

Copertina

Corso di Fisica dell'Atmosfera

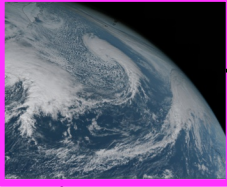



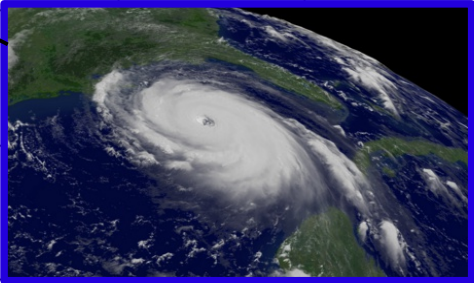


Dinamica dell'Atmosfera

Giaiotti Dario & Stel Fulvio

Sommario della lezione

- Le scale spaziali e temporali tipiche dei moti atmosferici
- Equazione di conservazione della quantità di moto (equazione del momento)
- Equazione di conservazione della massa (equazione di continuità)
- Il sistema di coordinate rotanti solidali il volume d'aria che si muove sulla Terra
- Il sistema di coordinate naturali
- Modelli semplici nel sistema di coordinate naturali
- Bibliografia di riferimento e per approfondimenti.

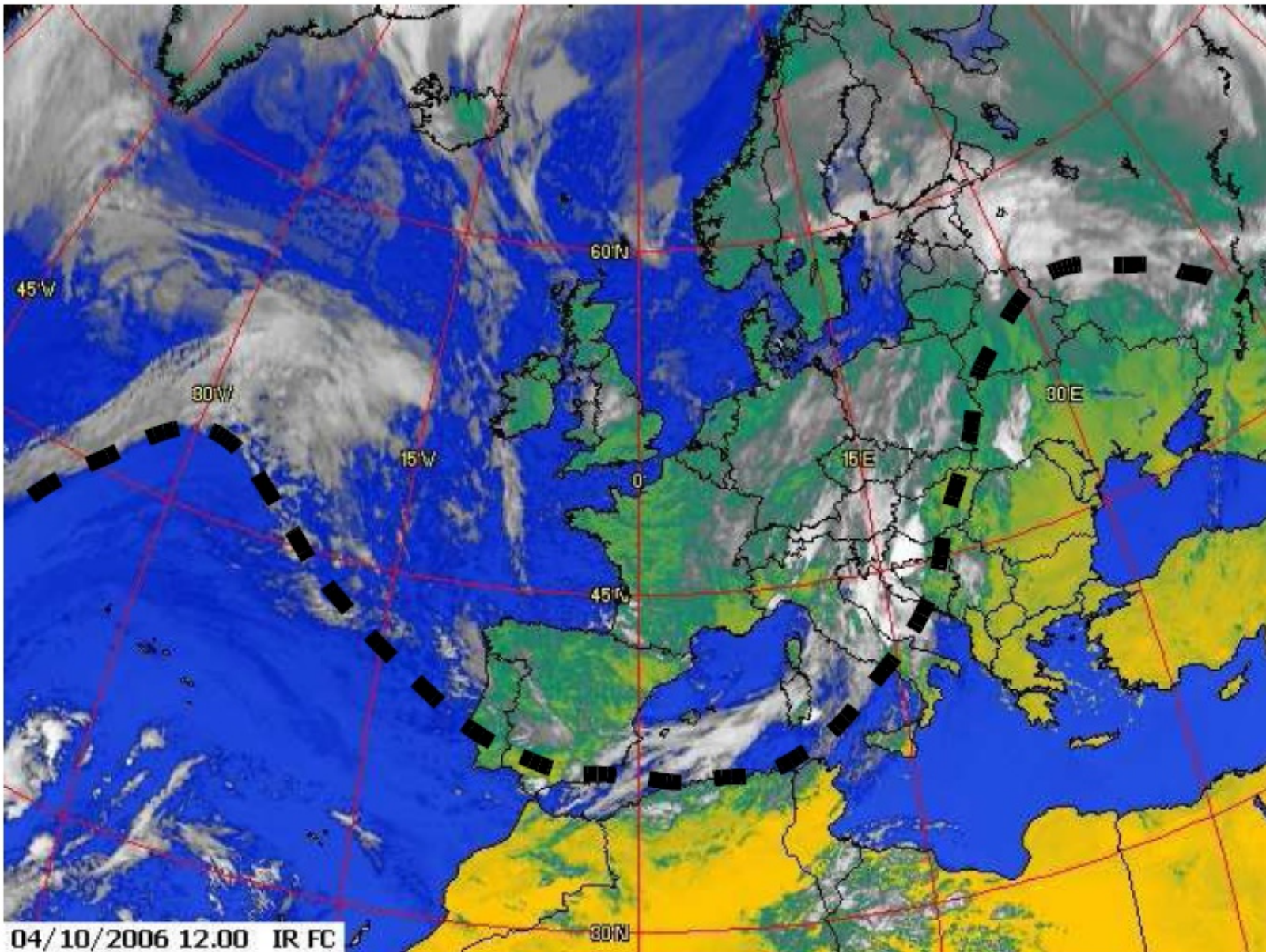
La classificazione delle scale proposta da Orlanski I. (1975)?

