

Statistical Cross-Validation of SWOT Altimetry-Derived Currents Using In Situ Measurements from the BioSWOT-Med Campaign in the Northwestern Mediterranean

Autore:

Antonio Favalaro

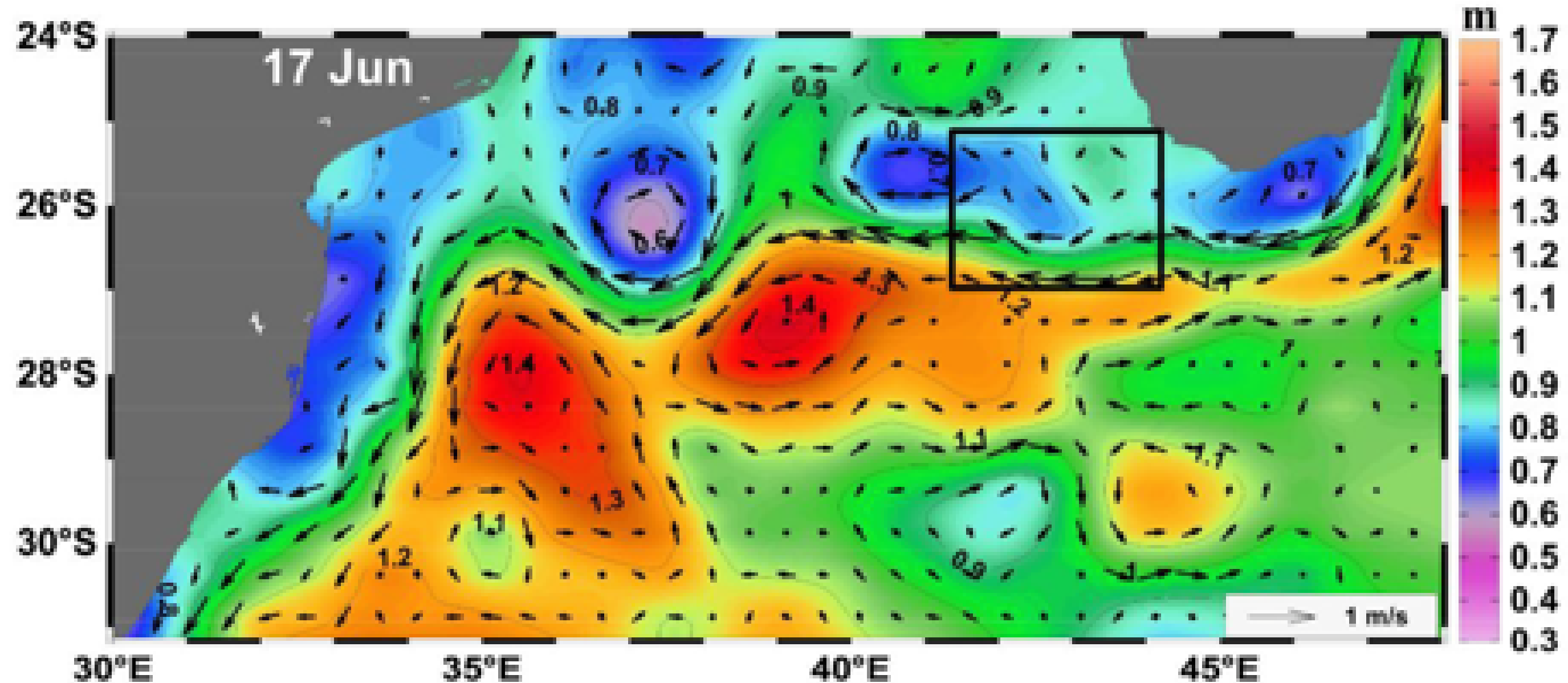
Relatore:

Prof. Claudia Pasquero

Correlatore:

Prof. Andrea Doglioli

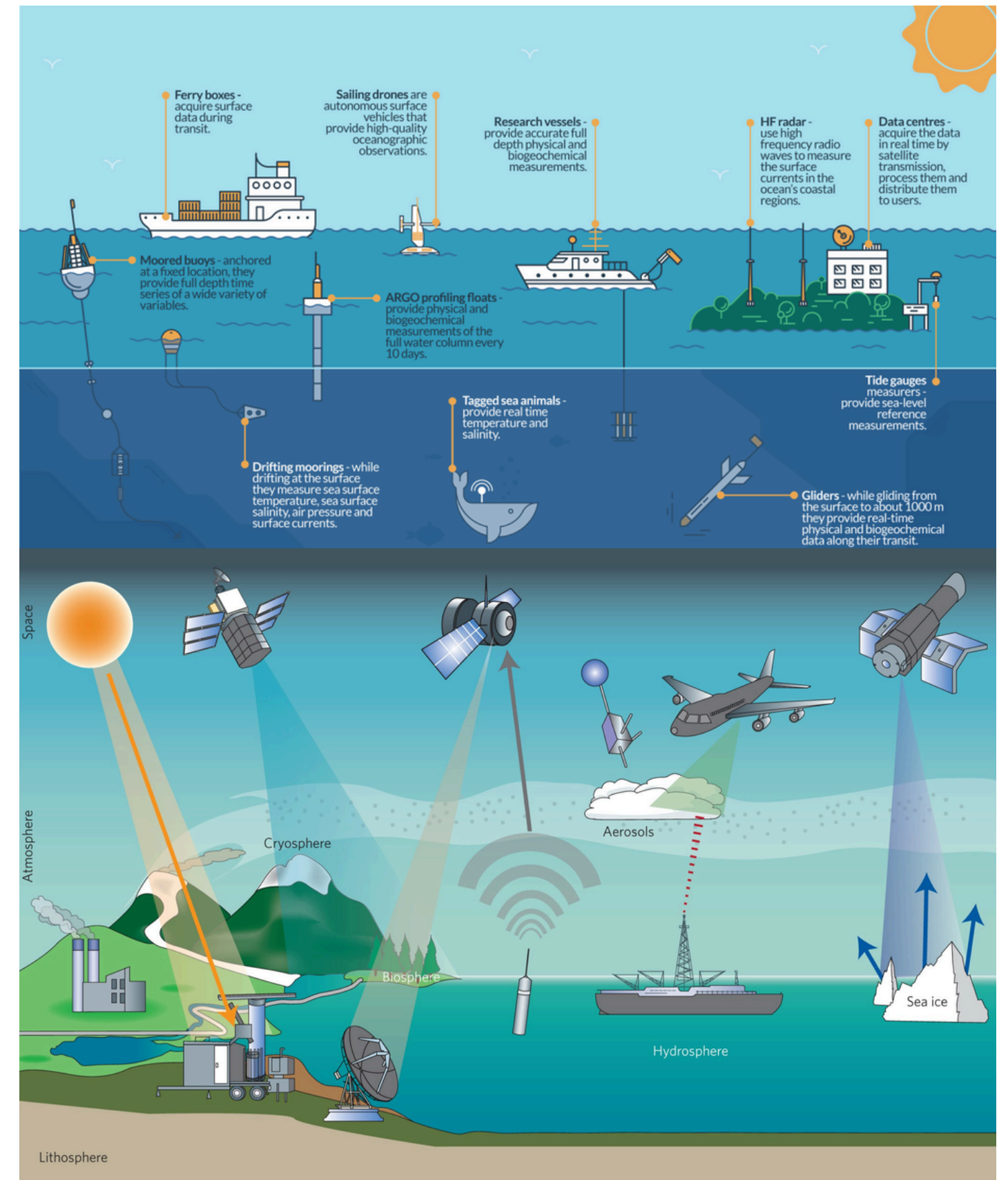
Topografia degli oceani



Sea Surface Height (colour contours) and geostrophic velocity (black arrows) over the Mozambique Basin on 17 June 2013. The black box highlights the location of the cyclonic eddy. (Lamont et al., 2018)

