



Fisica



dal latino *Physica* che a sua volta deriva dal greco $\phi\acute{\upsilon}\sigma\iota\varsigma$ [*physis*],

Ovvero "natura"

Per eccellenza è la scienza che si occupa dello dei
fenomeni naturali

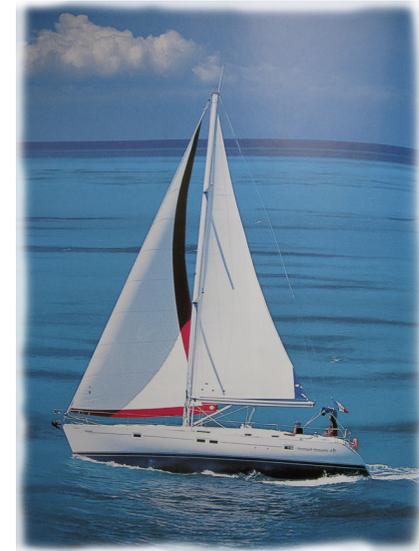


La Fisica in barca

Prof. Andrea Mura

Dipartimento di Fisica

Università di Cagliari





Grandezze Fisiche



Velocità



Forza

La Fisica stabilisce leggi che legano tra loro le grandezze fisiche

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Il Legge di Newton

Attraverso esse si può capire e prevede il comportamento
sistemi fisici

(come le barche ad esempio)



Molte grandezze fisiche dipendono dalla loro intensità, direzione e verso:

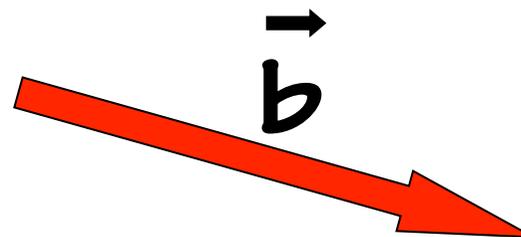
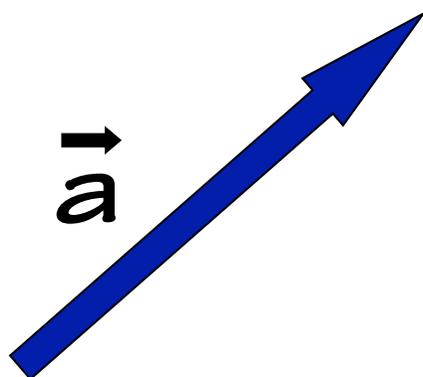
- Spostamento
- Velocità
- Forza
- Pressione

Altre solo dal numero che ne esprime l'intensità(modulo):

- Energia
- Temperatura
- Volume

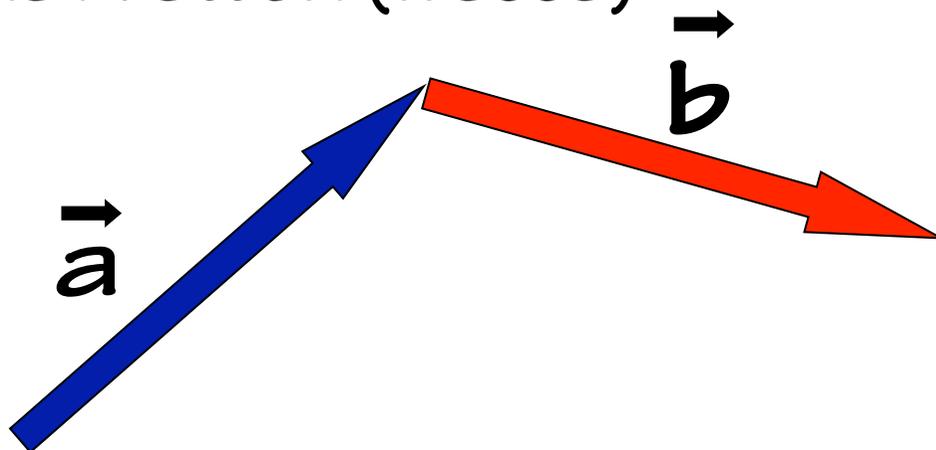


Le grandezze fisiche che dipendono dalla intensità, direzione e verso si comportano come i Vettori (frecce)



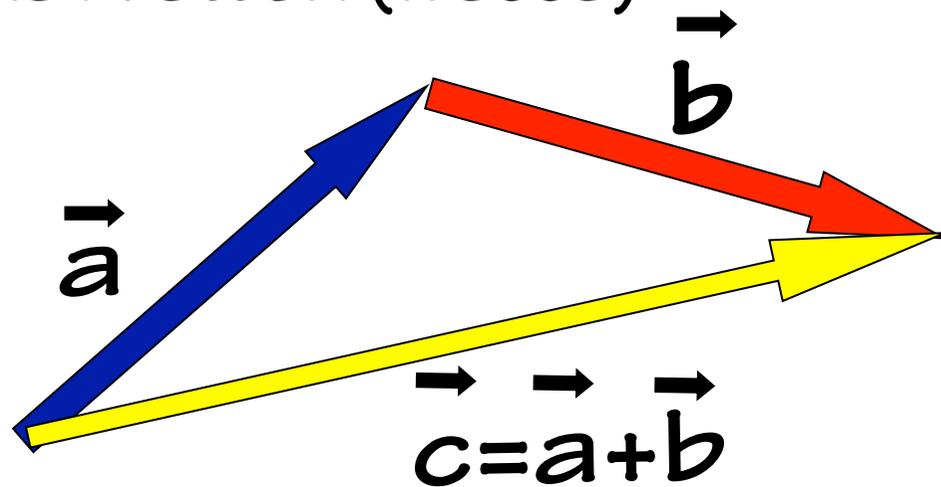


Le grandezze fisiche che dipendono dalla intensità, direzione e verso si comportano come i Vettori (freccie)





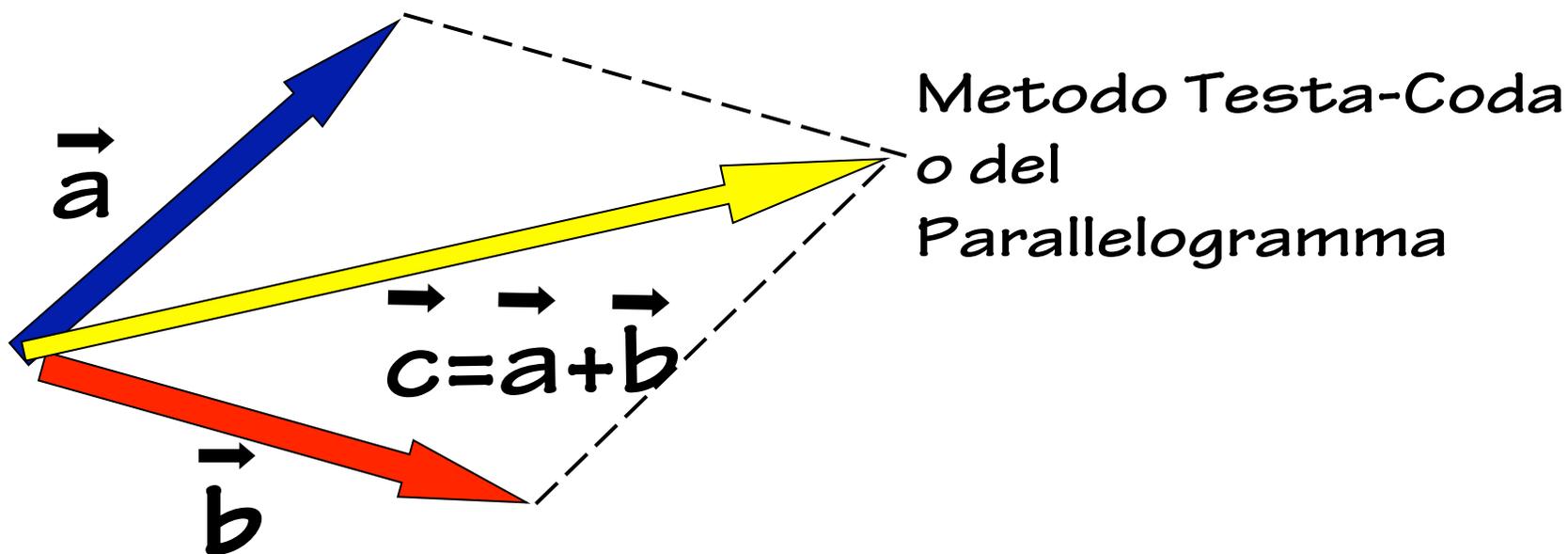
Le grandezze fisiche che dipendono dalla intensità, direzione e verso si comportano come i Vettori (freccie)



Metodo Testa-Coda
o del
Parallelogramma

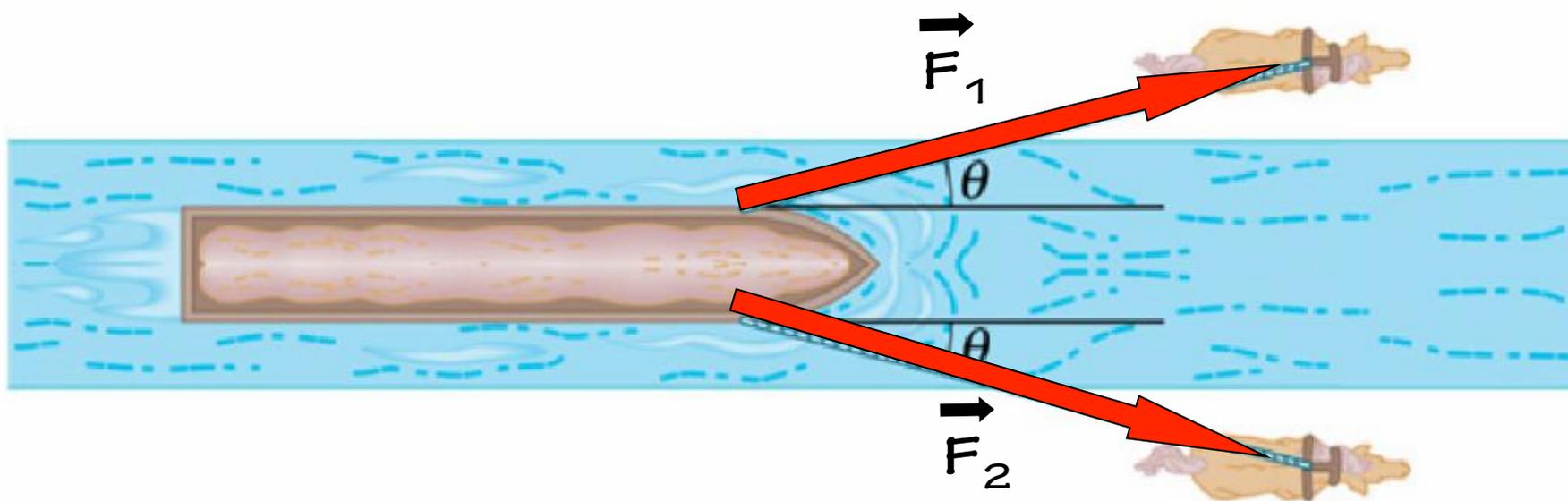


Le grandezze fisiche che dipendono dalla intensità, direzione e verso si comportano come i Vettori (freccie)