scale		minuti	ore	giorni	settimane	mesi	anni	km	
Macro	α					onde planetarie	riscaldamento globale, EL Nino/La Nina	>10000	Coriolis + ∇p
	β					cicloni extra-tropicali, onde barocline		2000	
Meso	α			frontogenesi	cicloni tropicali, fronti			200	Convezione
	β			Linee di gruppo, supercelle, temporali				20	
	γ		downburst, grandinate					2	
Micro	α		convezione profonda, tornadoes,					0,2	Avvezione e turbolenza
	β	dust devils, strato limite						0,02	
	γ	turbolenza						< 0,02	

La scala planetaria

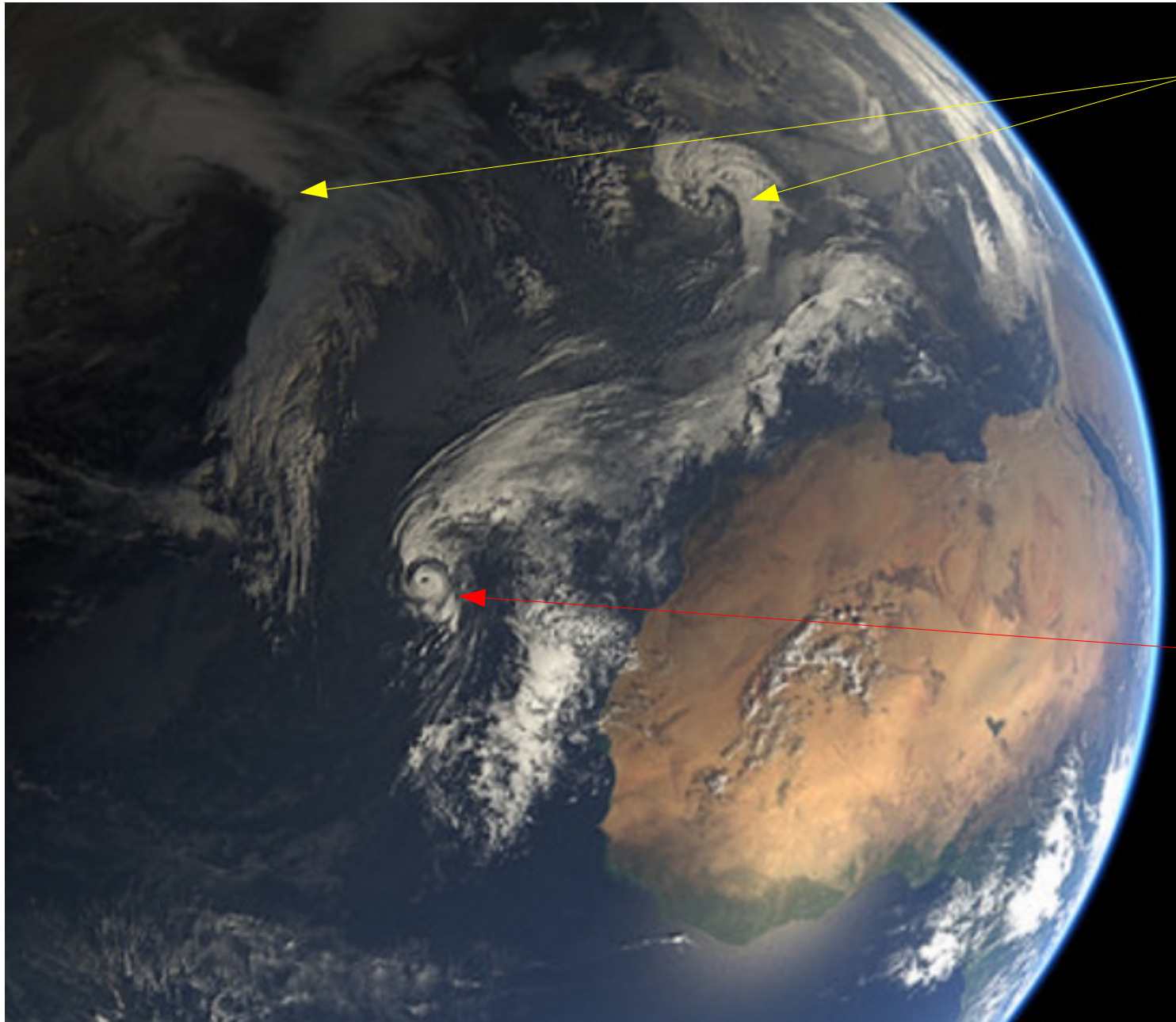


Esempi di moti alla scala planetaria



Onde di
Rossby

Esempi di moti alla scala sinottica



Ciclone
extratropicale

Ciclone tropicale

Esempi di moti alla mesoscala



Celle convettive

Updraft



Tornado

Esempi di moti alla microscala

Turbolenza



Avvezione

Equazione di conservazione del quantità di moto (equazione del momento)

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \mathbf{g} + \nu \Delta \mathbf{v}$$

Accelerazione
volume d'aria
elementare

Accelerazione
di Coriolis

Accelerazione
dovuta al
gradiente di
pressione

Accelerazione
di gravità e
centrifuga

Accelerazione
di dissipazione

Equazione di conservazione della massa (equazione di continuità)