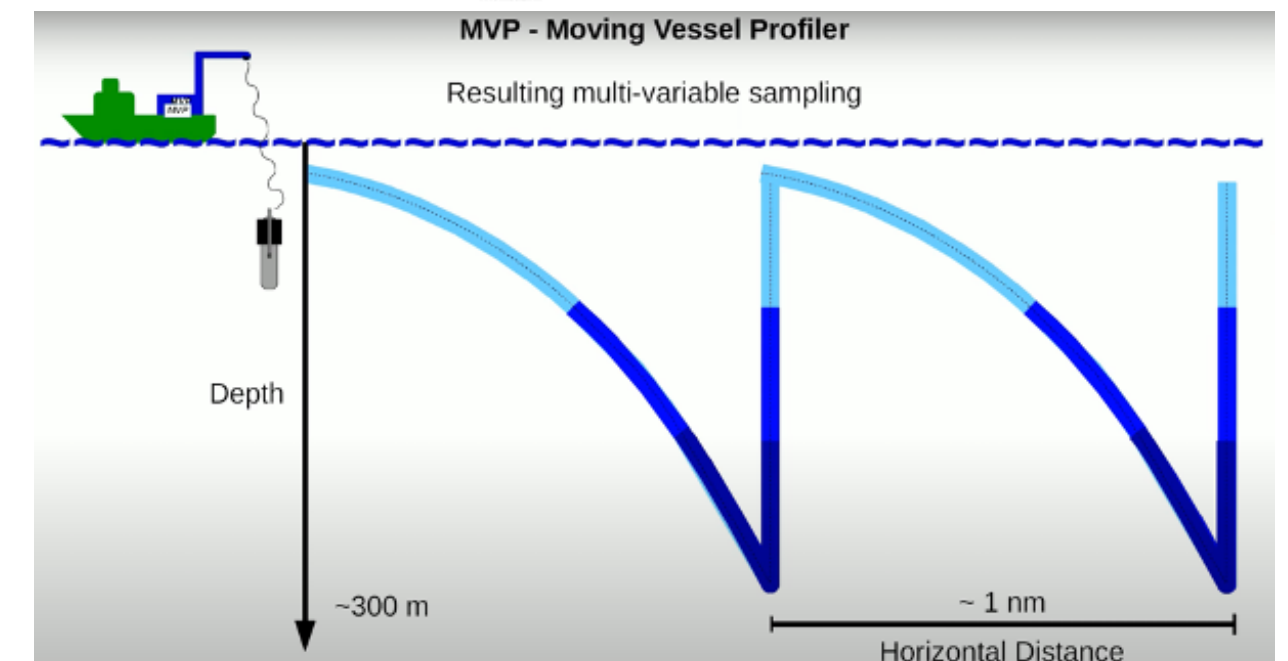
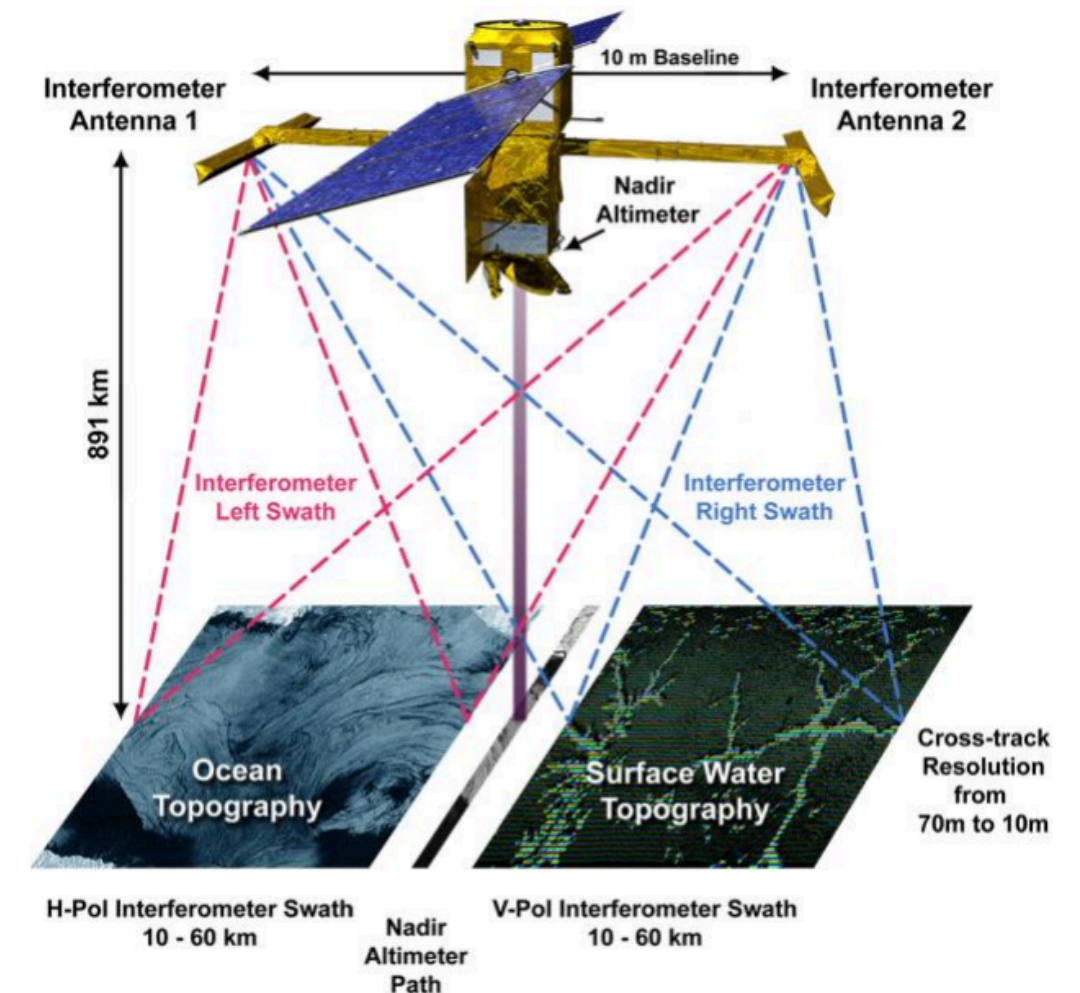
In situ vs Remote sensing

Caratteristica	In situ	Remote Sensing
Risoluzione Verticale	Elevata: profila dettagliatamente la colonna d'acqua	Limitata: misure principalmente superficiali
Risoluzione Orizzontale	Ridotta: dati puntuali o lungo transect	Ampia: copertura regionale o globale
Accuratezza	Molto alta: misurazioni dirette e calibrate	Buona ma dipendente da correzioni e validazione
Costi di operatività	Alti: campagne in mare e logistica complessa	Relativamente bassi: infrastruttura di analisi e gestione a terra

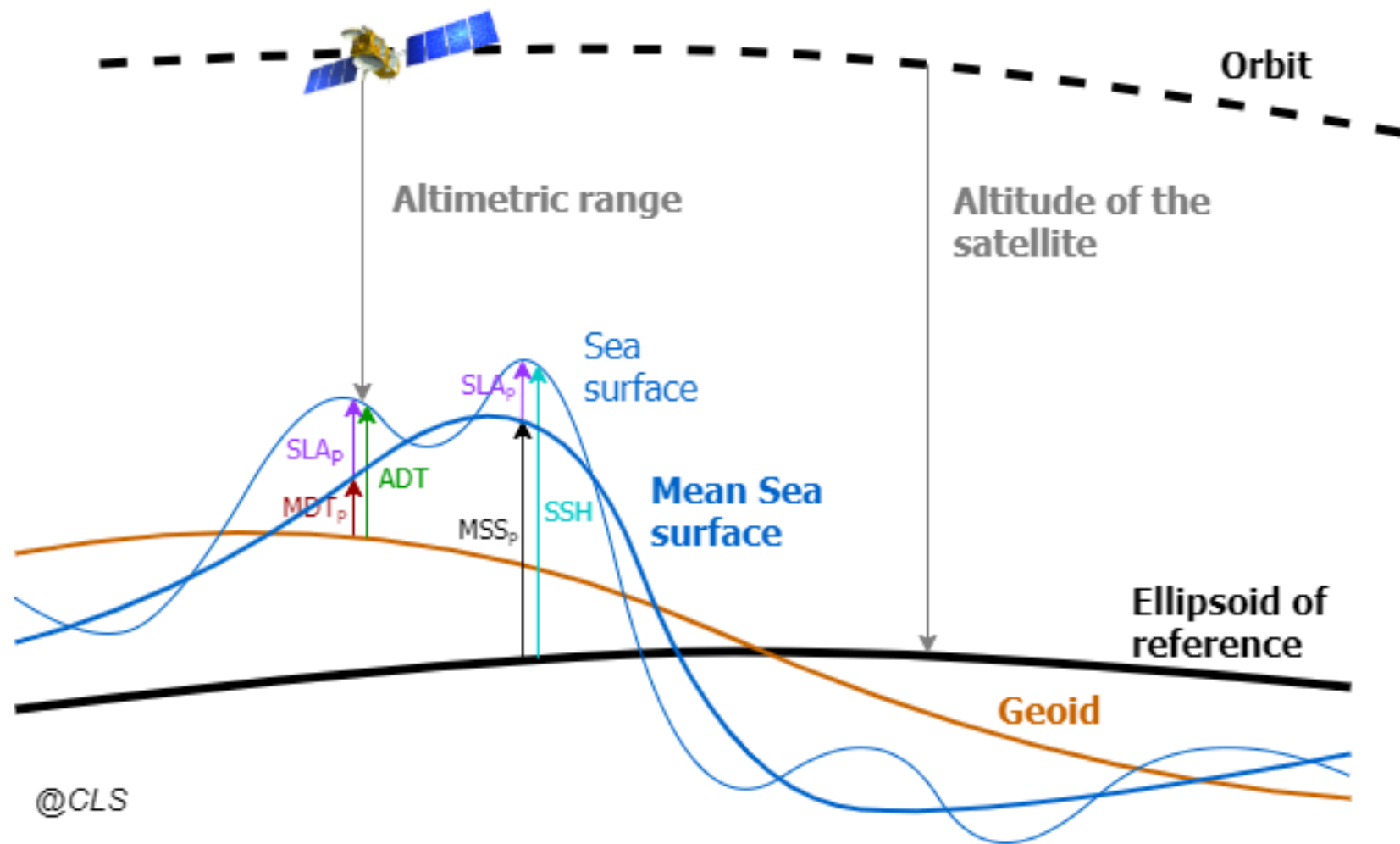


MVP vs SWOT

Caratteristica	MVP (BioSWOTMed)	SWOT (CNES/NASA)
Principio	Strumento in situ (Moving Vessel Profiler) che acquisisce profili verticali tramite CTD	Satellite altimetrico wide-swath che misura la Sea Surface Height tramite interferometria (KaRIn)
Deployment	Lanciato da una nave in movimento durante la campagna BioSWOTMed.	Operativo in orbita, copre quasi globalmente (78°S-78°N) con una revisita di circa 21 giorni
Risoluzione Verticale	Profilazione continua che copre la colonna d'acqua fino a circa 350 m di profondità	Misura esclusivamente parametri superficiali
Risoluzione Orizzontale	Ogni ciclo di profilazione completo viene effettuato lungo un tratto di circa 1 nm	Mappatura bidimensionale con swath di circa 100 km e risoluzione spaziale di 1-2 km
Limitazioni	Copertura spaziale limitata, dipendente dalla traiettoria della nave e influenzata dalle condizioni meteorologiche	Possibili errori nelle zone costiere (land contamination) e necessità di validazione con dati in situ per correggere aliasing e bias