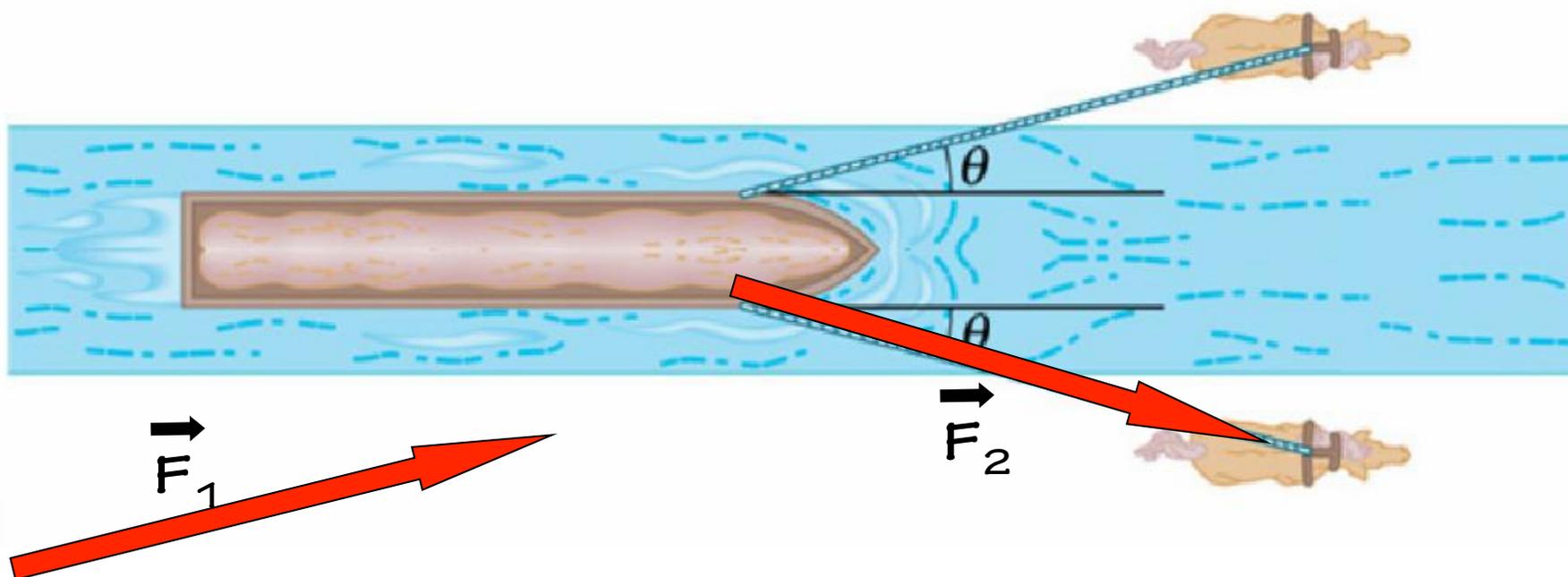


Barca trainata dalla riva



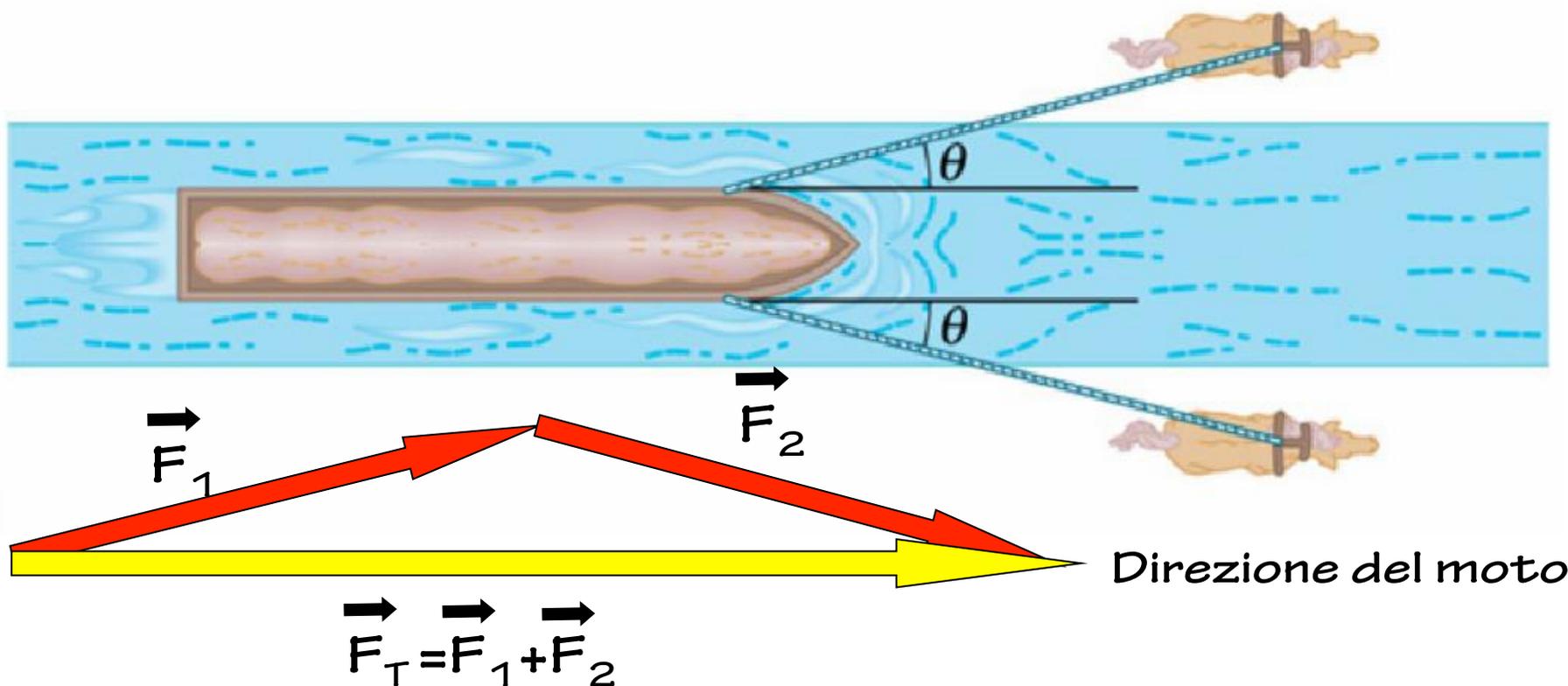


Barca trainata dalla riva





Barca trainata dalla riva





La barca a vela: Il suo mondo Fisico



Le barche a vela sono progettate per poter sfruttare al meglio la Fisica che governa i due fluidi in cui essa opera

Aria (fluido 1)

$$\rho_{\text{Aria}} = 1 \text{ Kg/m}^3$$

Acqua (fluido

$$\rho_{\text{Acqua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$



Alcuni dei principali fenomeni fisici coinvolti nella “Vita da Barca”



Galleggiamento, salvagenti

Propulsione velica e stabilità di rotta

Armamento, ormeggio

**Comunicazioni; VHF, GPS, AIS,
RADAR, ecoscandaglio**

Stumentazione, generatori eolici

**Computers, energie
rinnovabili**

• Spinta di Archimede

• Portanza

• Tensioni

• Onde meccaniche e
elettromagnetiche

• Elettromagnetismo

• Energia e sua
quantizzazione



Spinta di Archimede



Consente di ottenere:

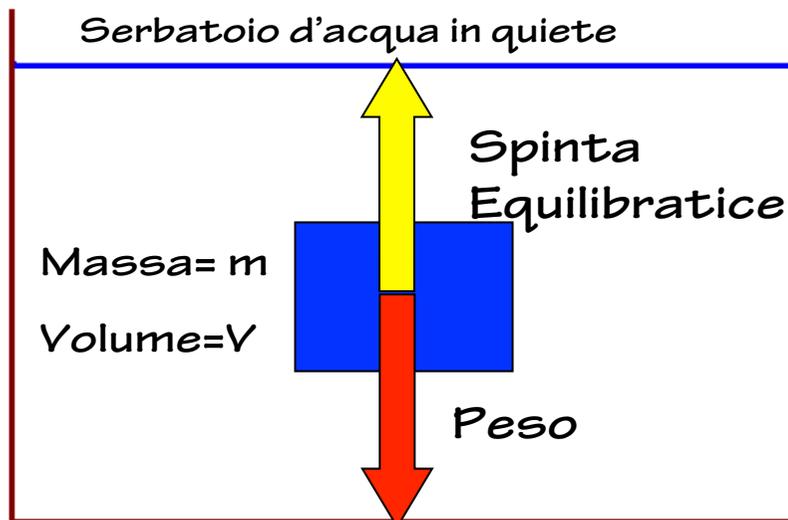
- Galleggiabilità
- Stabilità

La spinta di Archimede dipende dalla densità dei corpi rispetto alla densità del fluido in cui sono immersi

Come e perché?



Spinta di Archimede: Galleggiamento



L'equilibrio dell'elemento di fluido impone che in modulo sia:

Spinta Equilibratrice = Peso = mg

$$mg = \rho_{\text{Acqua}} Vg$$

$$\rho = m/V = \text{densità}$$

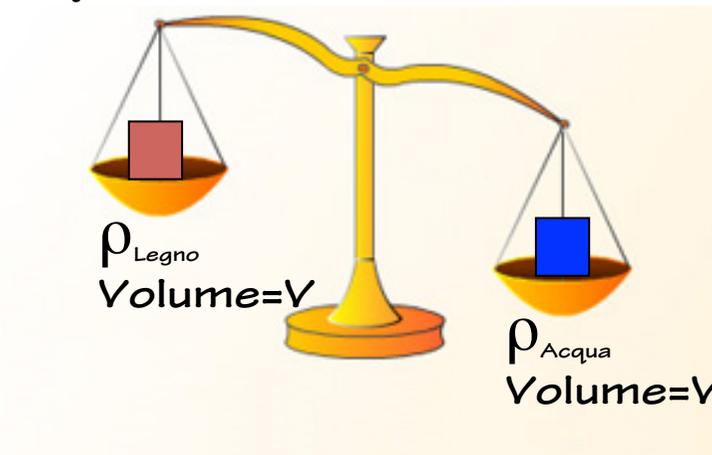
Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dall'alto verso in basso pari al peso del fluido spostato



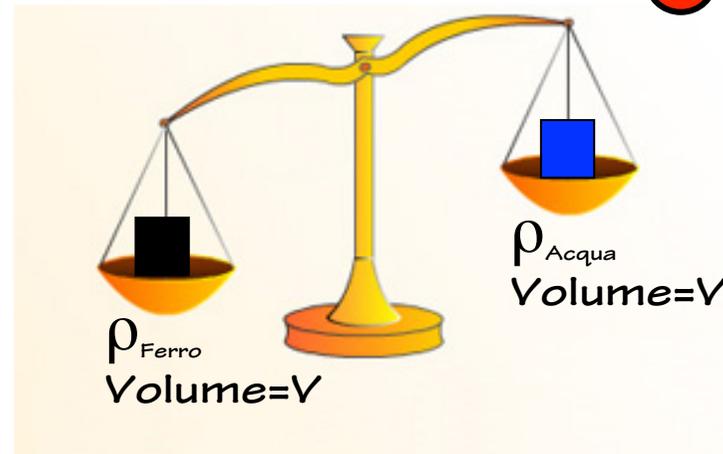
Archimede di Siracusa: 200 A.C. circa



Spinta di Archimede: Galleggiamento



$$\begin{aligned} \rho_{\text{Legno}} &= 0.75 \text{ Kg/Litro} \\ \rho_{\text{Acqua}} &= 1 \text{ Kg/Litro} \\ \rho_{\text{Ferro}} &= 7.9 \text{ Kg/Litro} \end{aligned}$$



A parità di volume poichè

$$\rho_{\text{Legno}} < \rho_{\text{Acqua}}$$

Il peso del cubetto di legno è inferiore al peso del cubetto d'acqua

GALLEGGIA

A parità di volume poichè

$$\rho_{\text{Ferro}} > \rho_{\text{Acqua}}$$

Il peso del cubetto di ferro è superiore al peso del cubetto d'acqua

AFFONDA



Spinta di Archimede: Galleggiamento



Ma allora dobbiamo necessariamente costruire le barche in materiali con densità minore di quella dell'acqua?

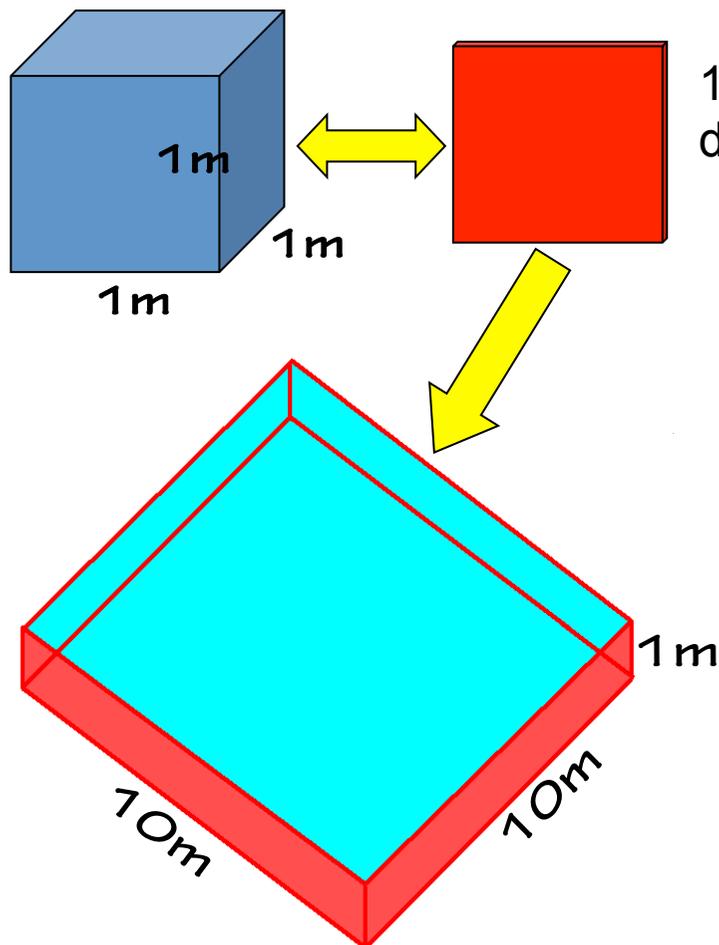


No perché con la stessa quantità di materiale e compatibilmente con la sua resistenza meccanica, possiamo costruire oggetti con forme e volumi differenti !

Proviamo a costruire una “protobarca” con un metro cubo di ferro?



Spinta di Archimede: Galleggiamento



140 lastre 1mx1m da 7.15 mm di spessore



Ummh... Più che una barca mi sembra una zattera

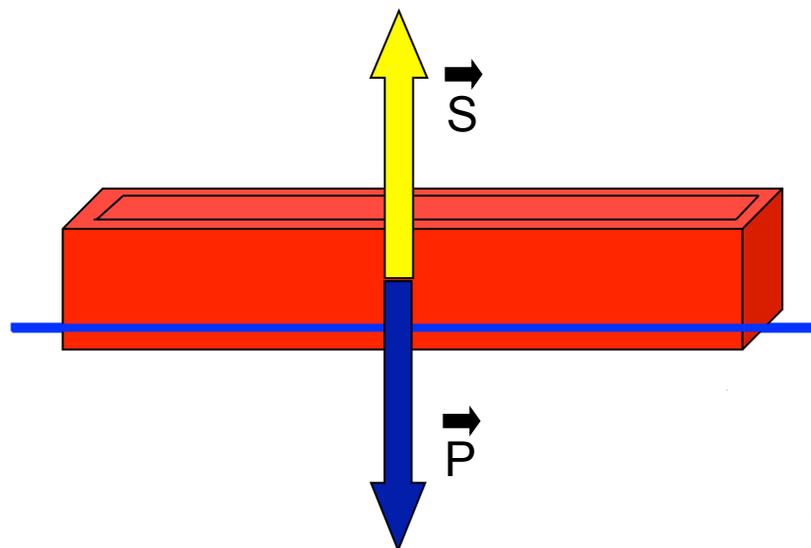
Ma una cosa è certa:



- La sua massa è uguale a quella del metro cubo di ferro di partenza (7900Kg)
- La sua superficie di base è di 100 m²
- L'altezza delle sue pareti è di 1 m



Spinta di Archimede: Galleggiamento



Posta in acqua la nostra protobarca si immerge nel liquido per

7.9 cm

Profondità alla quale la spinta di Archimede eguaglia il peso della protobarca!

La protobarca
GALLEGGIA!!!



Per i più curiosi.....