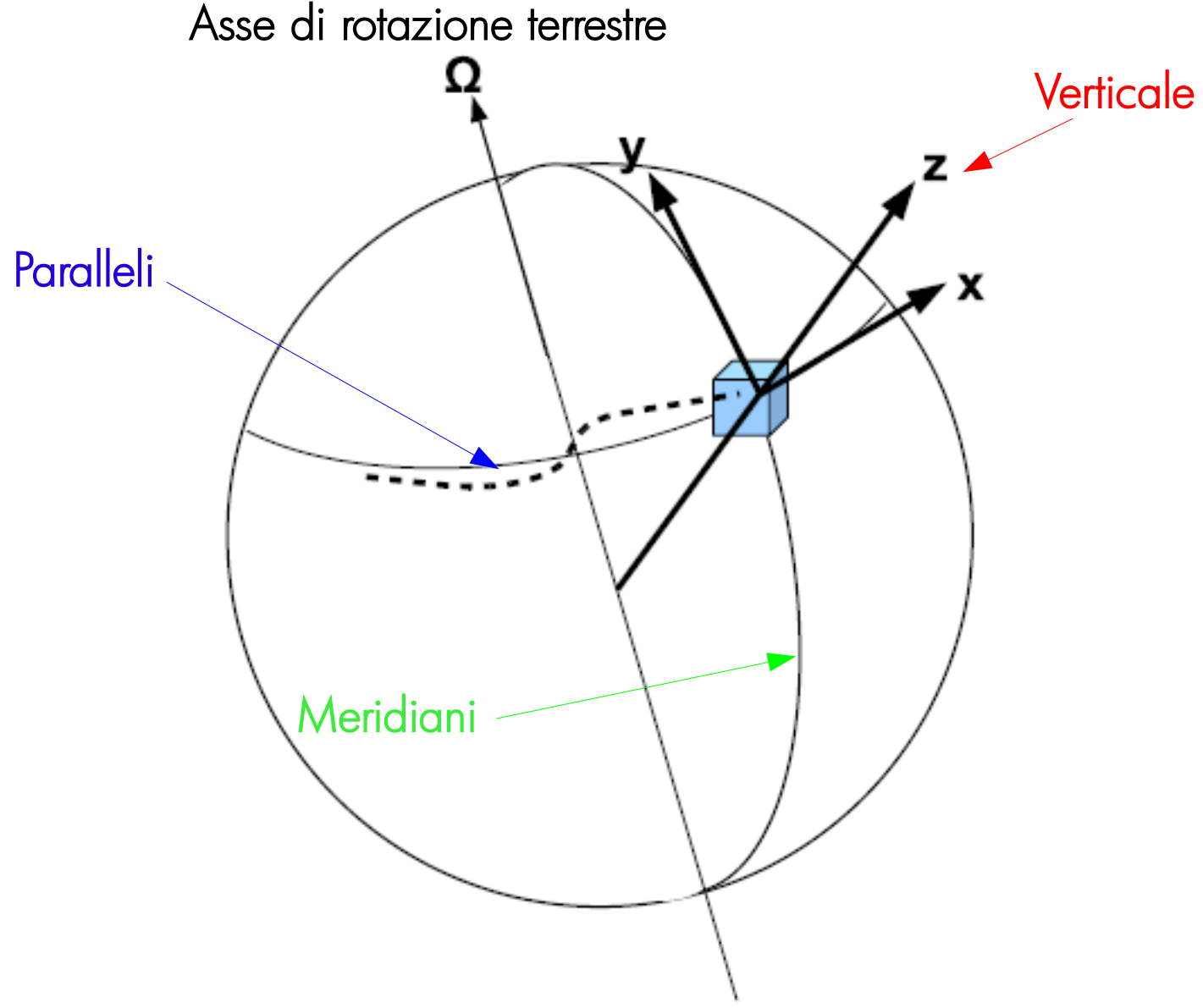
$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \nabla \cdot \mathbf{v} = 0$$

Variazione di densità
del volume
elementare di aria

Flusso di massa
attraverso il volume
elementare di aria

[variazione del
volume]

Sistema di coordinate solidali con con il volume d'aria che si muove sulla Terra



L'equazione di conservazione del quantità di moto in coordinate solidali con la Terra

Termini di curvatura

Coriolis

