNet MFS - MyOcean observations (1912-2011)
ARGO	MedArgo Program 2001-2007 (Poulain et al. 2007)	All observations 2001-2010	All observations 2001-2011
CTD	MEDATLAS, MATER (<1999) 2000-2007 MFS observations (2000-2007)	SeaDataNet MFS observations (1985-2010)	SeaDataNet MFS - MyOcean observations (1912-2011)

**Tabella 1.** Tabella dei dataset utilizzati nella produzione delle ricostruzioni e delle rianalisi presso INGV. I sistemi sono descritti nel Deliverable D1.3.1.

I datasets archiviati per la produzione delle RR sono i seguenti:

- osservazioni di temperatura alla superficie del mare (SST) da satellite;
- osservazioni di anomalia del livello del mare (SLA) da satellite;
- osservazioni in situ di temperatura e di salinità;
- variabili atmosferiche di superficie;
- condizioni iniziali di temperatura e salinità.

### **Osservazioni SST da satellite**

La creazione del dataset di osservazioni di SST da satellite ha richiesto un lavoro di censimento dei dataset disponibili per il periodo precedente il 1985. A partire da questa data infatti esistono prodotti specifici creati per il Mar Mediterraneo consistenti in serie temporali giornaliere di mappe di temperatura media alla superficie del mare ottenute tramite tecniche di interpolazione ottimale dei dati su griglia regolare a 1/16 di grado. Il dataset a partire dal 1985 è il risultato della concatenazione dei seguenti prodotti:

- 1985-20080710: ricostruzioni di SST avvalendosi delle più recenti serie temporali di AVHRR Pathfinder SST (Marullo et al., 2007).
- 20080711-20111231: mappe di temperatura media giornaliera alla superficie del mare prodotte e rilasciate dall'SST-TAC/OSI-TAC (Sea Surface Temperature/Ocean

Ocean and Sea Ice Thematic Assembly Center) nell'ambito del progetto MyOcean, come descritto nel D2.2.1.

Per il periodo precedente al 1985, sono stati presi in considerazione diversi datasets tra i quali è stato selezionato il dataset HadISST1 (Met Office Hadley Centre's sea ice and sea surface temperature (SST) data set). Si tratta di mappe mensili globali a una risoluzione spaziale di 1° x 1° a partire dal 1870. (Rayner et al, 2003).

### ***Osservazioni SLA da satellite***

Si è proceduto all'aggiornamento del dataset già esistente estendendo la serie temporale fino all'aprile 2012. Questi dati sono prodotti e forniti dal Sea Level TAC nell'ambito del progetto MyOcean.

Si tratta di anomalie dell'altezza della superficie del mare lungo le tracce di ogni singolo satellite disponibile, calcolate come differenza tra l'altezza della superficie del mare e una media sul periodo 1993-1999.

(<http://catalogue.myocean.eu.org/static/resources/myocean/pum/MYO2-SL-PUM-008-001-005-v3.2.pdf>).

La copertura temporale dipende dalla durata della missione del singolo satellite:

- Jason 2: da Ottobre 2008
- Jason 1 (nuova orbita): da Febbraio 2009
- Jason 1: Aprile 2002 - Ottobre 2008
- Envisat (nuova orbita): da Ottobre 2010
- Envisat: Ottobre 2002 - Ottobre 2010
- ERS-1: Ottobre 1992 - Maggio 1995
- ERS-2: Maggio 1995 - Aprile 2003
- GFO: Gennaio 2000 - Settembre 2008
- T/P (nuova orbita): Settembre 2002 - Ottobre 2005
- T/P: Settembre 1992 - Aprile 2002

Ciascun satellite è caratterizzato da un ciclo di ripetizione ("repeat cycle") e da un intervallo tra una traccia e l'altra ("ground track") che nel complesso garantiscono una copertura abbastanza uniforme del Mediterraneo.

Le informazioni archiviate per ciascun satellite sono quelle richieste dal sistema di assimilazione, ovvero: tempo espresso in giorni giuliani a partire dal 1 gennaio 1950, longitudine, latitudine, valore di anomalia del livello del mare espresso in metri.