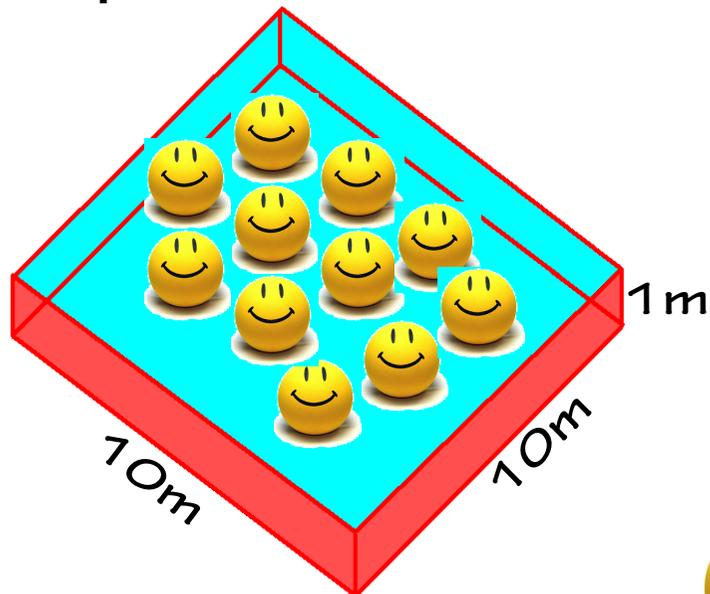
$$S = \rho_{Acqua} V_x g = P = m_{Cubo} g$$

$$\rho_{Acqua} V_x = \rho_{Acqua} A_{base} y_x = m_{Cubo}$$

$$y_x = m_{Cubo} / (\rho_{Acqua} A_{base}) = 7900 \text{ Kg} / [(1000 \text{ kg/m}^3) \times 100 \text{ m}^2] = 7.9 \times 10^{-2} \text{ m} = 7.9 \text{ cm}$$



Spinta di Archimede: Galleggiamento



Se “ospitiamo a bordo” 40 ragazzi di 60 kg ciascuno

($7900\text{kg} + 2400\text{kg} = 10300\text{kg}$ di massa totale)

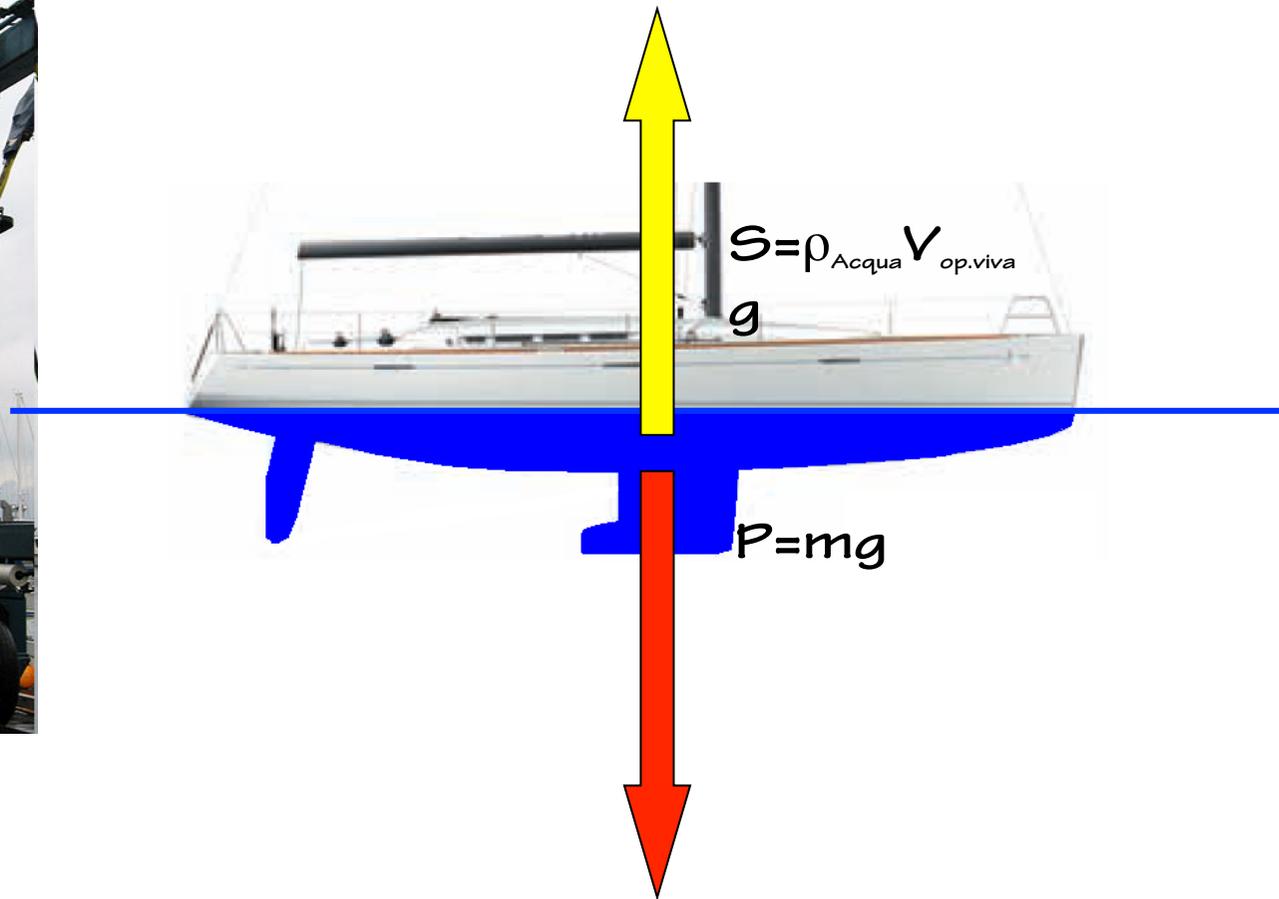
il bordo immerso passa da 7.9 cm a “soli” 10,3 cm!



Ottima riserva di galleggiabilità!



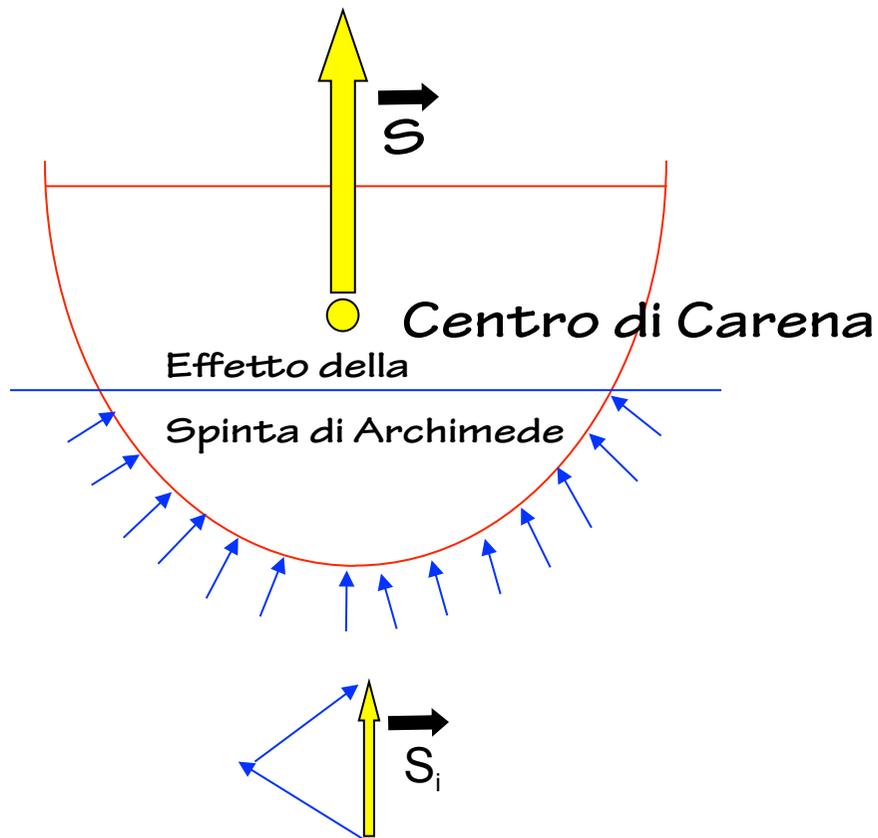
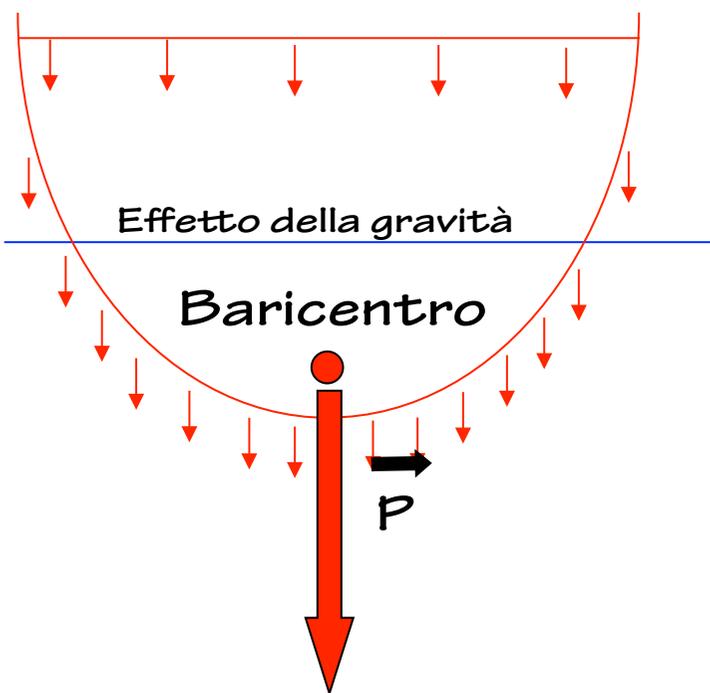
Spinta di Archimede: Galleggiamento