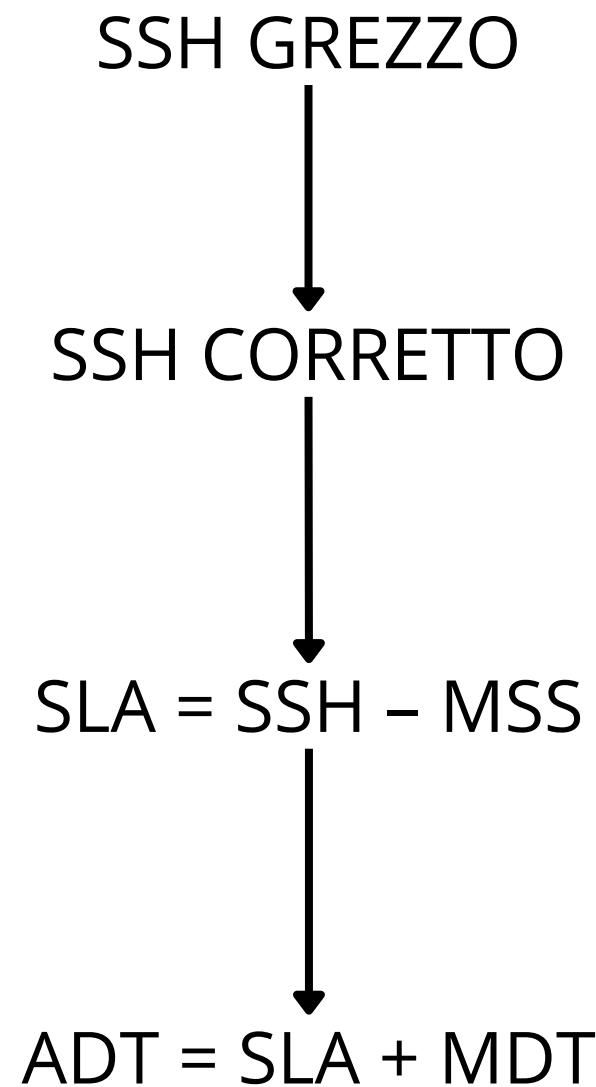


(i) Confrontare i Dati Altimetrici

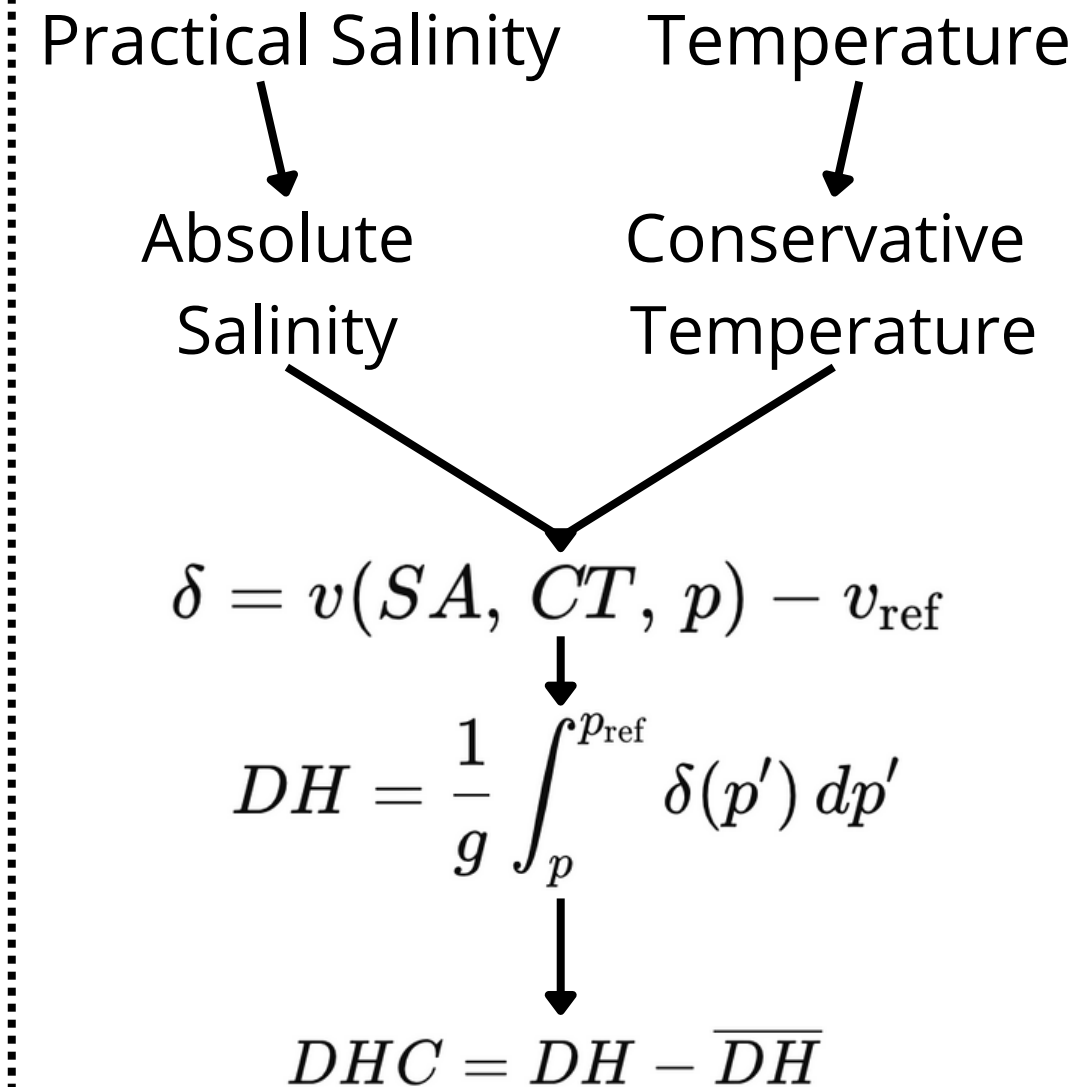


SSH: Sea Surface Height
SLA_p: Sea Level Anomaly compared to the mean situation over the period P
MSS_p: Mean Sea Surface representative of the period P
ADT: Absolute Dynamic Topography
MDT_p: Mean Dynamic Topography representative of the period P