### ***Osservazioni in situ di profili verticali di temperatura e di salinità***

Il dataset è il frutto di un lavoro di omogeneizzazione tra i dati collezionati in diversi progetti quali MedarMedatlas, SeaDataNet, MFS e MyOcean al fine di eliminare la presenza di osservazioni duplicate, come descritto nel D1.3.1 e nel D2.2.1. Si tratta di profili verticali di temperatura e salinità collezionati tramite bottiglie, termometri, XBT, MBT, CTD e ARGO sottoposti ad un controllo di qualità specifico per il loro utilizzo nel sistema di assimilazione

dati, come descritto nel D1.3.1. La costituzione del dataset di riferimento per le osservazioni in situ è descritto nel D2.2.1.

### ***Variabili atmosferiche di superficie***

I parametri necessari per forzare il sistema di produzione delle RR sono i seguenti:

1. Pressione media a livello del mare (MSLP)
2. Temperatura a 2 metri (T2m)
3. Componente zonale e meridionale del vento (U10,V10)
4. Copertura totale nuvolosa (TCC)
5. Temperatura a 2 metri del punto di rugiada (D2m)
6. Precipitazione (P)

La creazione del dataset di riferimento richiede la concatenazione di differenti dataset di partenza al fine di prendere in considerazione i suddetti parametri e assicurare la copertura temporale delle RR, come indicato in Tabella 1. Dai dataset di riferimento sono stati estratti i parametri (MSLP,U,V,TCC, T2m,D2m) ed archiviati in files mensili o giornalieri in formato binario che verranno letti dal modello oceanico e che conterranno le suddette variabili alla risoluzione spaziale e temporale del modello originale. La precipitazione invece è stata archiviata in files in formato NetCDF contenenti i valori mensili di precipitazione interpolati dalla griglia originale alla griglia del modello oceanico ad 1/16 di grado.

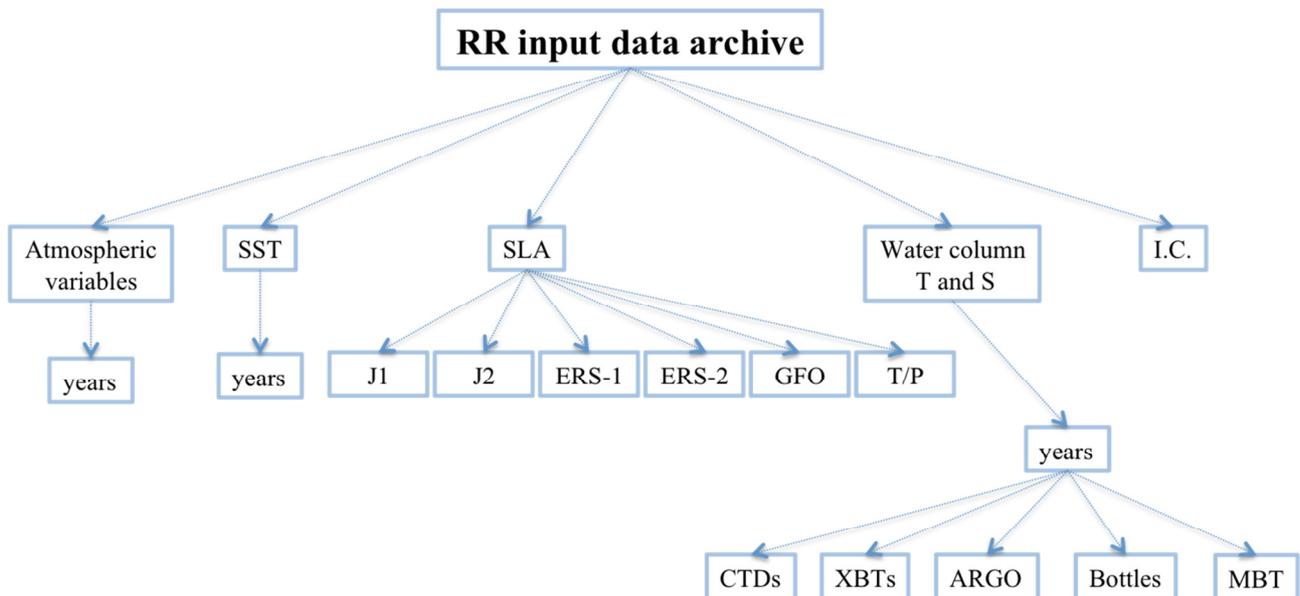
I datasets specifici originali (AMIP, NCEP-NCAR, ERA-40, ERAINTERIM, CMAP) sono descritti nel D2.2.1.