Spinta di Archimede: Stabilità

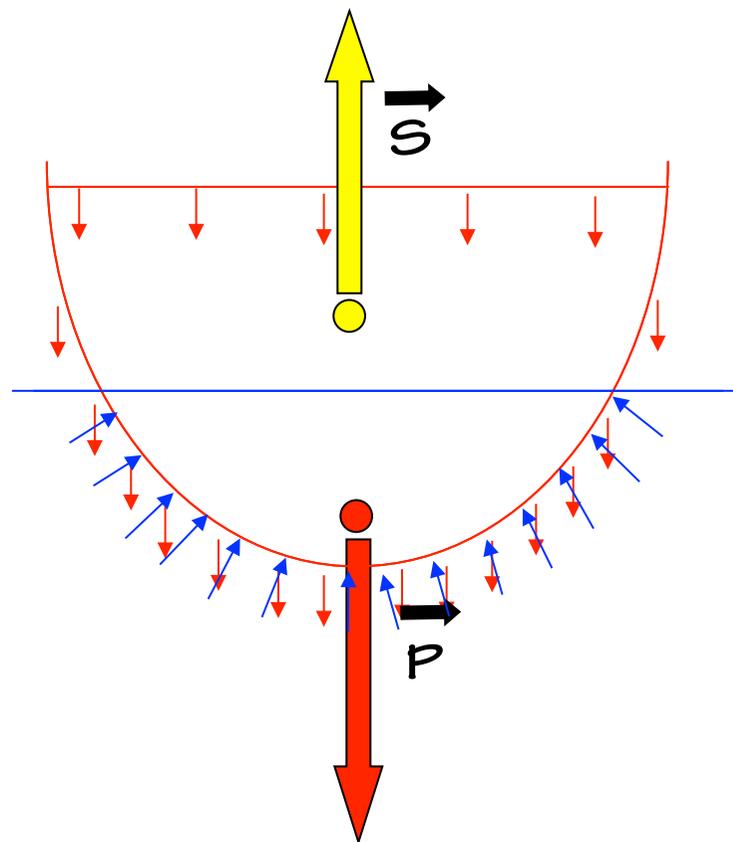
Sezione trasversale: Barca dritta





Spinta di Archimede: Stabilità

Sezione trasversale: Barca dritta



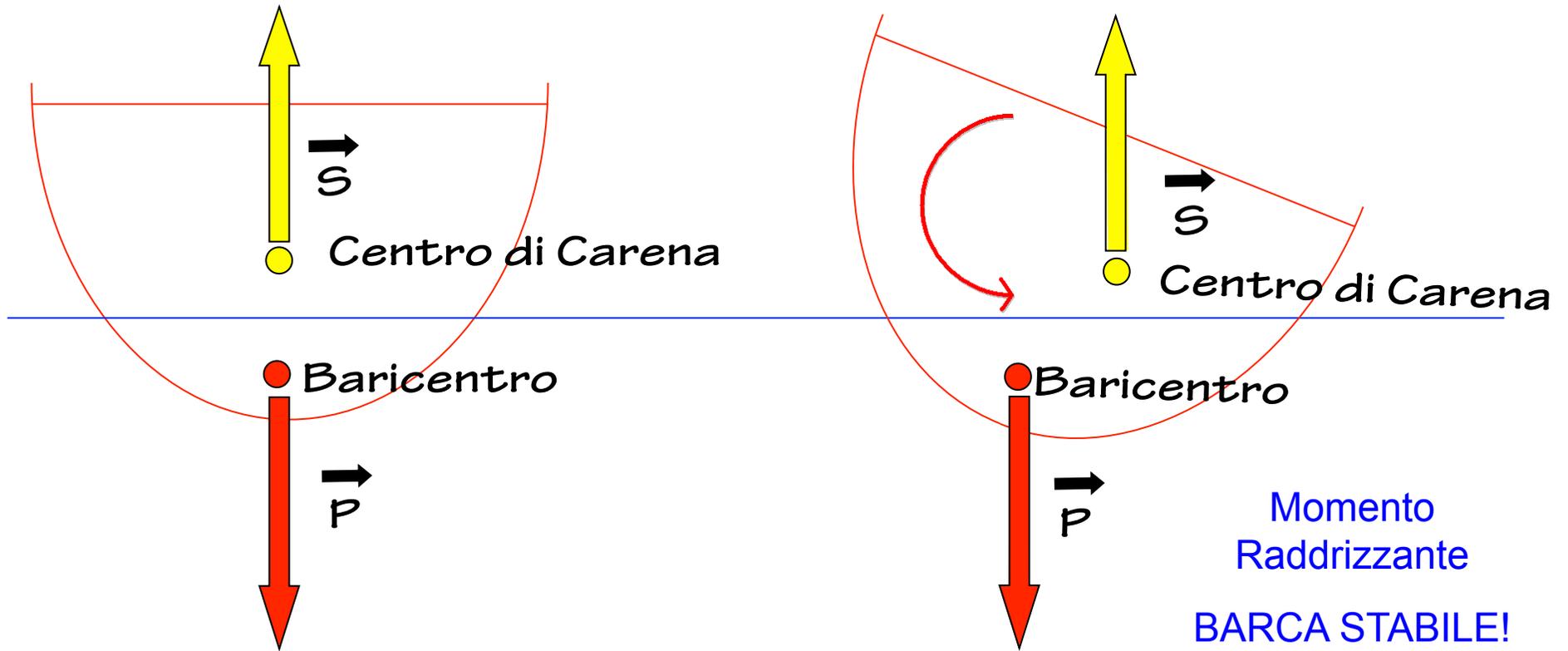
Effetto
Complessivo



Spinta di Archimede: Stabilità



Sezione trasversale: Barca sbandata



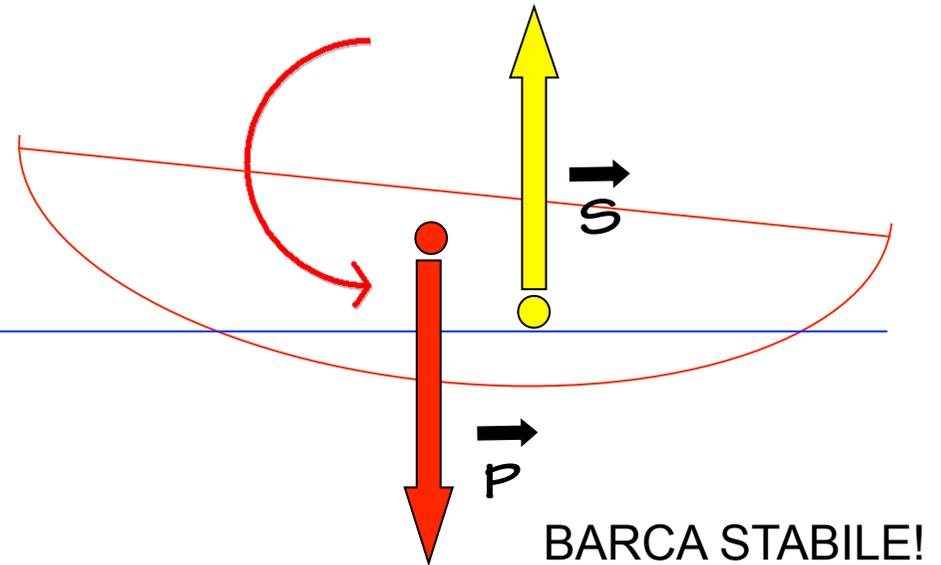
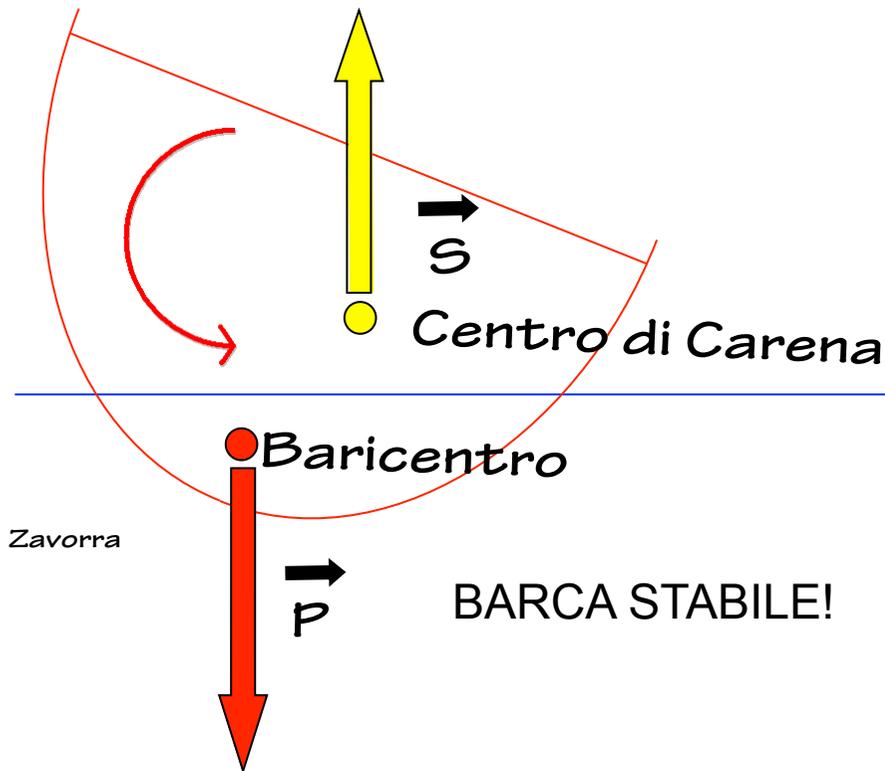


Spinta di Archimede: Stabilità



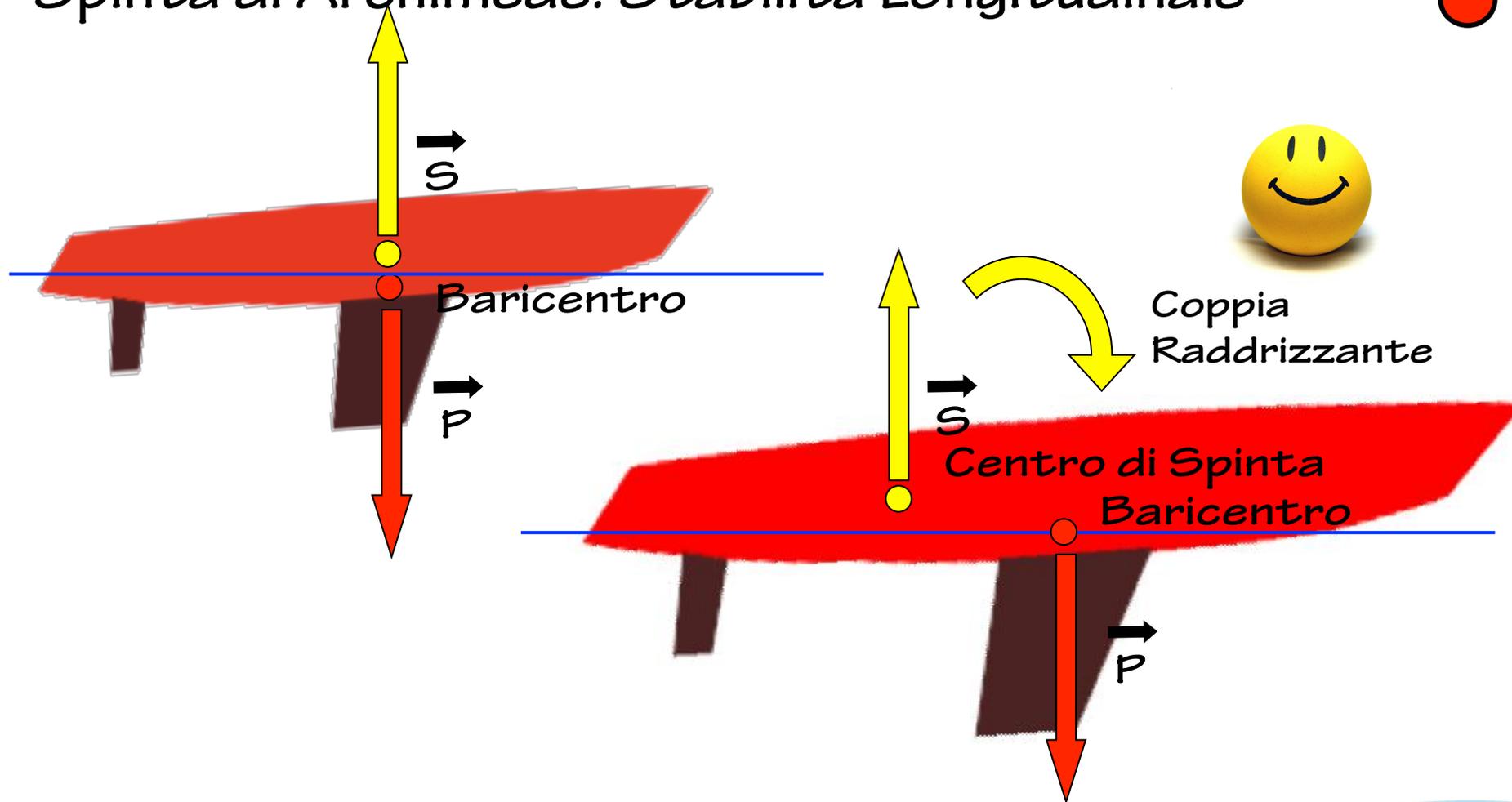
Stabilità di peso

Stabilità di forma





Spinta di Archimede: Stabilità Longitudinale

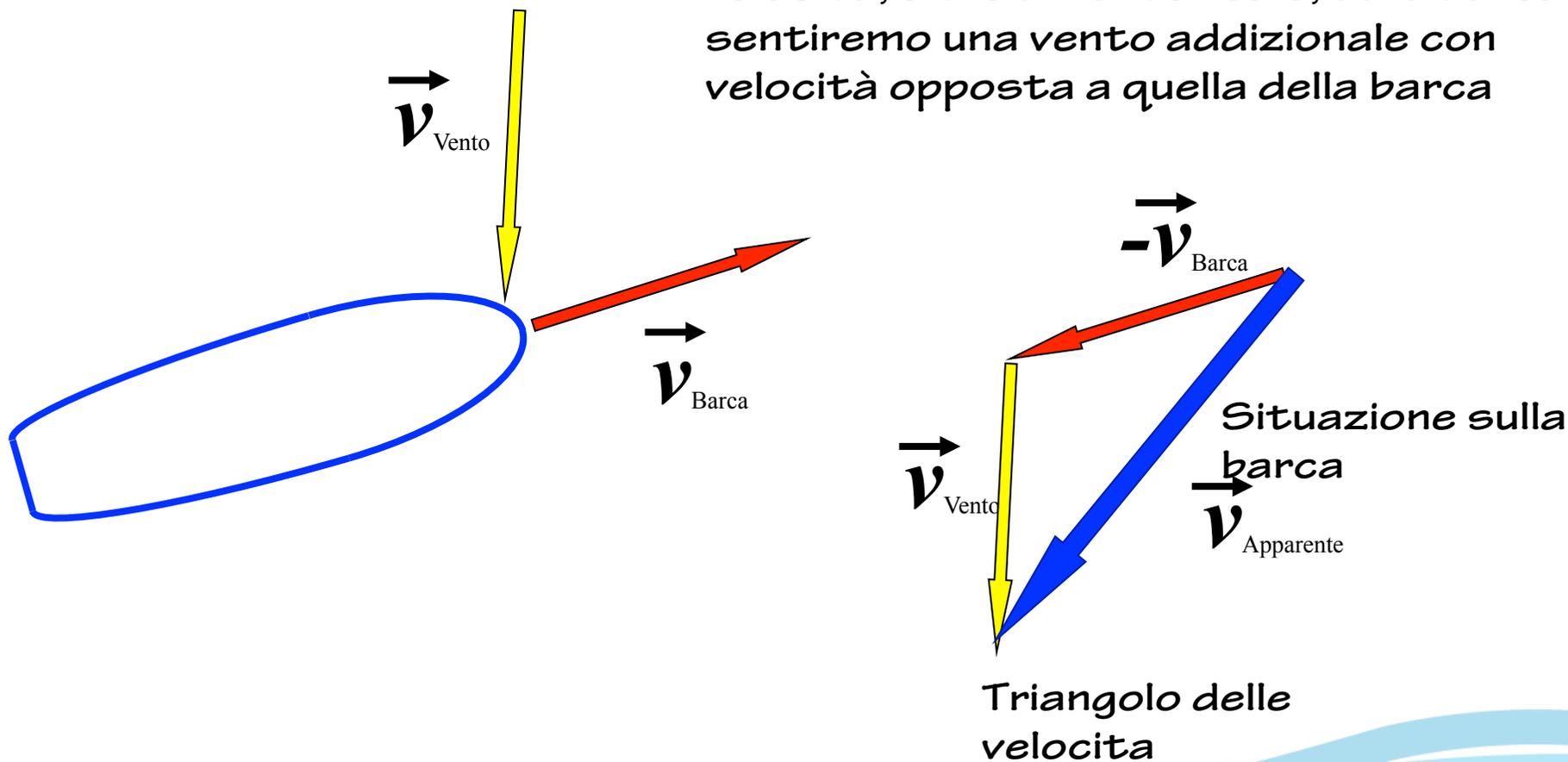




Vento Apparente

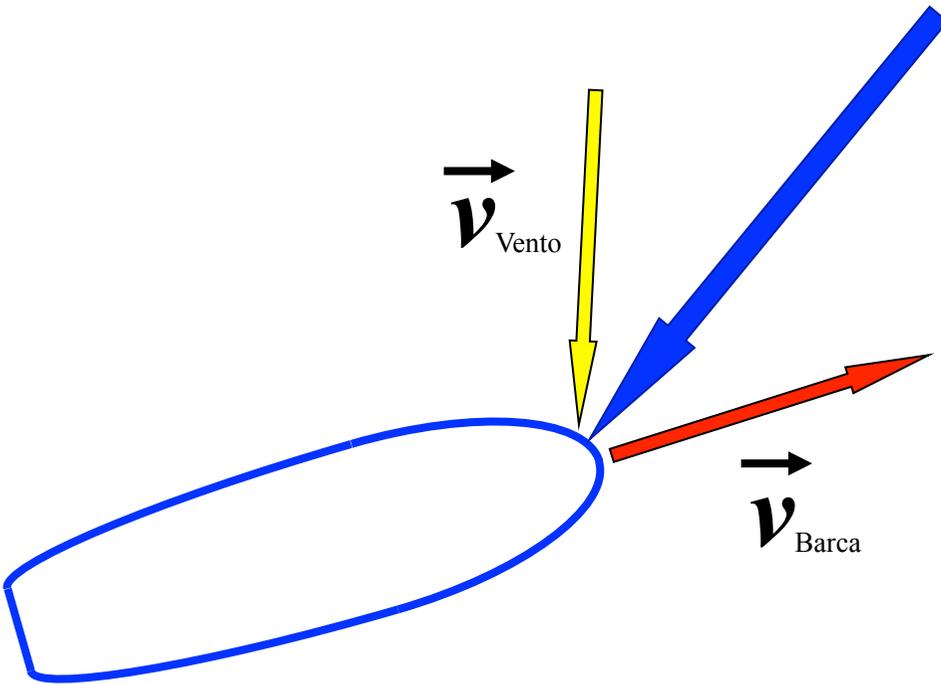


Se la barca naviga con una certa velocità, oltre al vento reale, sulla barca sentiremo un vento addizionale con velocità opposta a quella della barca