SWOT



MVP



ADT vs DHC

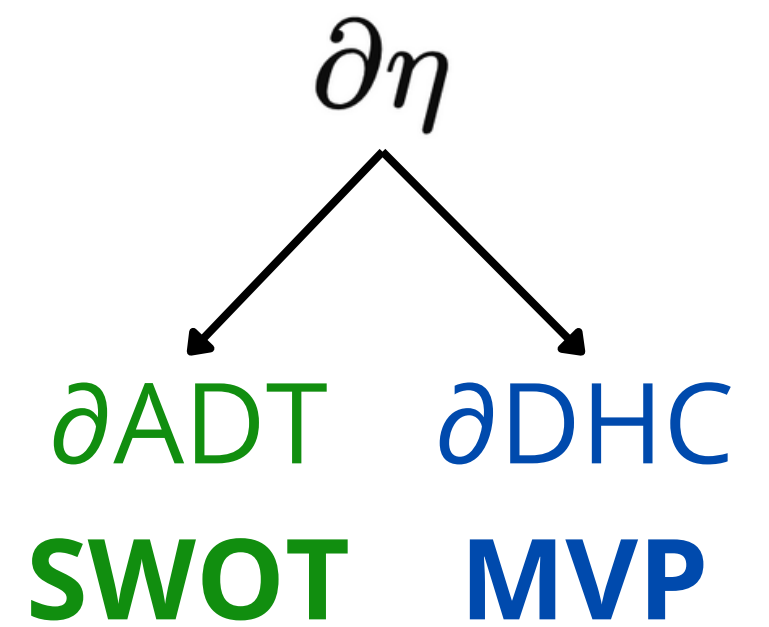
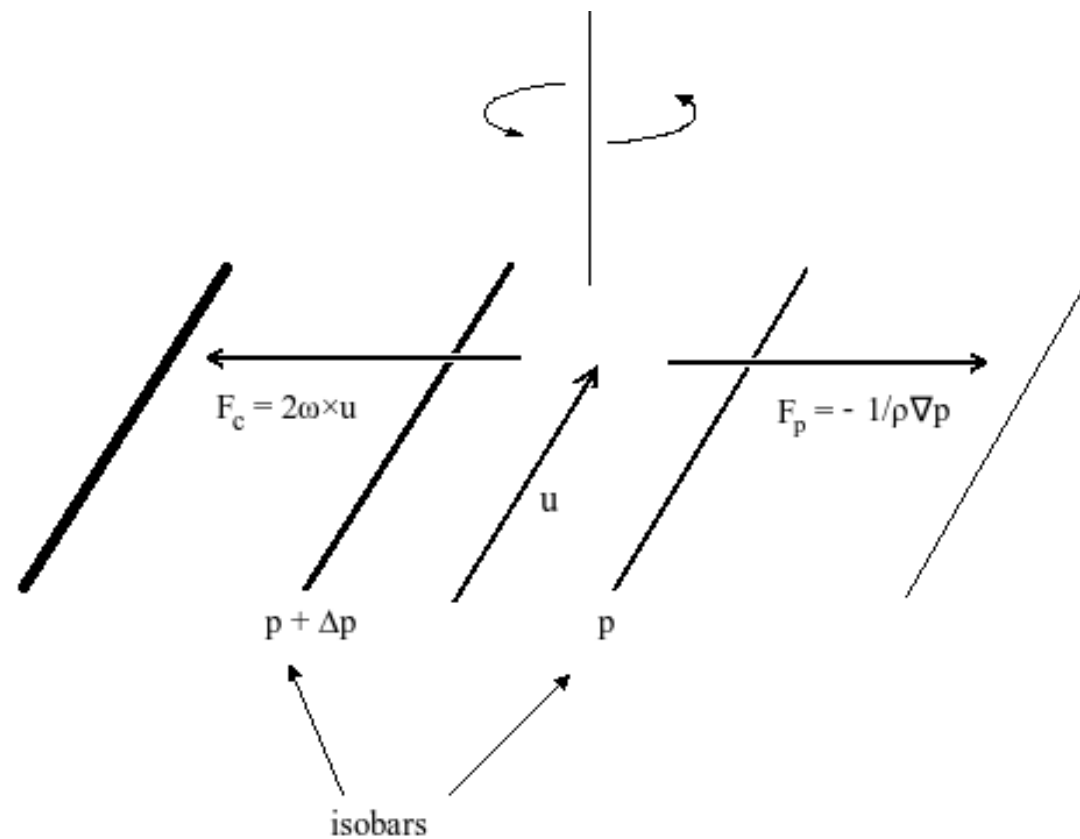
(ii) Confrontare le Velocità Geostrofiche

$$f\vec{k} \times \vec{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p \xrightarrow{\text{Traditional Process}} -fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \longrightarrow u = -\frac{1}{f\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \quad v = \frac{1}{f\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

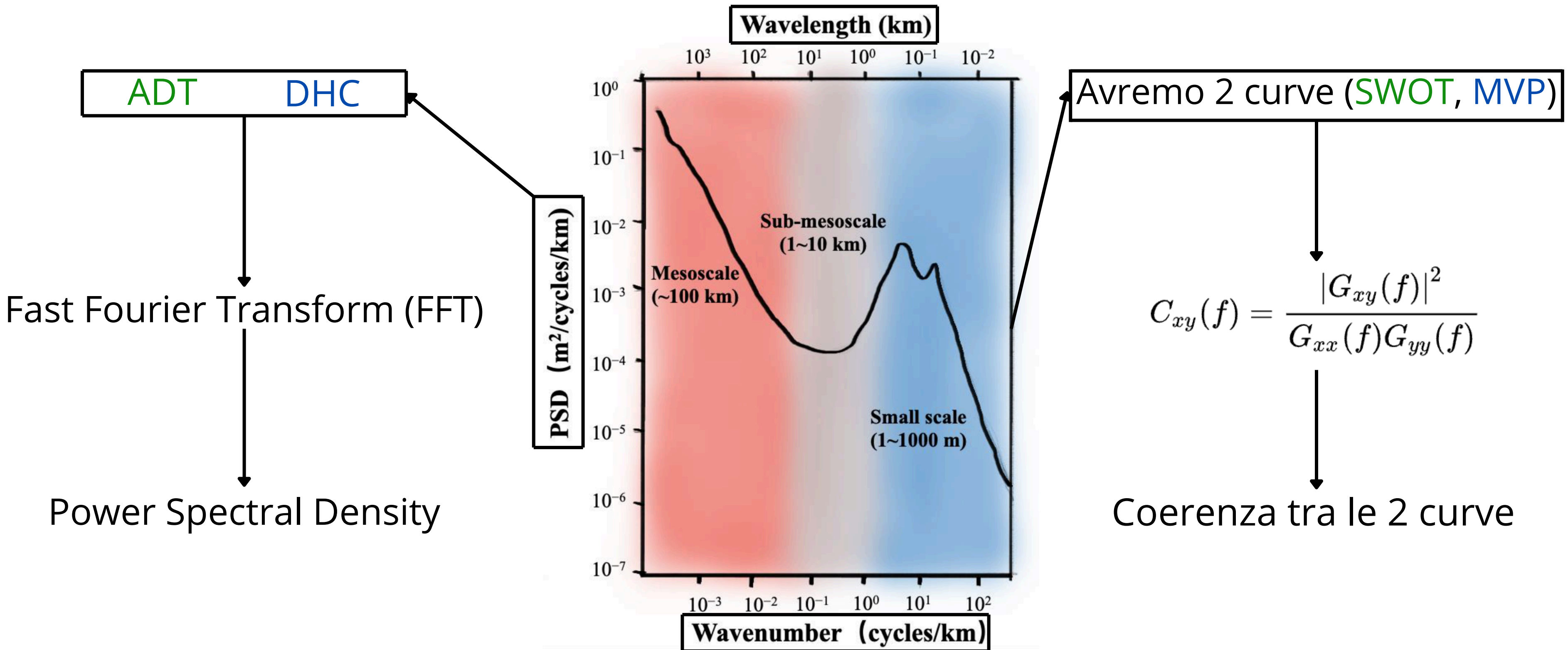
Process Utilized

$$\begin{cases} -fv = -\frac{1}{\rho} \left(\rho g \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) = -g \frac{\partial \eta}{\partial x}, \\ fu = -\frac{1}{\rho} \left(\rho g \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) = -g \frac{\partial \eta}{\partial y}. \end{cases} \longrightarrow u_g = -\frac{g}{f} \frac{\partial \eta}{\partial y}, \quad v_g = \frac{g}{f} \frac{\partial \eta}{\partial x}$$

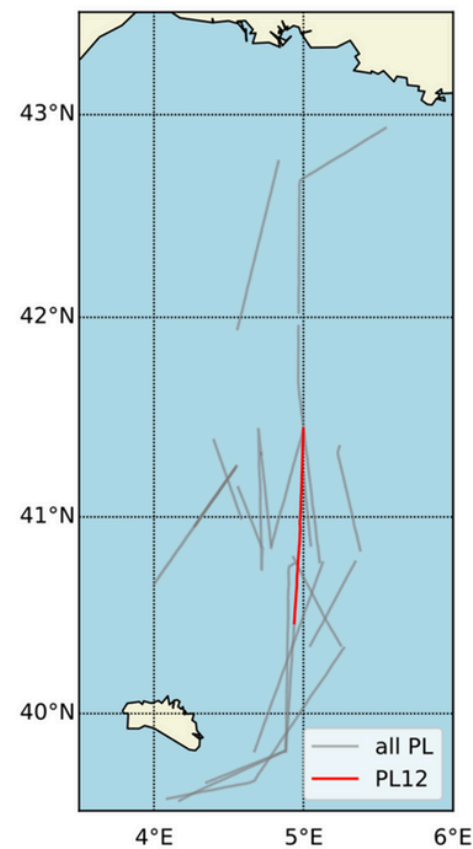
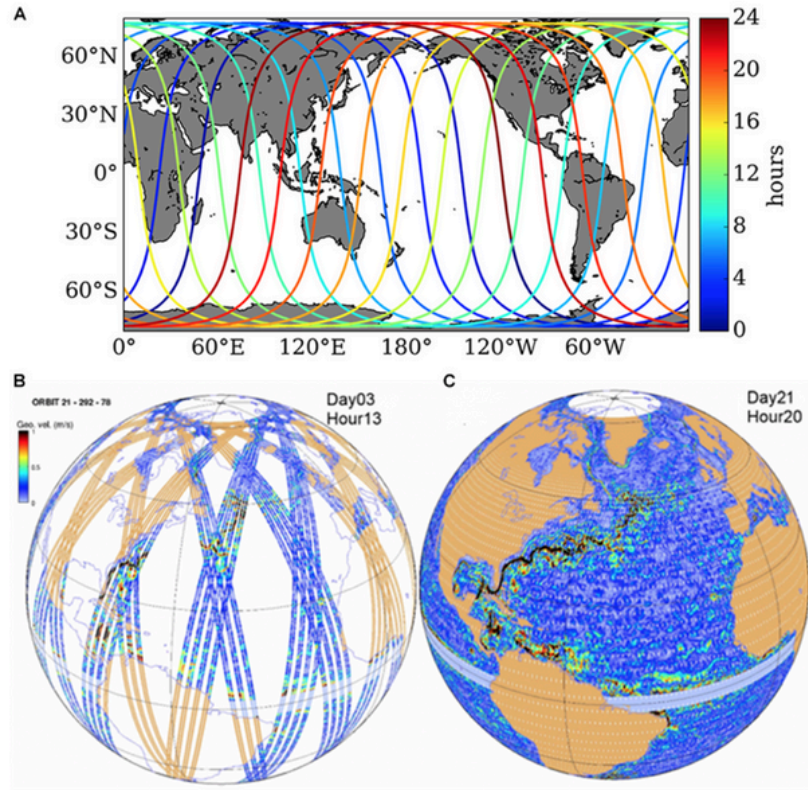
$$p(z) \approx p_0 + \rho g \eta + p_0(z)$$