Gradiente
di pressione

Dissipazione

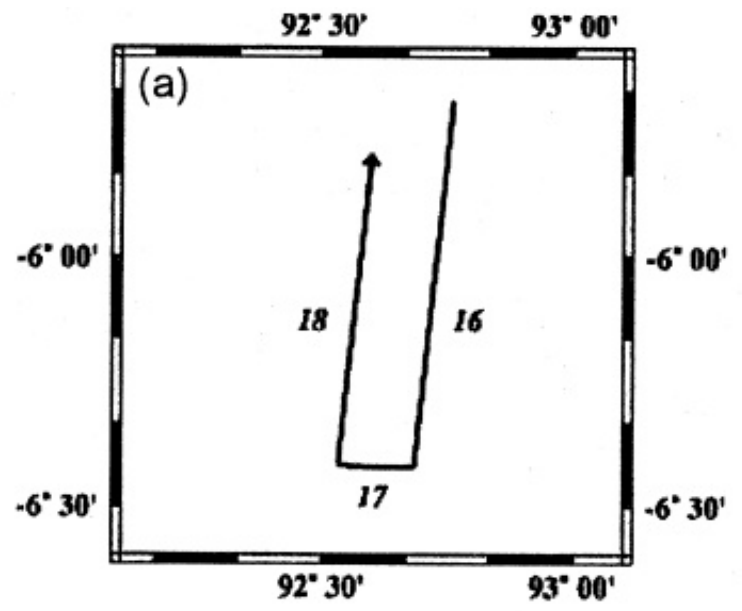
$$\frac{du}{dt} - \frac{uv \tan(\phi)}{R} + \frac{uw}{R} = 2\Omega v \sin(\phi) - 2\Omega w \cos(\phi) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + (\nu \Delta \mathbf{v})_x$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{u^2 \tan(\phi)}{R} + \frac{vw}{R} = -2\Omega u \sin(\phi) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + (\nu \Delta \mathbf{v})_y$$