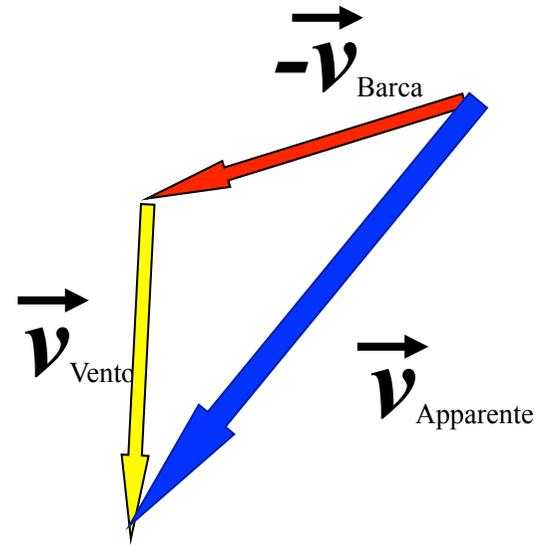




Vento Apparente



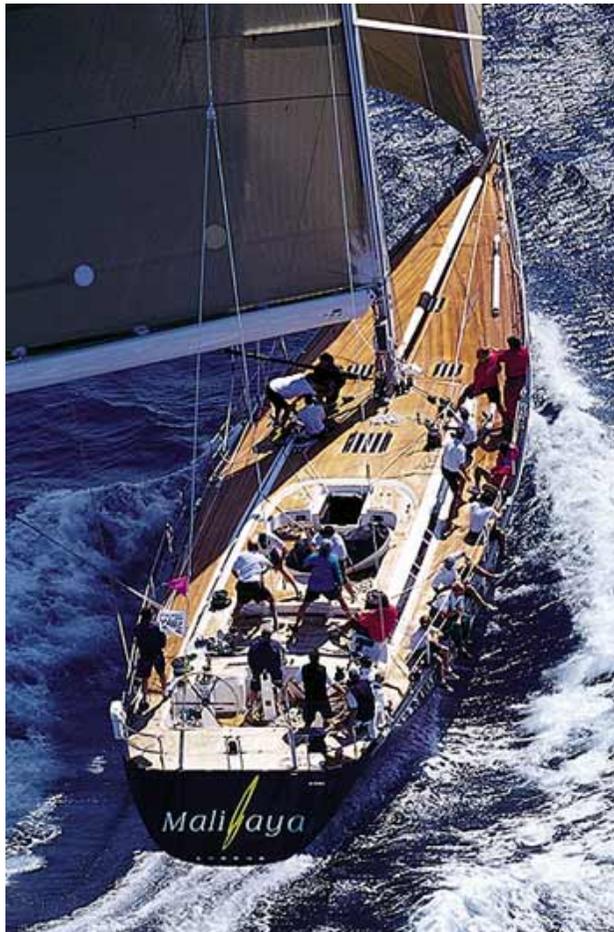
Il vento apparente è sempre più a prua del vento reale



Triangolo delle velocità



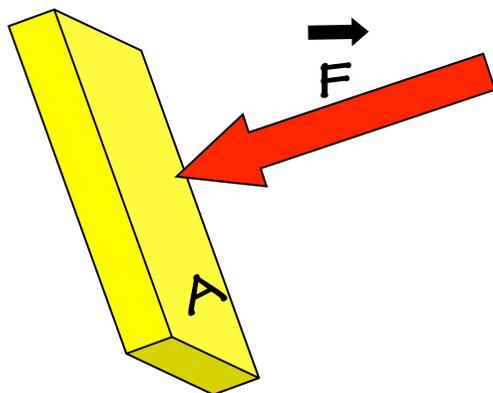
Portanza



Portanza e Propulsione Velica



Portanza



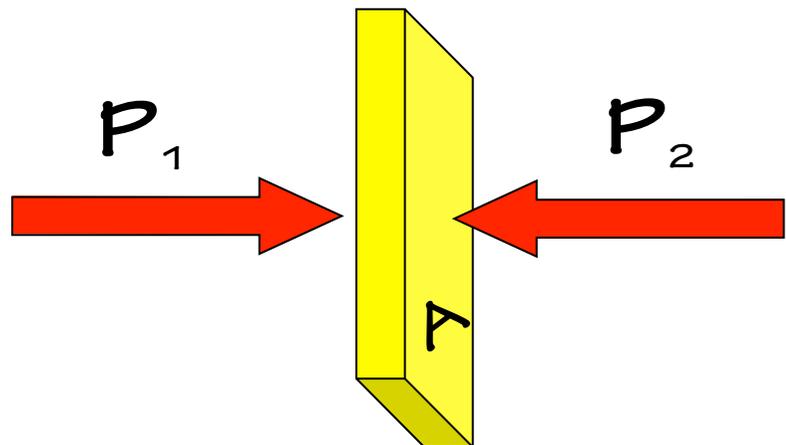
$$P = \frac{F}{A} \quad \text{Pressione}$$

Nei fluidi la pressione è sempre
perpendicolare alla superficie su cui
agisce

$$F = PA$$



Portanza



Se $P_2 = P_1$



$$\Delta P = P_2 - P_1 = 0$$

Se $P_2 > P_1$

$$\Delta P = P_2 - P_1 > 0$$

In condizioni dinamiche

$\Delta P = \text{Portanza}$

Sulla superficie A si manifesta un forza netta

$$F = A \Delta P$$

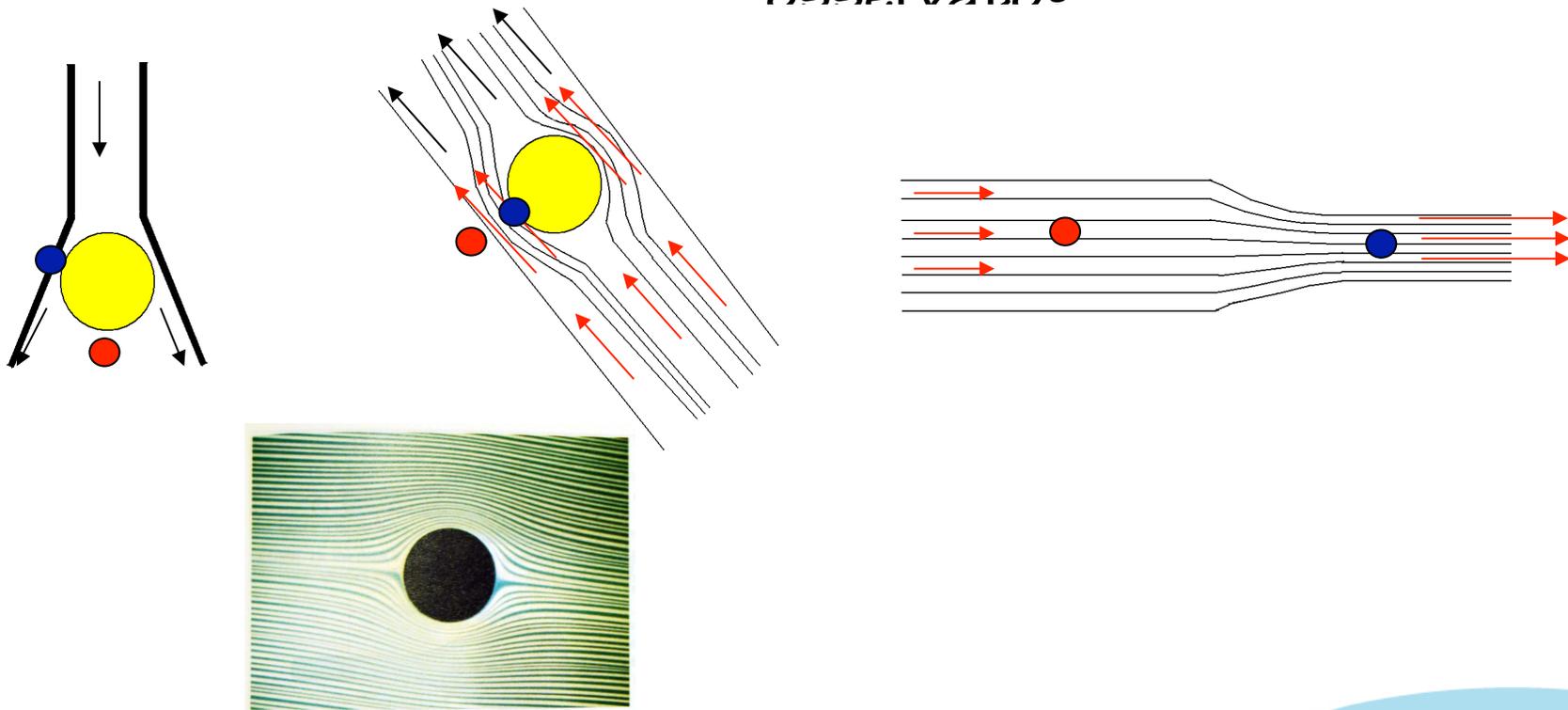


Portanza: Facciamo un piccolo esperimento?



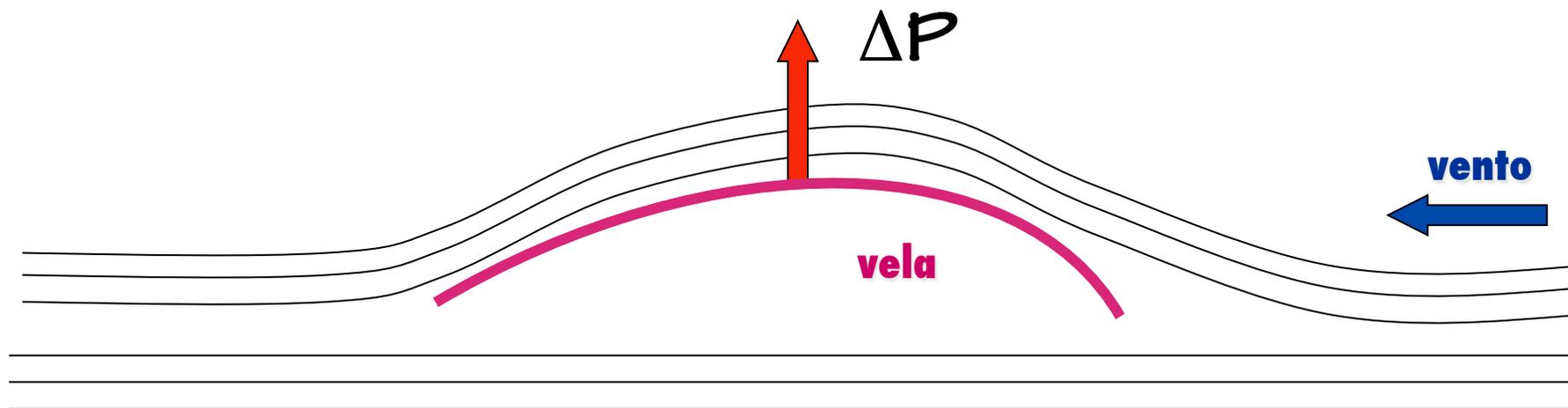
- **Velocità del aria**
- **alta** **Velocità del aria bassa**

Cosa abbiamo osservato?





Portanza: Legge di Bernoulli



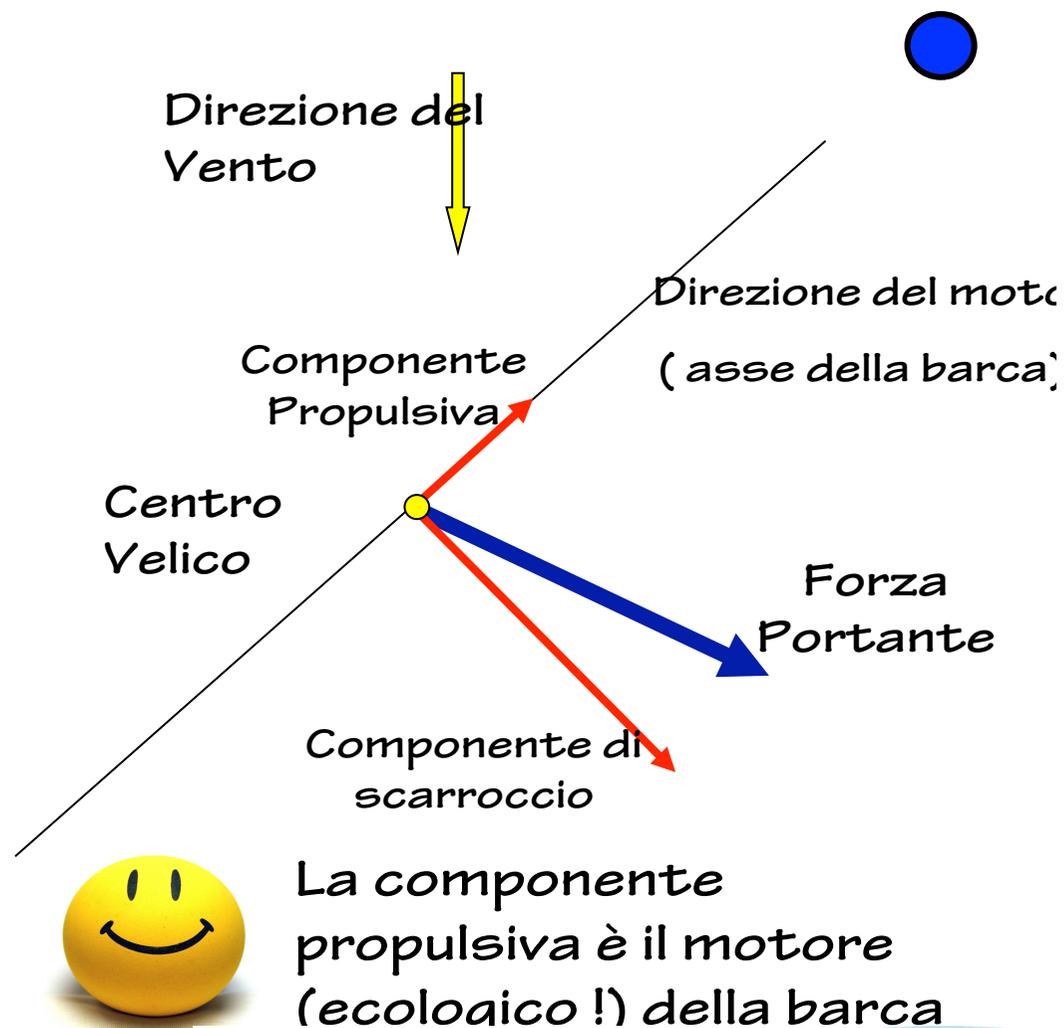
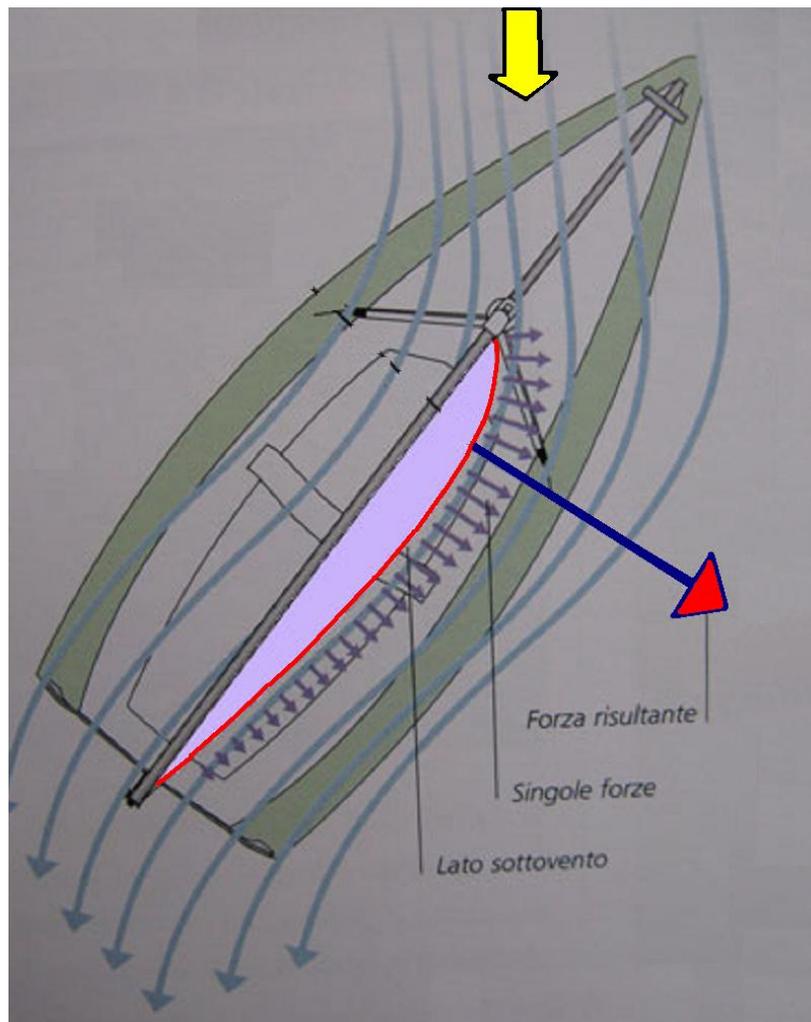
A causa della forma della vela la velocità dell'aria aumenta nel lato concavo provocando una diminuzione della pressione.