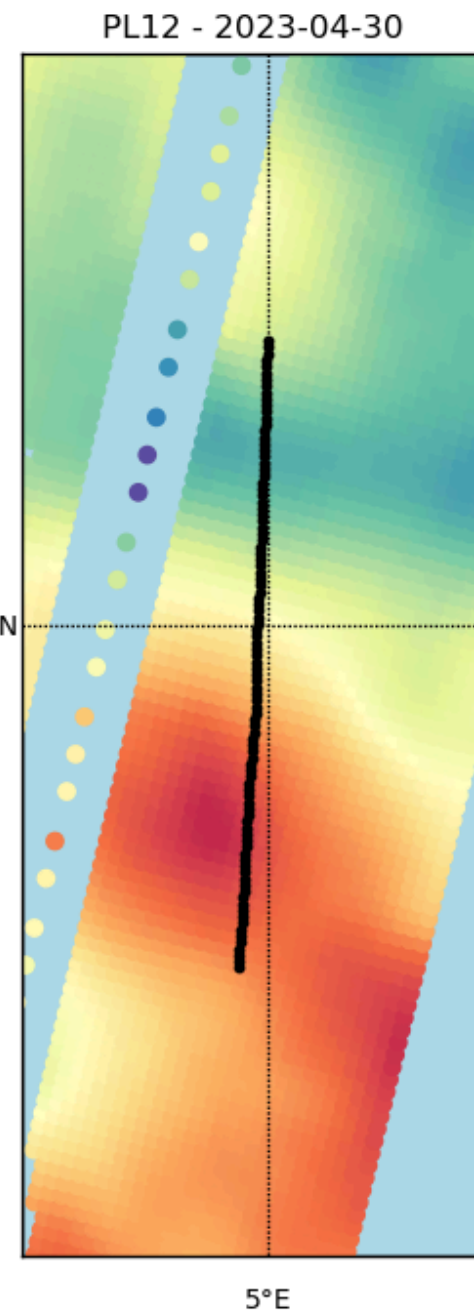
(iii) Confrontare gli spettri e il decadimento energetico del segnale a diverse scale spaziali



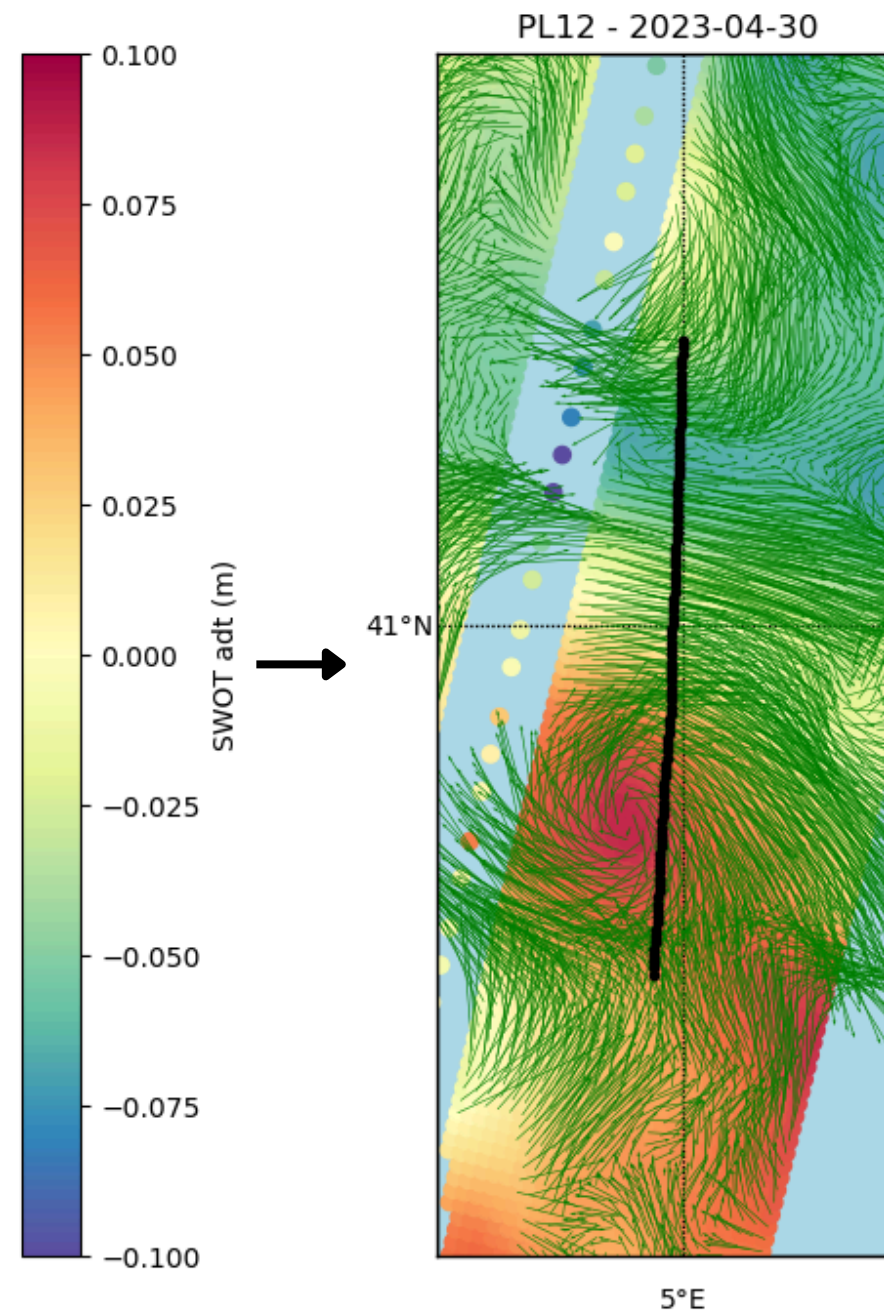
Interpolazione Spazio-Temporale e Filtraggio dei Campi di Vettori