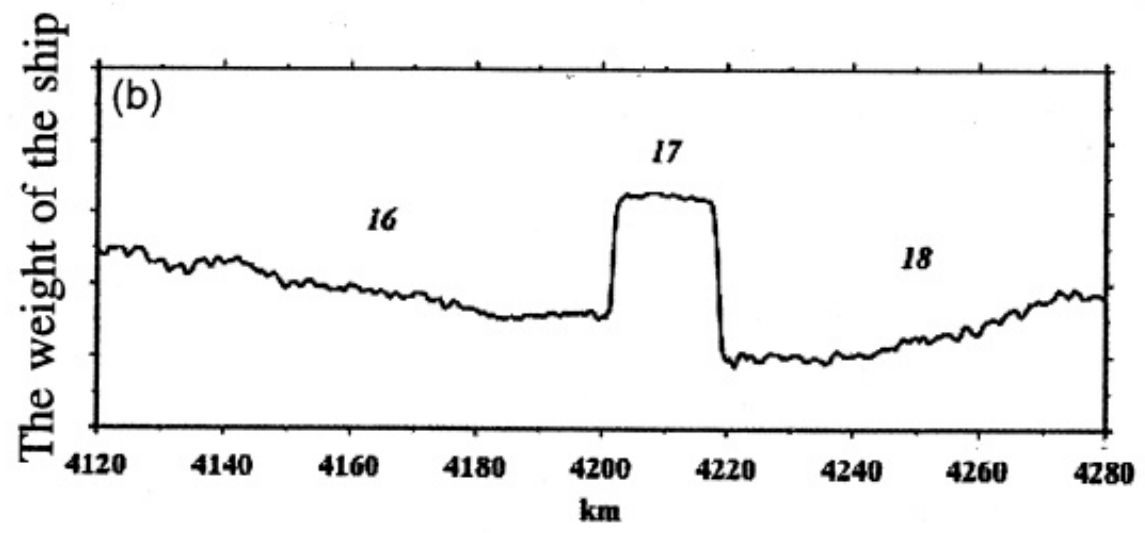
$$\frac{dw}{dt} - \frac{u^2 + v^2}{R} = 2\Omega u \cos(\phi) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g + (\nu \Delta \mathbf{v})_z$$