Sulla vela si manifesta una forza, dovuta alla portanza, da sfruttare opportunamente!

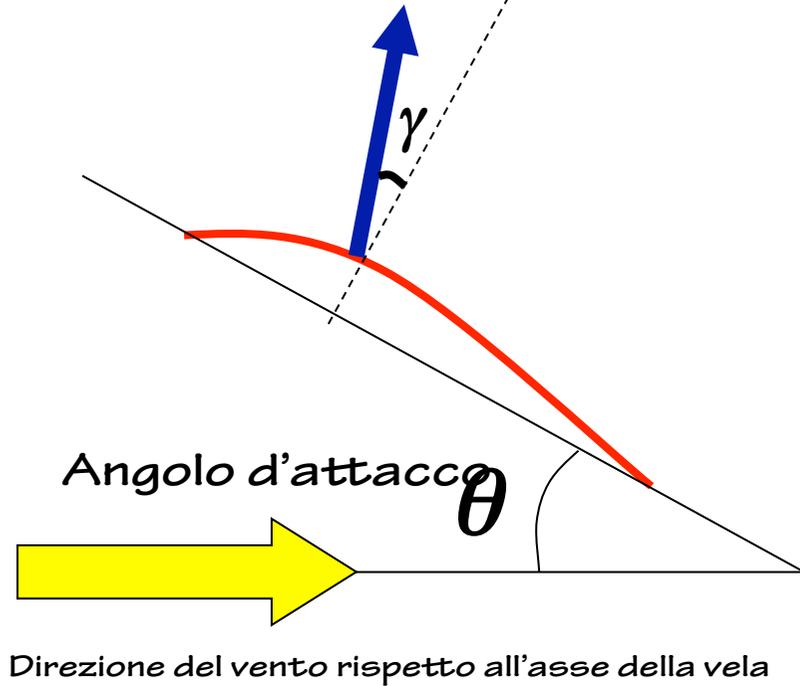


Portanza: Centro Velico



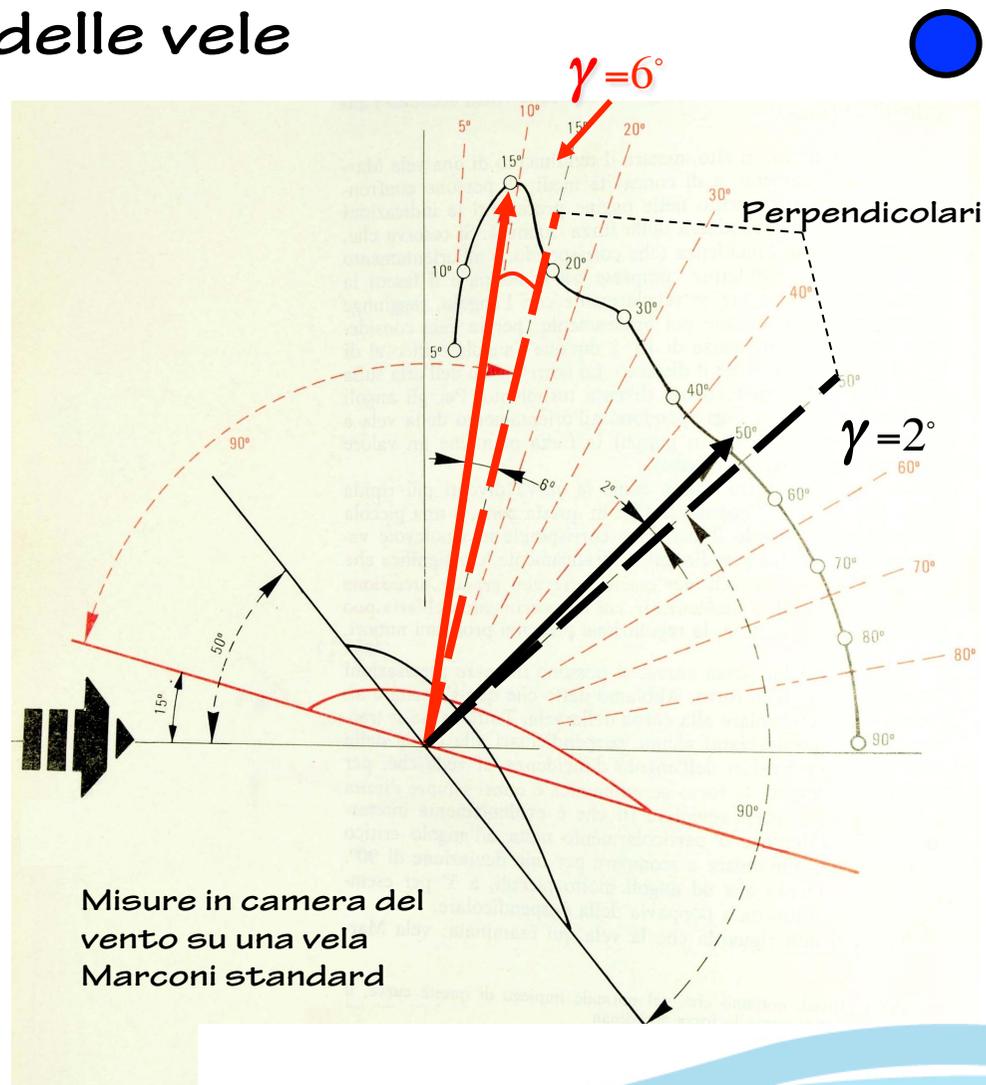


Portanza: Orientazione delle vele



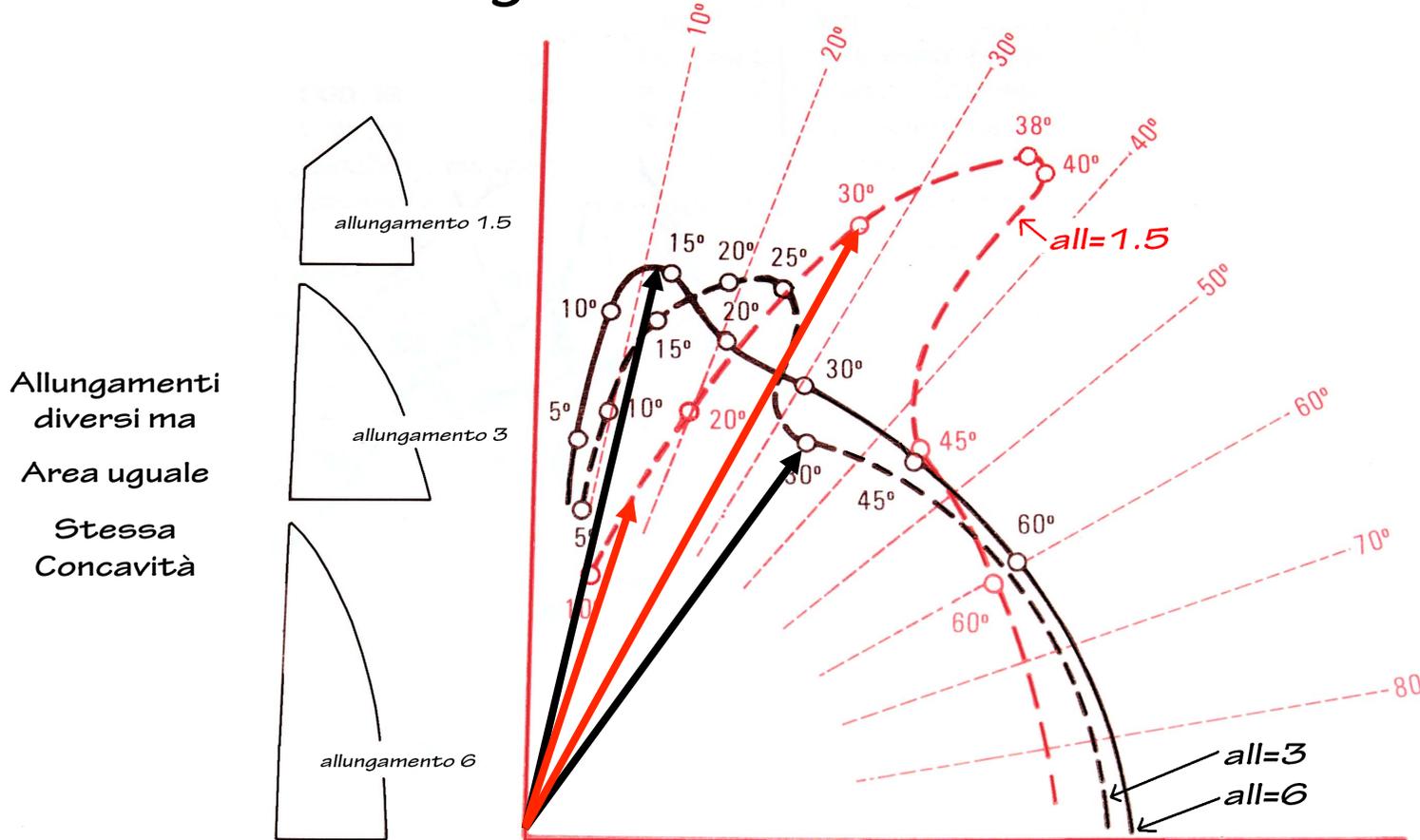
La componente propulsiva è maggiore per piccoli angoli d'attacco

Andrea Mura Cagliari 4-6 Giugno 2011





Portanza: Allungamento e Orientazione



Allungamenti diversi ma Area uguale Stessa Concavità



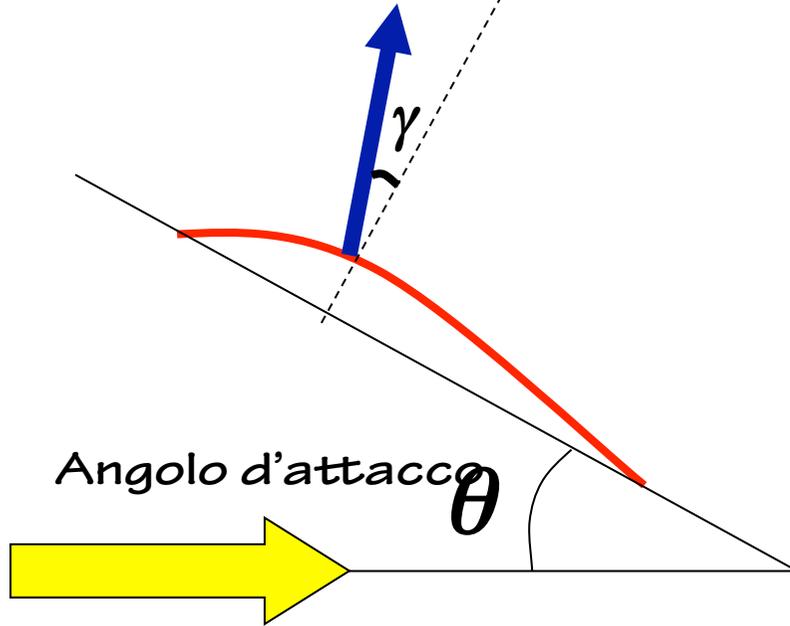
Allungamento alto portanza migliore a piccoli angoli d'attacco



Portanza: Orientazione delle vele

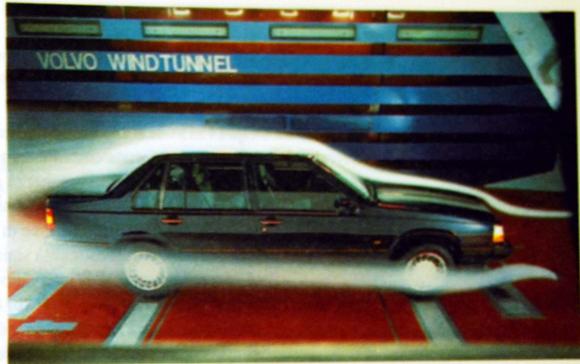
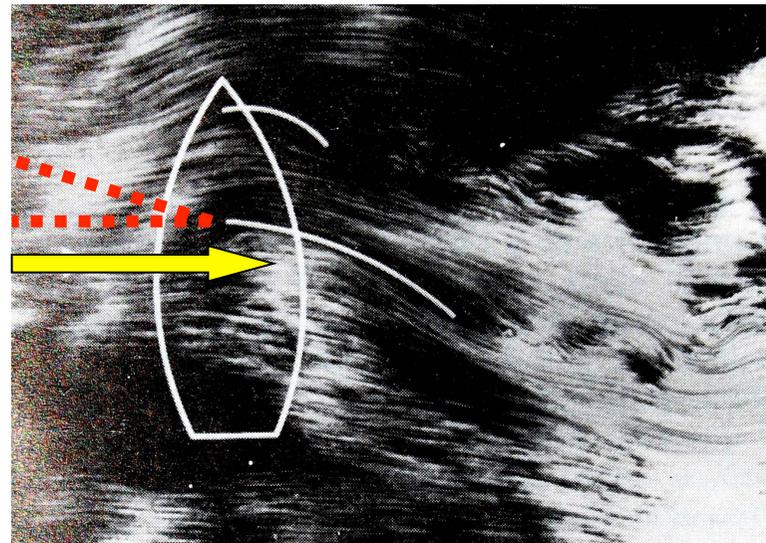