### ***Condizioni iniziali***

Le condizioni iniziali sono archiviate sotto forma di due files distinti in formato netCDF, uno per la salinità ed uno per la temperatura. La metodologia utilizzata per la loro creazione è descritta nel D1.3.1.

### ***3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici***

I dati una volta controllati vengono archiviati su filesystem dedicato come mostrato Figura 1.

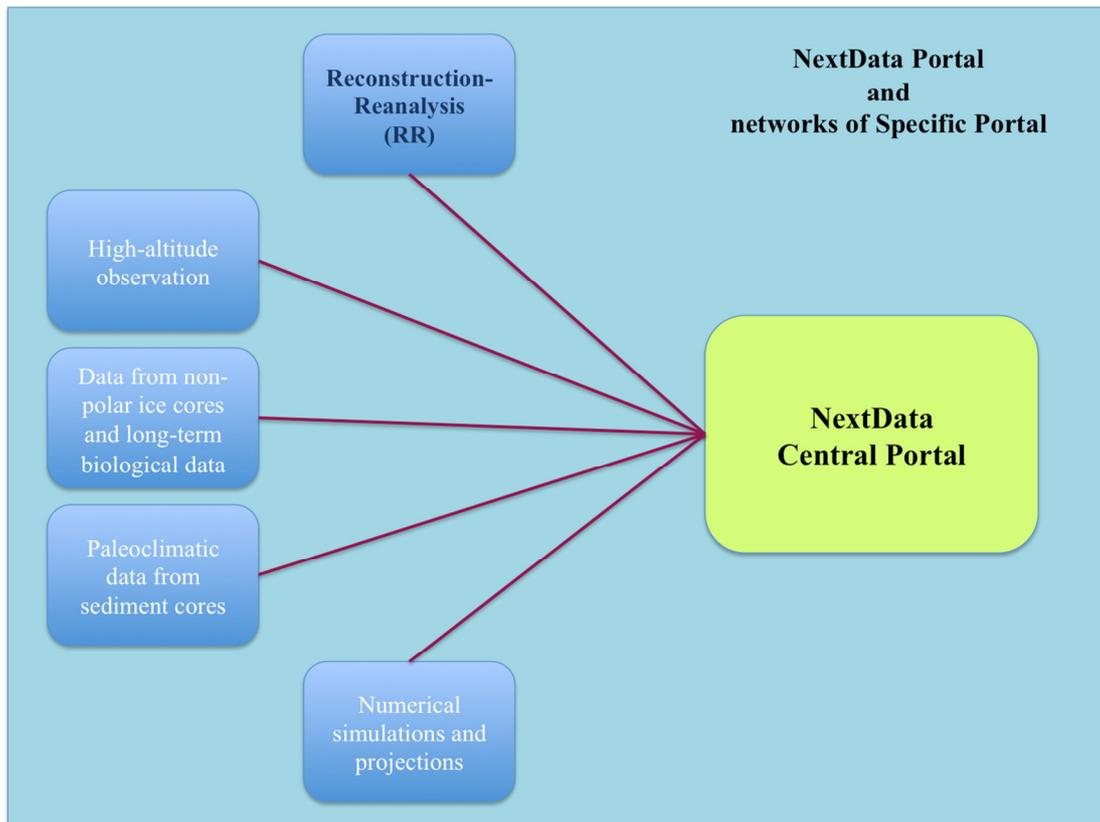


**Figura 1.** Organizzazione delle directories dell'archivio dei dati in input al sistema di RR.

Per ogni dataset si è proceduto ad una archiviazione per anno e/o per strumento. Il formato dei dati è quello richiesto dallo schema di assimilazione OceanVar e dal modello numerico utilizzato nelle RR ed è il seguente:

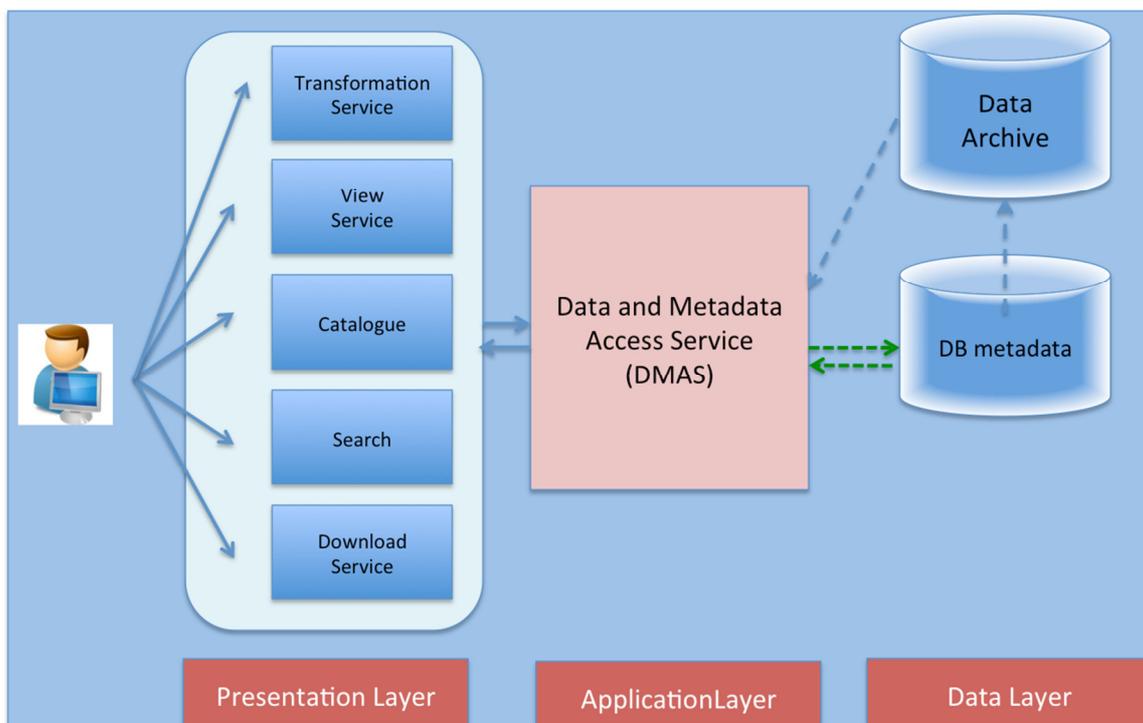
- ASCII: profili verticali di temperatura e salinità; osservazioni di SLA da satellite;
- binario: variabili atmosferiche di superficie;
- netCDF: osservazioni di SST da satellite; condizioni iniziali di temperatura e di salinità.

Parallelamente al lavoro di realizzazione del database di riferimento, è stato disegnato anche il portale specifico per l'accesso ai dati di RR. Nella realizzazione del portale specifico delle RR sono state seguite le più recenti indicazioni della direttiva europea INSPIRE al fine di creare una infrastruttura che sia in grado di integrarsi in un contesto comunitario. Il portale specifico sarà collegato al portale generale del progetto che conterrà tutte le informazioni relative ai metadata dei prodotti che verranno messi a disposizione mentre la proprietà e i servizi di network risiederanno sul portale specifico locale, come mostrato in Figura 2.



**Figura 2.** Schema generale del flusso di informazioni tra il Portale Generale e il Portale Specifico delle RR.

Il portale specifico fornirà i servizi che sono definiti nella direttiva INSPIRE: discovery, view, downloading e transformation, come illustrato in Figura 3.



**Figura 3.** Architettura del portale specifico delle RR.

L'architettura del portale specifico delle RR è costituito da 3 layers strettamente connessi tra di loro:

- **Presentation Layer:** su di esso risiedono i cosiddetti network services (Transformation, View, Search, Download, Catalogue) che si è deciso di implementare.
- **Application Layer:** comprende il Data e il Metadata Access Service (DMAS).
- **Data Layer:** comprende l'archivio fisico dei dati e il database dei metadata.