Eseguire l'analisi degli ordini di grandezza di ciascun contributo

L'accelerazione di Coriolis agisce anche lungo la verticale

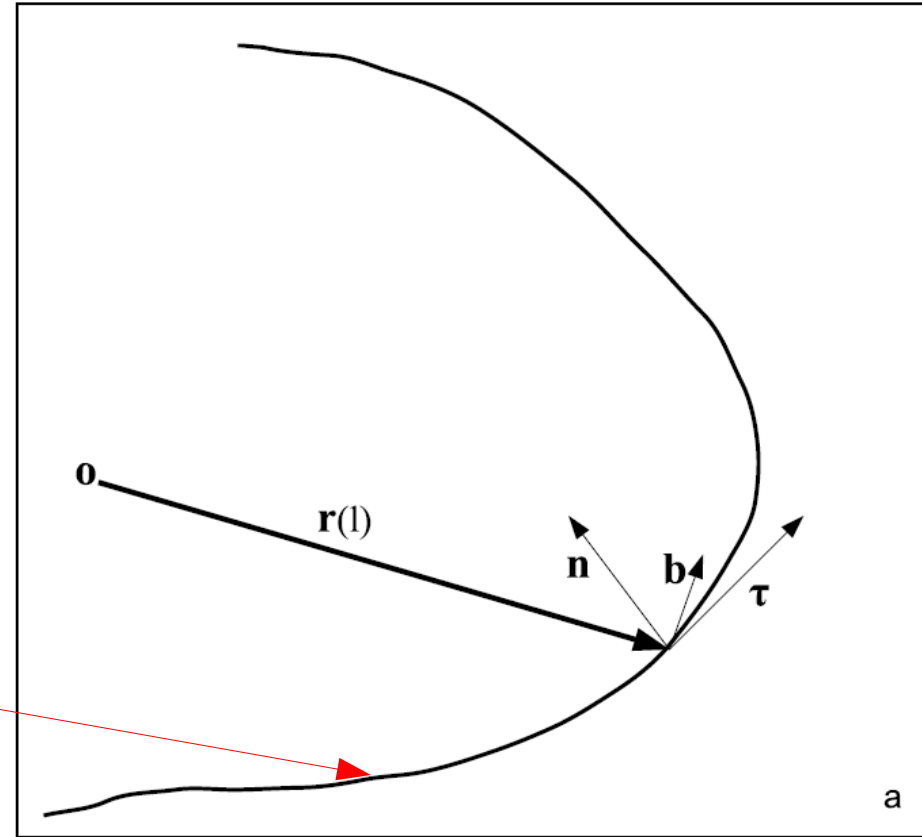
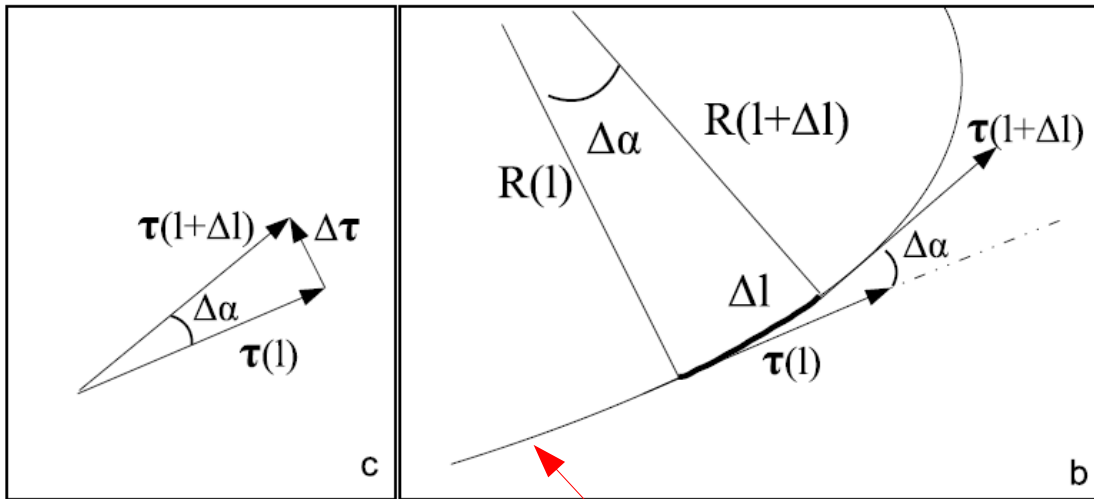