θ Piccoli



Angolo d'attacco θ

Direzione del vento rispetto all'asse della vela



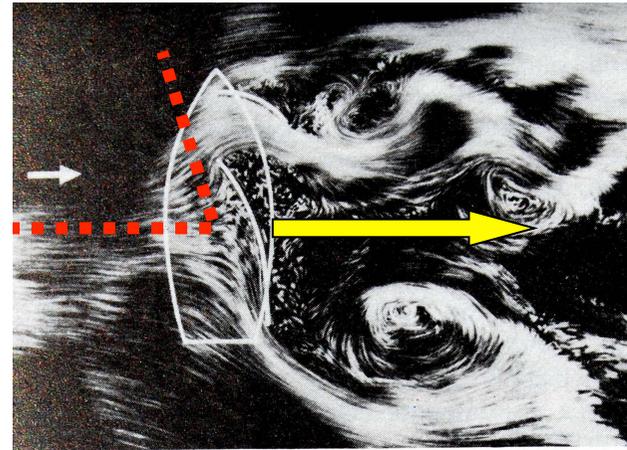
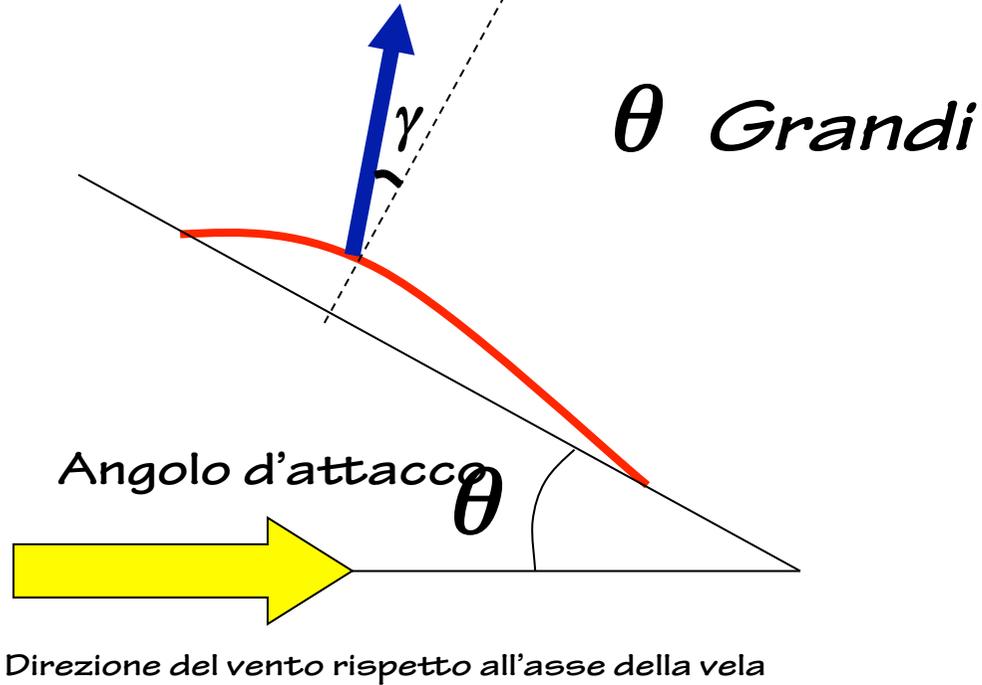
Andrea Mura Cagliari 4-6 Giugno 2011



Il moto dei filetti di vento è lamin.



Portanza: Orientazione delle vele



Il moto diventa
turbolento

La forza portante
diminuisce







Portanza: Andature

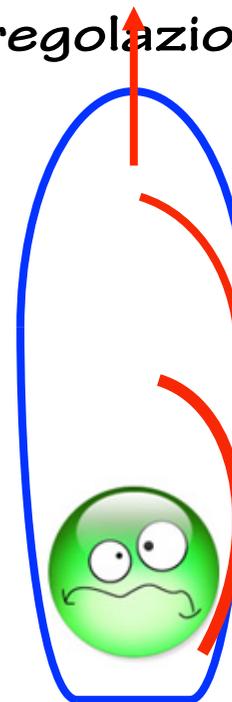
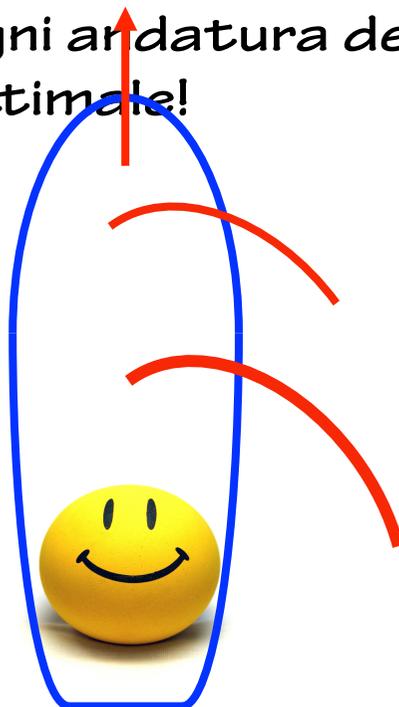


Se desideriamo avere il massimo della velocità dalla barca

ogni andatura deve avere una regolazione delle vele ottimale!



Vento visto dalla barca

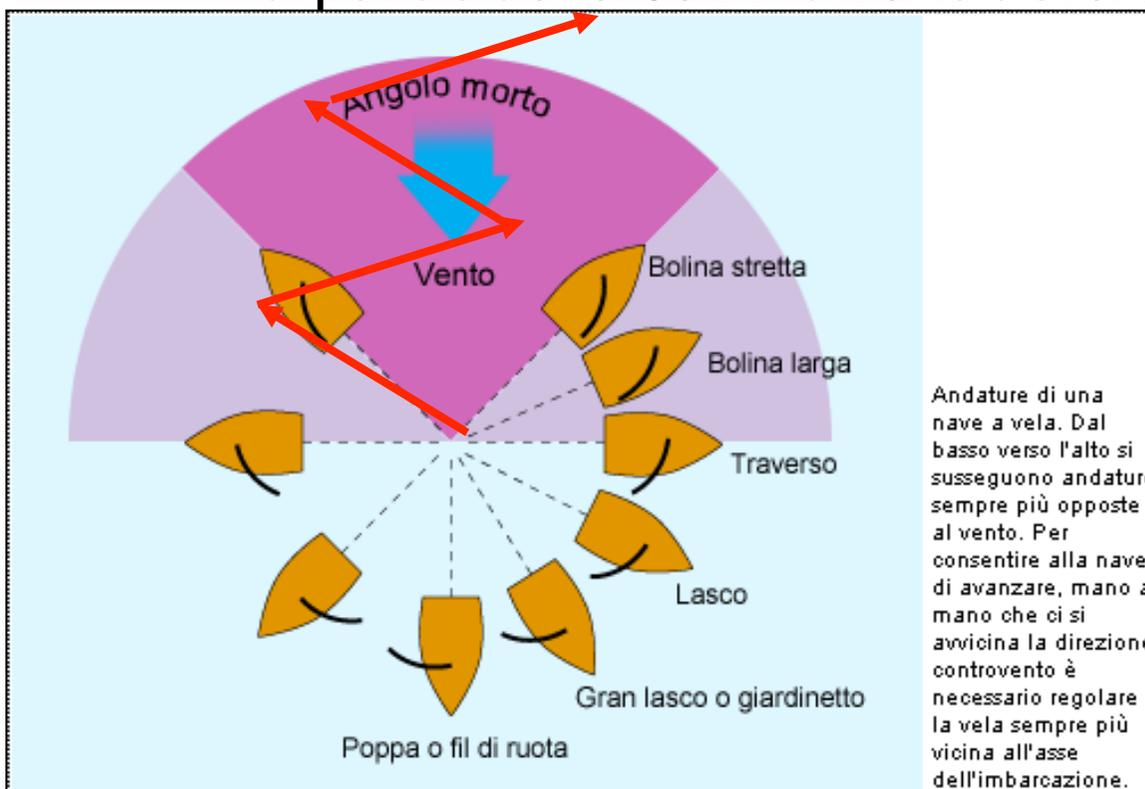




Portanza: Andature



La portanza ci consente, con opportune andature, di stringere il vento sino ad un limite che dipende dalla costruzione della barca e dalla sua



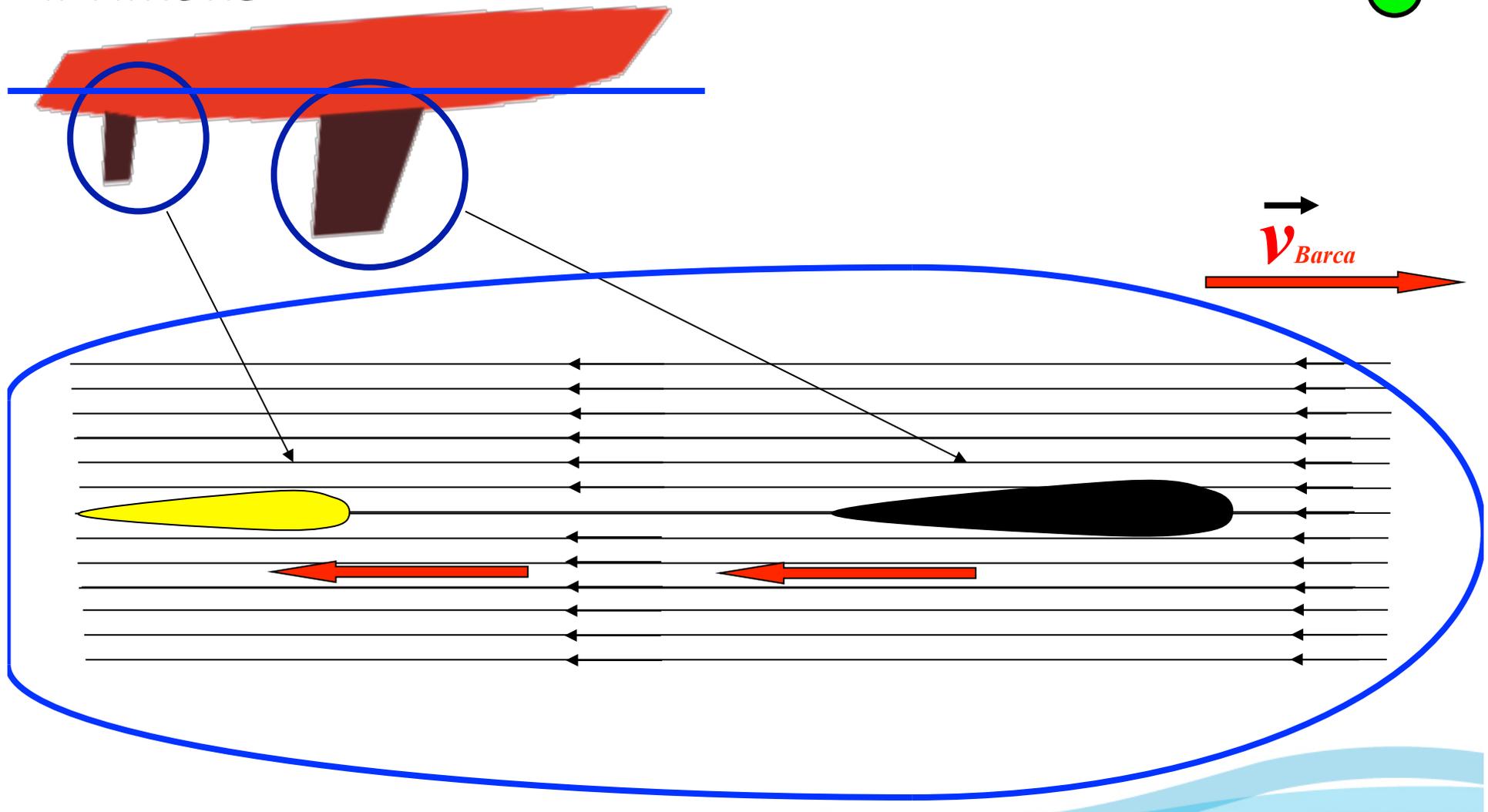
Angolo Morto?



Con andatura di bolina a zig zag nessuna direzione rispetto al vento è preclusa!