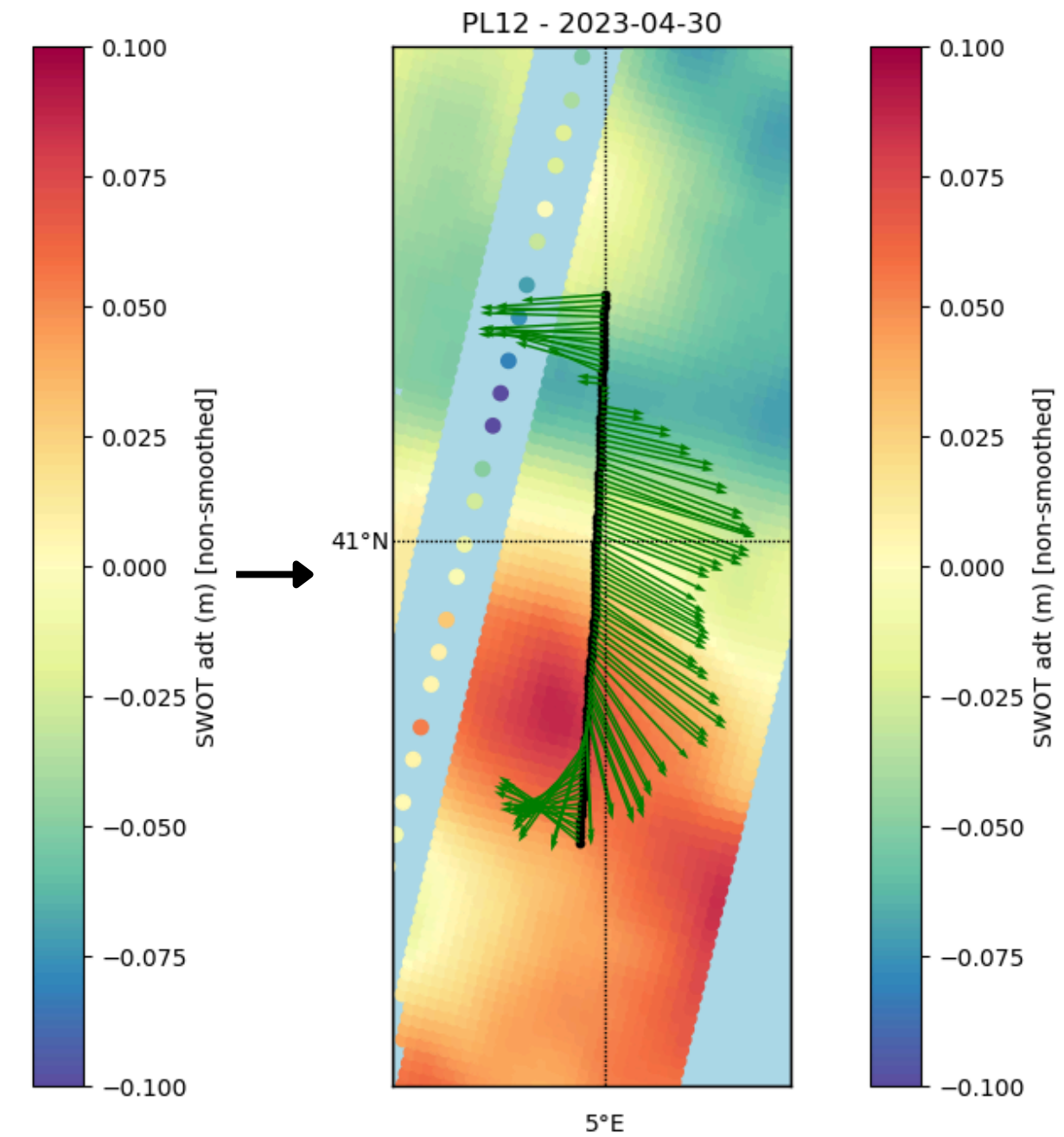
1° Fase



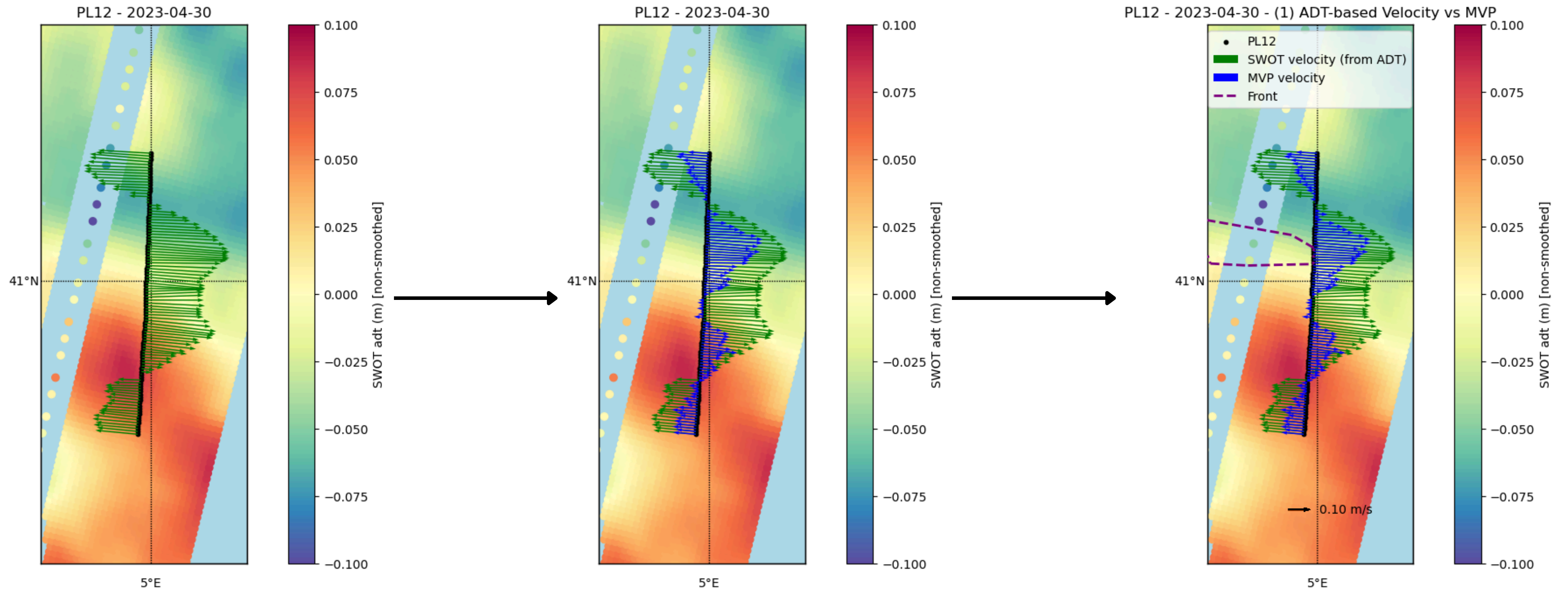
2° Fase



3° Fase



Vettori Definitivi e Delineazione del Fronte



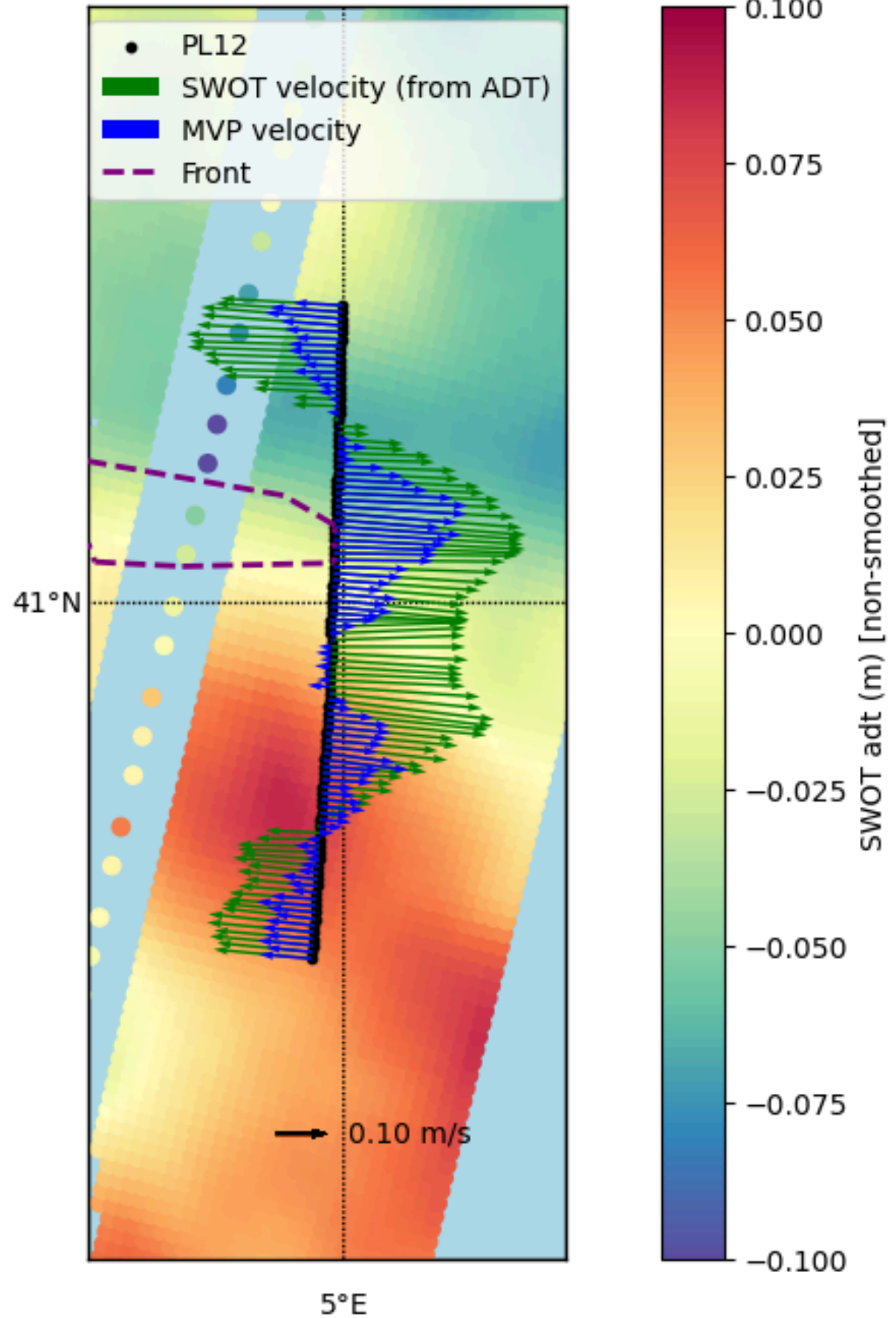
4° Fase

5° Fase

Ultima Fase

Analisi possibili da un singolo transetto