Rotta della nave

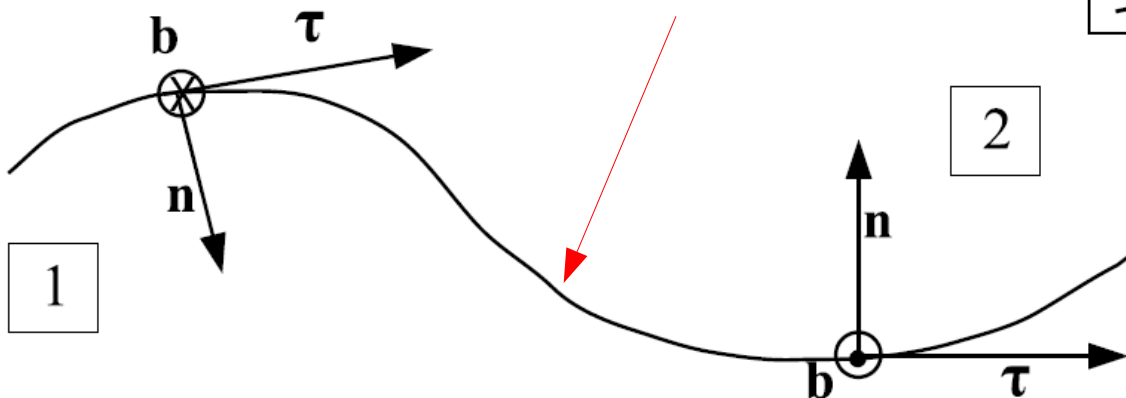


Misura gravimetrica
a bordo della nave

Il sistema di coordinate naturali



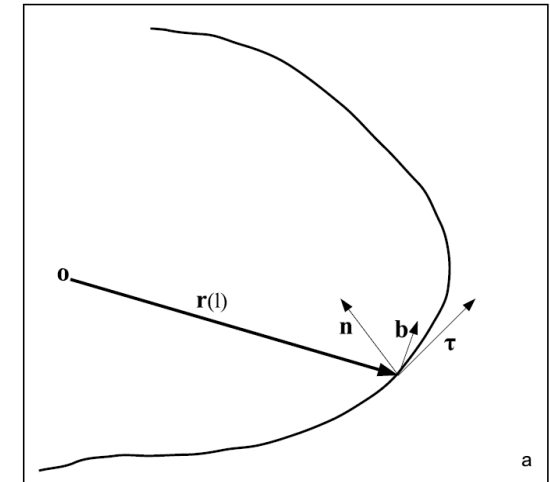
Traiettoria del volume elementare



Equazioni del momento in coordinate naturali

$$\mathbf{v} = v\boldsymbol{\tau}$$

$$\dot{\mathbf{v}} = \frac{dv}{dt}\boldsymbol{\tau} + \frac{v^2}{R}\mathbf{n} \quad R \neq 0$$



$$\nabla p = \frac{\partial p}{\partial l}\boldsymbol{\tau} + \frac{\partial p}{\partial n}\mathbf{n} + \frac{\partial p}{\partial z}\mathbf{b}$$

$$-2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{v} = -a_n\mathbf{n} - a_b\mathbf{b}$$

$$f := 2\boldsymbol{\Omega} \sin \phi$$

$$-2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{v} = -2 \begin{bmatrix} \boldsymbol{\tau} & \mathbf{n} & \mathbf{b} \\ \Omega_{\boldsymbol{\tau}} & \Omega_n & \Omega \sin \phi \\ v & 0 & 0 \end{bmatrix} = -2v\Omega \sin \phi \mathbf{n} + 2\Omega_n v \mathbf{b}$$

Equazioni del momento in coordinate naturali (cont'd)

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial l} \quad \text{equation for } \tau$$

$$\frac{v^2}{R} = v^2 k = -fv - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n} \quad \text{equation for } n$$

$$0 = 2\Omega_n v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g \quad \text{equation for } b$$

Bibliografia

- [1] An introduction to dynamic meteorology, 2004, Holton J. R., Amsterdam Elsevier Academic Press, – disponibile in Biblioteca Tecnico Scientifica (BS/04./M/0010). [pagine 5- 21, 26 – 38, 56-71]
- [2] Dynamics of the atmosphere, 1995, Dutton J. A., New York Dover publication inc., 617 pp, - disponibile in Biblioteca Tecnico Scientifica (BS/04./M/0022). [pagine 220-243, 289-293, 304-306]
- [3] Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics – Fundamentals and Large-Scale Circulation, 2015, Geoffrey K. Vallis, Cambridge University Press 745 pp. - disponibile in Biblioteca Tecnico Scientifica (BS/04/L/0034). [per approfondimenti]
- [4] An Introduction to Fluid Dynamics, 1967, Batchelor -G.K., Cambridge University Press, 615 pp, - disponibile in Biblioteca Tecnico Scientifica (BS/02/B/0006). [pagine: 1-6].
- [5] A rational subdivision of scales for atmospheric processes, 1975, I. Orlanski, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol 56 n.5 pp 527-530
- [6] Atmospheric convection : research and operational forecasting aspects, 2007, D. B. Giaiotti et al., Wien Springer, 226 pp disponibile in Biblioteca Tecnico Scientifica (BS/04/M/0015) [pagine: 157-159].