L'utente accederà ad una interfaccia grafica (pagina web) che gli permetterà in maniera semplice di accedere al catalogo, ricercare, visualizzare e scaricare i prodotti delle RR.

Il cuore di tutta l'architettura è rappresentata dal DMAS, che svolge una duplice funzione. Da un lato infatti gestisce i metadata utili per effettuare il search e il discovery sul data archive e dall'altro permette di accedere tramite il database dei metadata al data archive. Quest'ultimo rappresenta fisicamente lo storage dove verranno memorizzati i prodotti e consisterà di un filesystem. Questa soluzione è stata adottata visto l'enorme mole di dati con cui si lavora e la necessità di avere uno strumento che sia svincolato da sistemi di gestione di database.

L'utente potrà consultare il catalogo dei prodotti messi a disposizione che comprenderanno i parametri indicati nella Tabella 2. Tale catalogo è stato disegnato sulla base delle rianalisi attualmente prodotte che coprono gli ultimi 20 anni e potrà subire delle modifiche nelle versioni che verranno rilasciate successivamente nel corso del progetto.

Variables	Geographical coverage	Spatial resolution	Number of levels	Temporal resolution	Temporal coverage
Temperature	6° W - 36.25° E 30.19° N - 45.94° N	0.0625°	33	24 hr average field	1912-2011
Salinity	6° W - 36.25° E 30.19° N - 45.94° N	0.0625°	33	24 hr average field	1912-2011
Sea Surface Height	6° W - 36.25° E 30.19° N - 45.94° N	0.0625°	1	24 hr average field	1912-2011
Horizontal velocity (meridional and zonal component)	6° W - 36.25° E 30.19° N - 45.94° N	0.0625°	33	24 hr average field	1912-2011
Surface fluxes	6° W - 36.25° E 30.19° N - 45.94° N	0.0625°	1	6hr	1912-2011
Surface S,T and currents	6° W - 36.25° E 30.19° N - 45.94° N	0.0625°	1	6hr	1912-2011

**Tabella 2.** Elenco dei prodotti di RR che saranno resi disponibili nell'ambito del progetto.

#### Campi di temperatura, di salinità e di velocità orizzontale:

Si tratta di campi tridimensionali, rilasciati come medie giornaliere centrate alle 24 UTC di ogni giorno. I livelli verticali sono in unità di profondità in metri e le coordinate geografiche sono in gradi e decimi di grado.

Si studierà inoltre come filtrare il segnale delle correnti inerziali tramite un filtro passa-alto per poter eliminare il bias che ne deriva nella media giornaliera.

#### Campi di temperatura, salinità e velocità orizzontali alla superficie:

Si tratta di campi bidimensionali, rilasciati come campi istantanei (snapshot) ogni 6hr.

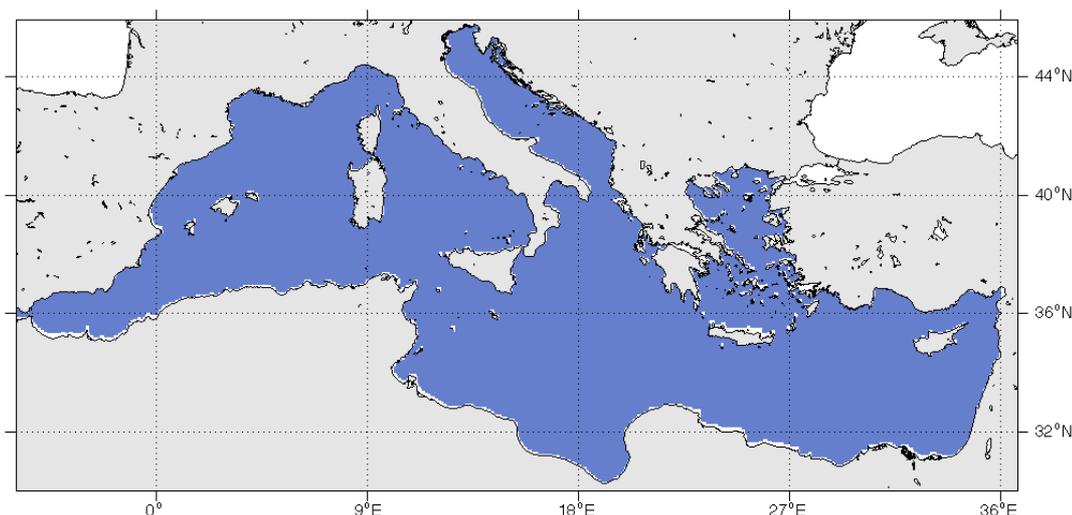
#### Campi di elevazione della superficie libera:

Si tratta di campi bidimensionali, rilasciati come medie giornaliere centrate alle 24 UTC di ogni giorno.

#### Campi di flussi all'interfaccia aria-mare:

Si tratta di campi bidimensionali, rilasciati come snapshot a 6 ore. Comprendono i flussi di calore con tutte le loro componenti (radiazione d'onda corta netta, radiazione d'onda lunga netta, calore sensibile e calore latente), di momento (sforzo tangenziale del vento zonale e meridionale) e di flusso d'acqua alla superficie (pari alla differenza tra precipitazione, runoff ed evaporazione).

I prodotti delle RR sono su griglia regolare in latitudine e longitudine ed il passo di griglia è di 1/16 di grado pari a circa 6.5 km. Il dominio di riferimento è indicato in Figura 4.



**Figura 4.** Dominio dei prodotti di RR.

I parametri tridimensionali verranno messi a disposizione su 33 livelli che corrispondono ai livelli standard IODE.

Per il viewing interattivo, l'utente avrà a disposizione solo le seguenti opzioni:

- medie mensili
- medie annuali

Questa scelta si e' resa necessaria avendo a che fare con un grande volume di dati giornalieri che non permettono di avere buone prestazioni in termini di tempi di richiesta/risposta del Portale. La visualizzazione interattiva sara' consentita solo per campi medi come precedentemente specificato.

I prodotti selezionati potranno essere scaricati in formato NetCDF (Network Common Data Form), formato binario supportato da apposite librerie e largamente impiegato in ambito scientifico ([www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/](http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/)). La convenzione adottata è la CF-1.0.

### ***3.3 Attività di formazione***

Nessuna.

### ***3.4 Attività di disseminazione e divulgazione***

Nessuna.

### ***3.5 Partecipazione a conferenze***

Nessuna.

## **4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento**

### ***4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)***

È stata creata la banca dati di riferimento dei dati osservativi marini e dei dati atmosferici che verranno utilizzati nella produzione delle RR, come descritto nel paragrafo 3.

### ***4.2 Pubblicazioni***

Non erano previste pubblicazioni nel periodo di riferimento.

### ***4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)***

Nessun prodotto previsto.

### ***4.4 Deliverables completati***

Entrambi i deliverables previsti al primo anno sono stati completati.

## **5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/deliverables previsti ed effettivamente realizzati**

Rispetto all'attività prevista al primo anno, si è avuto uno slittamento al secondo anno degli incontri con le comunità dei potenziali utenti, programmati per la definizione delle specifiche dell'archivio e dei protocolli di accesso ai dati. Nel corso del primo anno sono stati presi i primi contatti con i WP coinvolti nelle attività di archivio e messa a disposizione di prodotti grigliati di rianalisi e simulazioni per individuare elementi comuni nella gestione dei datasets.

## **6. Attività previste per il periodo successivo**

Nel secondo anno la discussione iniziata internamente al progetto, relativa all'organizzazione dell'archivio e della messa a disposizione dei dati di RR, verrà estesa anche al di fuori della comunità dei partecipanti al progetto.

Si procederà all'aggiornamento dei dataset relativi ai dati storici marini in base al rilascio di nuove versioni.

Nel secondo anno del progetto si procederà alla creazione dell'archivio con i dati delle RR prodotte e si implementerà una seconda versione del catalogo sulla base dei nuovi prodotti. Verrà inoltre sviluppato il sistema di visualizzazione e di downloading interattivo dell'archivio. Sulla base dei risultati ottenuti, si valuterà quando organizzare un incontro con la comunità nazionale degli utenti con il rilascio della versione beta dell'archivio e del portale specifico.