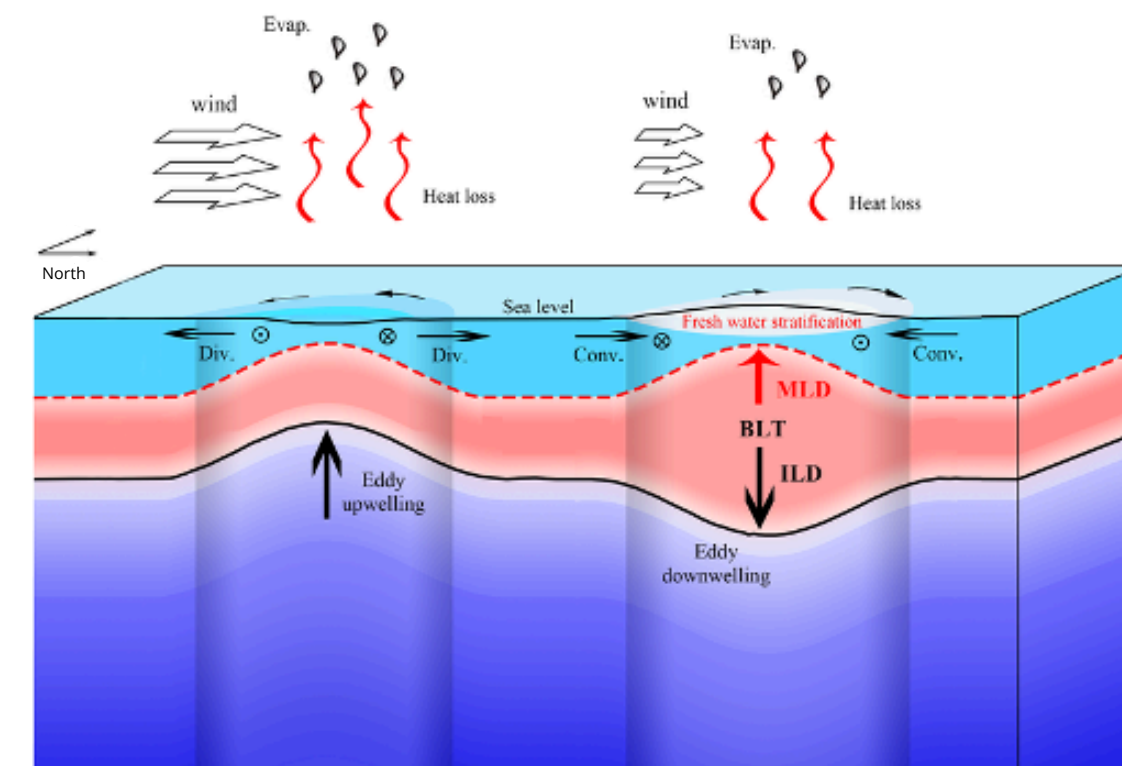
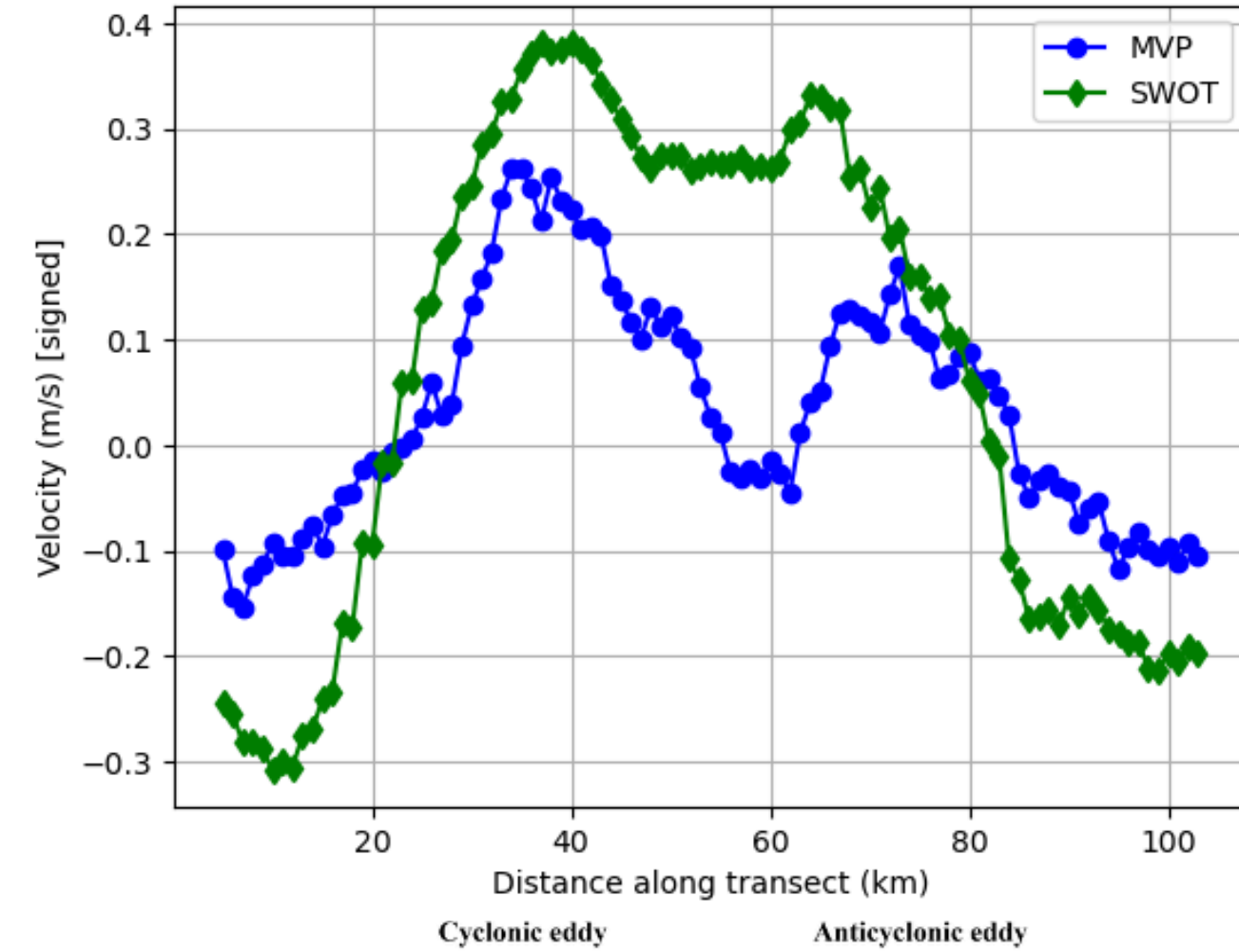
PL12 - 2023-04-30 - (1) ADT-based Velocity vs MVP



Analisi
Quantitativa

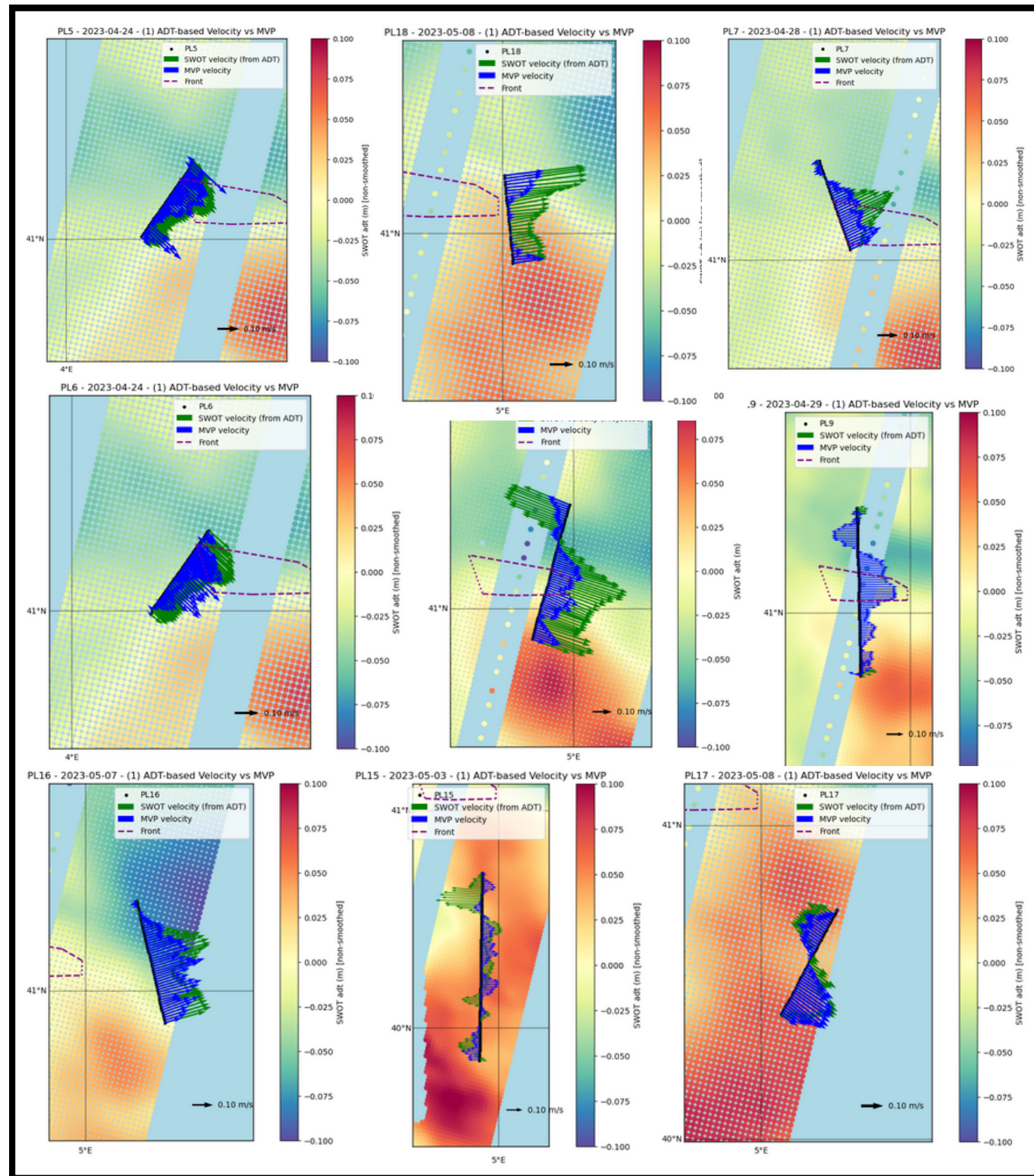
Analisi
Oceanografica
Locale

PL12 - Signed Velocity Comparison



(He e Zhan, 2020)

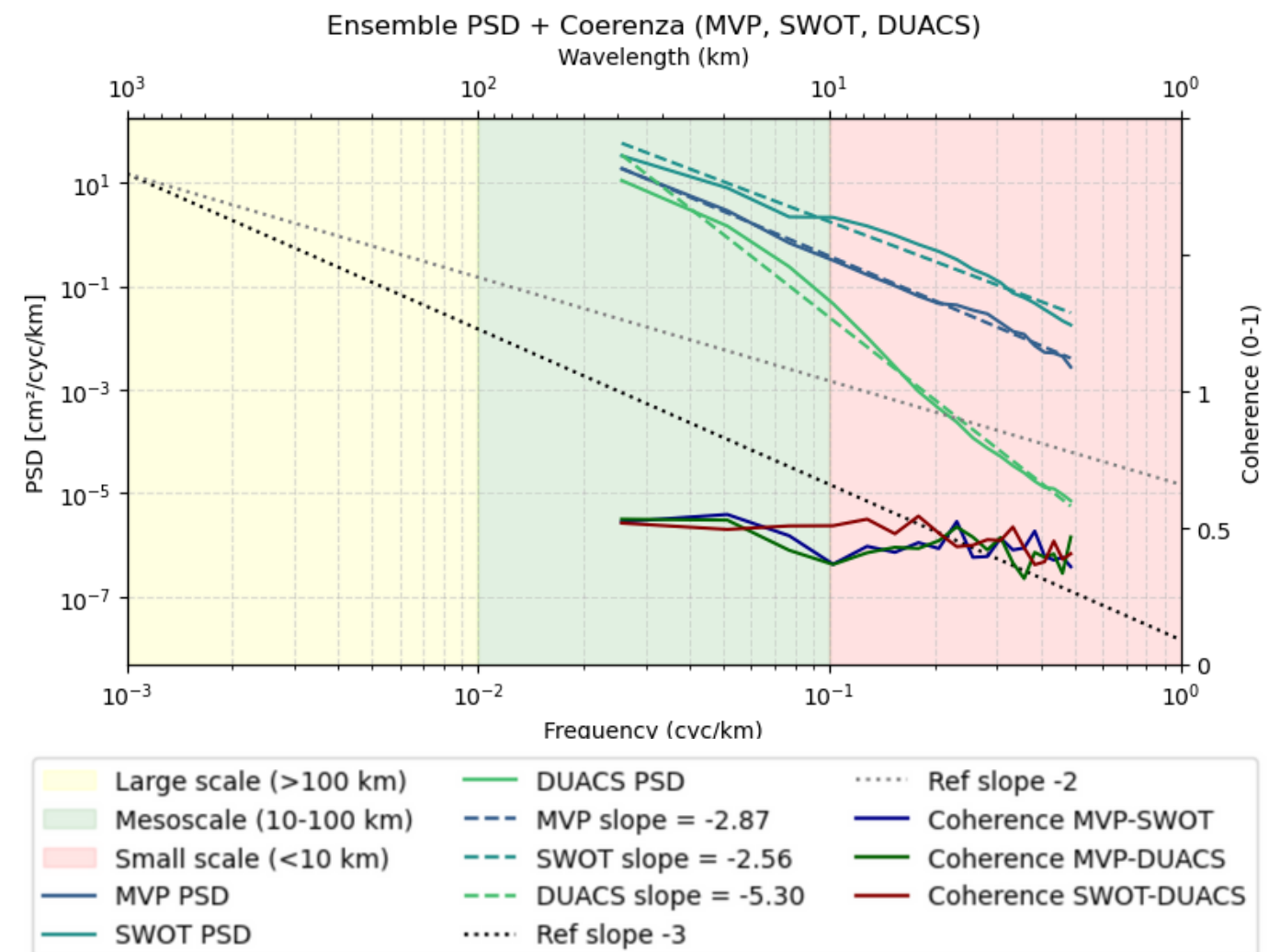
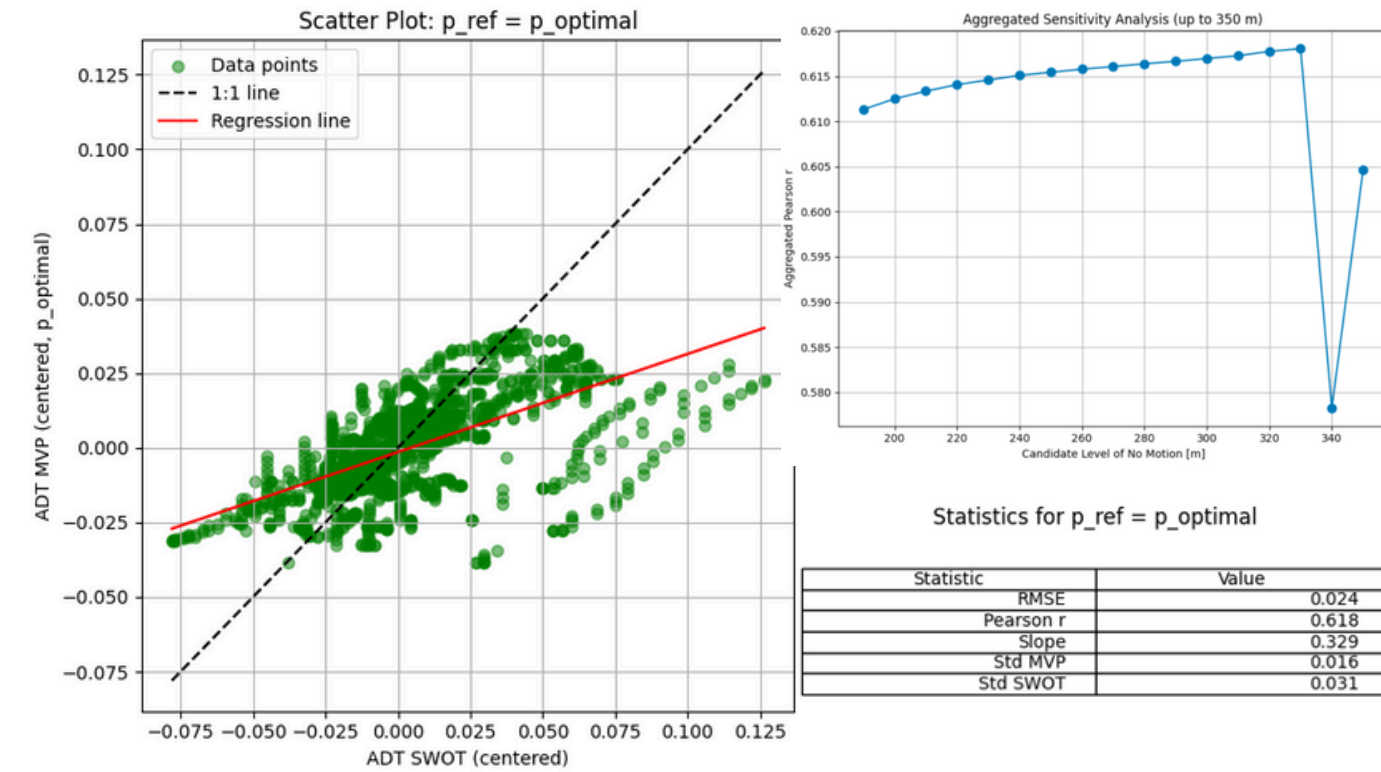
Analisi possibili dall'aggregazione di 20 transetti



Analisi Statistica

Analisi Oceanografica Regionale

Analisi Spettrale



Discussione finale

(1) Errori nella determinazione orbitale:

Correzioni avanzate e modelli precisi riducono al minimo il loro impatto.

(2) Rumore ed errori strumentali:

Tecniche di filtraggio e mediazione eliminano il contributo del rumore, rendendolo trascurabile.

(3) Interpolazione spaziale:

Le metodologie adottate garantiscono una ricostruzione accurata della griglia, senza introdurre bias sistematici.

(4) Interpolazione spazio-temporale MDT:

È l'unico fattore residuo che potrebbe non essere stato gestito correttamente. In particolare, una sovrastima della MDT porterebbe a un'esagerazione dei gradienti calcolati, spiegando il sistematico scostamento positivo (stdved maggiore) osservato in SWOT.



$$\text{SSH GREZZO} \longrightarrow \text{SSH CORRETTO} \longrightarrow \text{SLA} = \text{SSH} - \text{MSS} \longrightarrow \text{ADT} = \text{SLA} + \text{MDT}$$