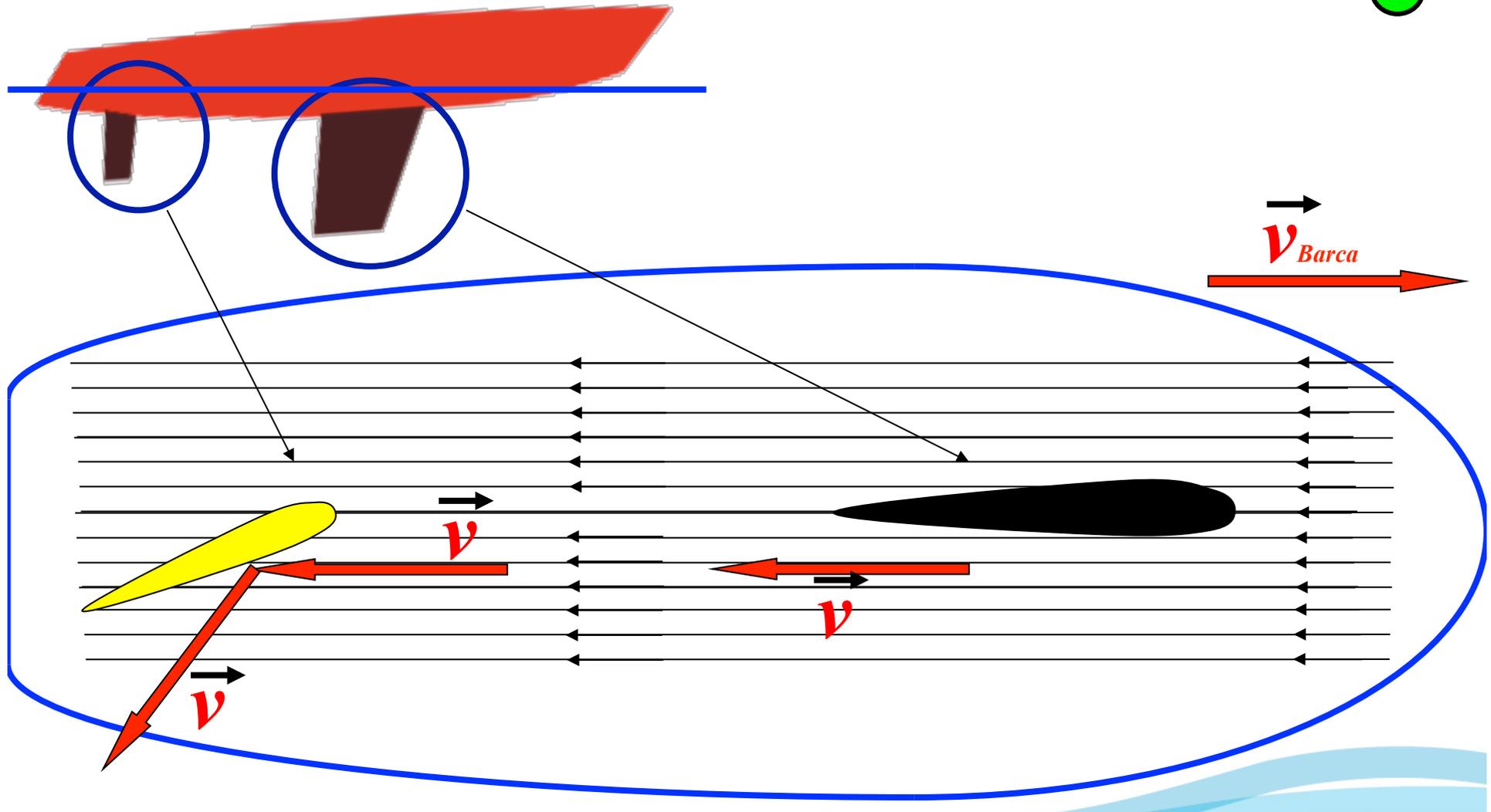


Il Timone



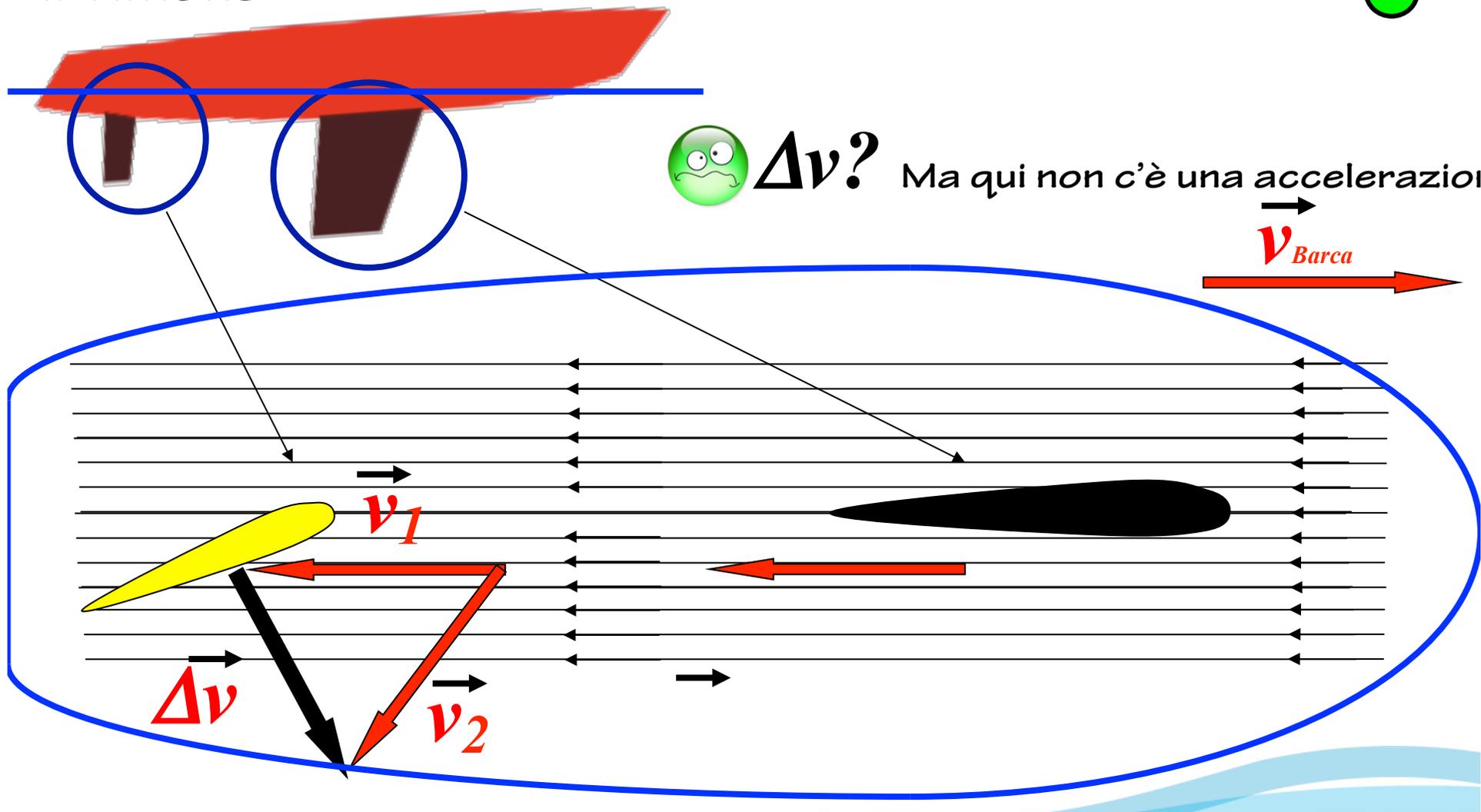


Il Timone



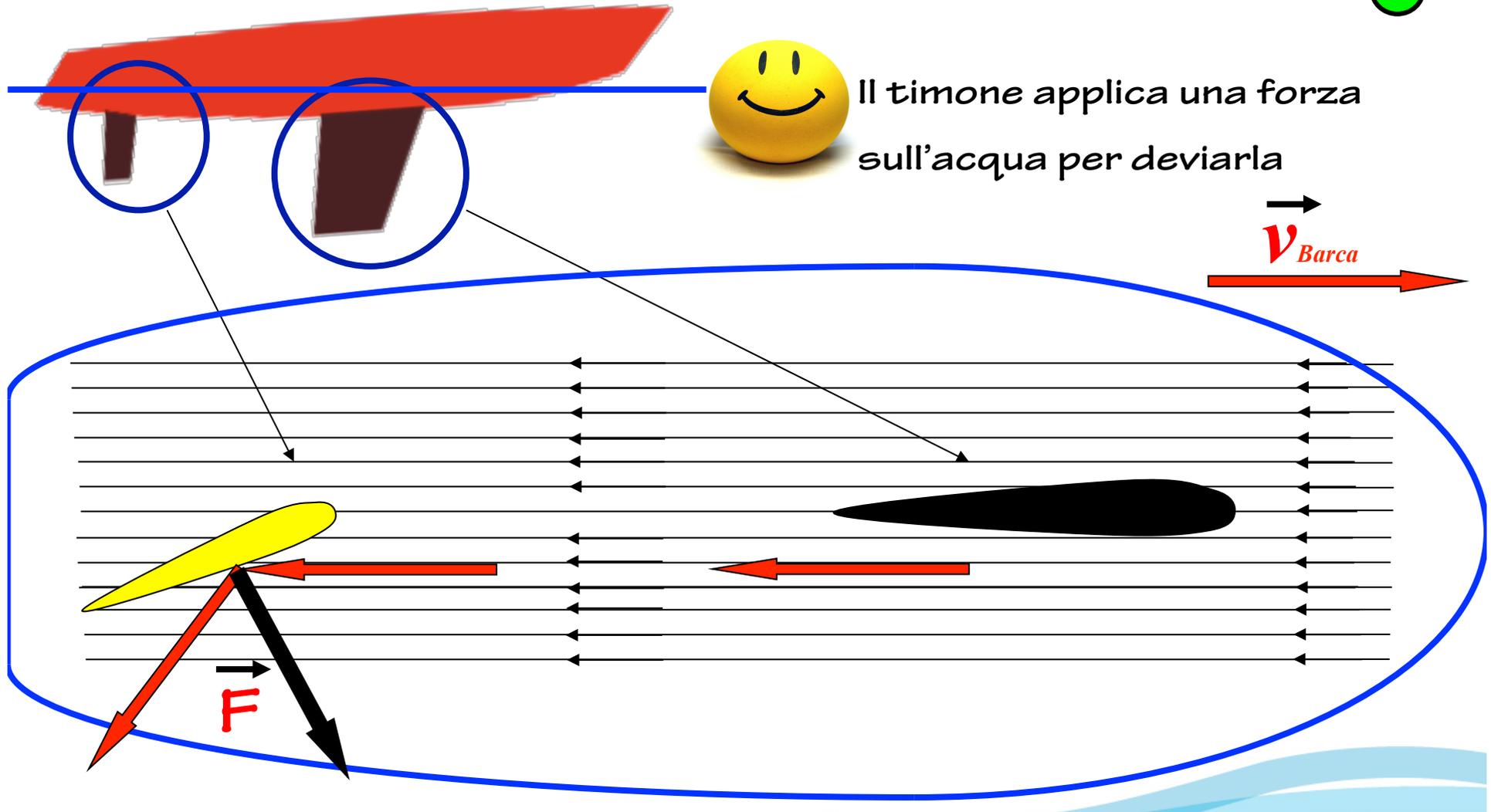


Il Timone



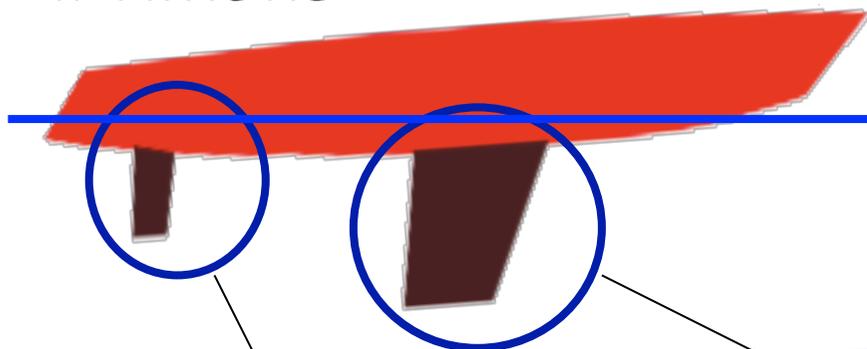


Il Timone

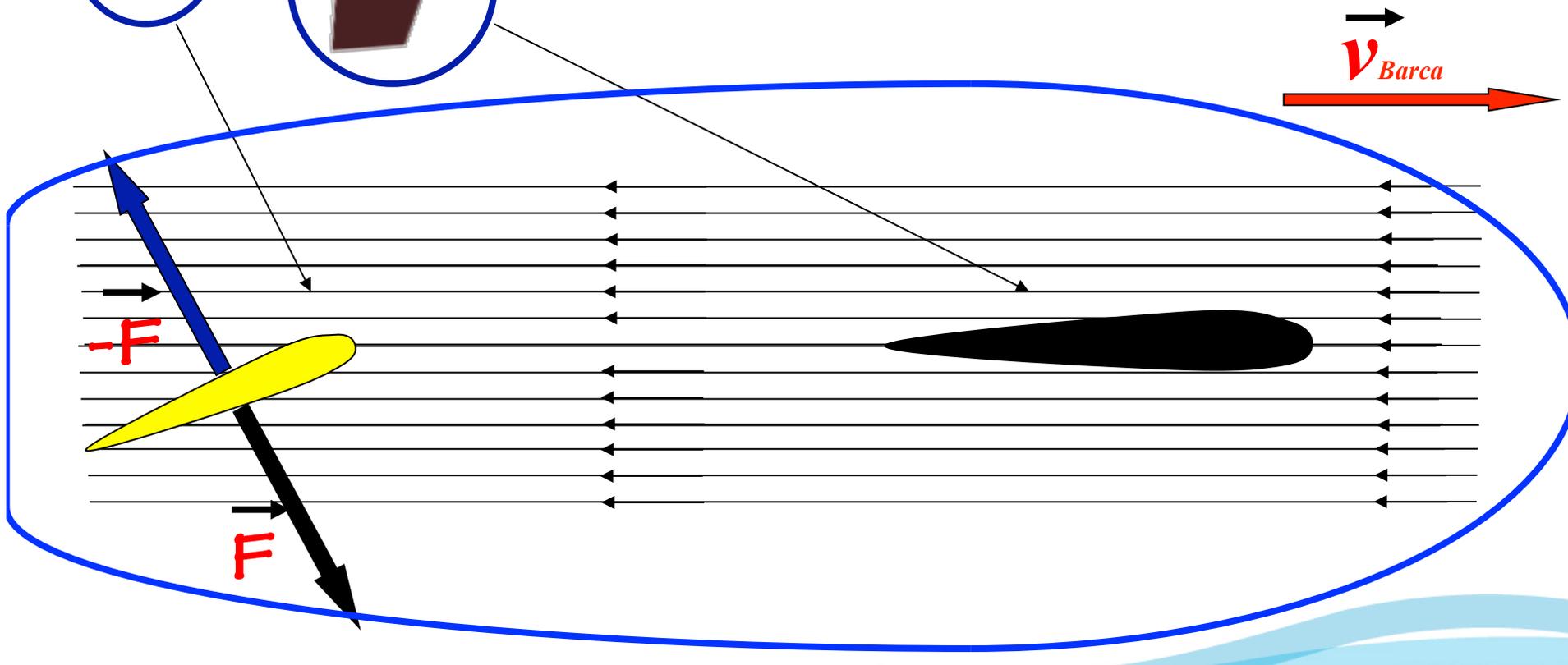




Il Timone

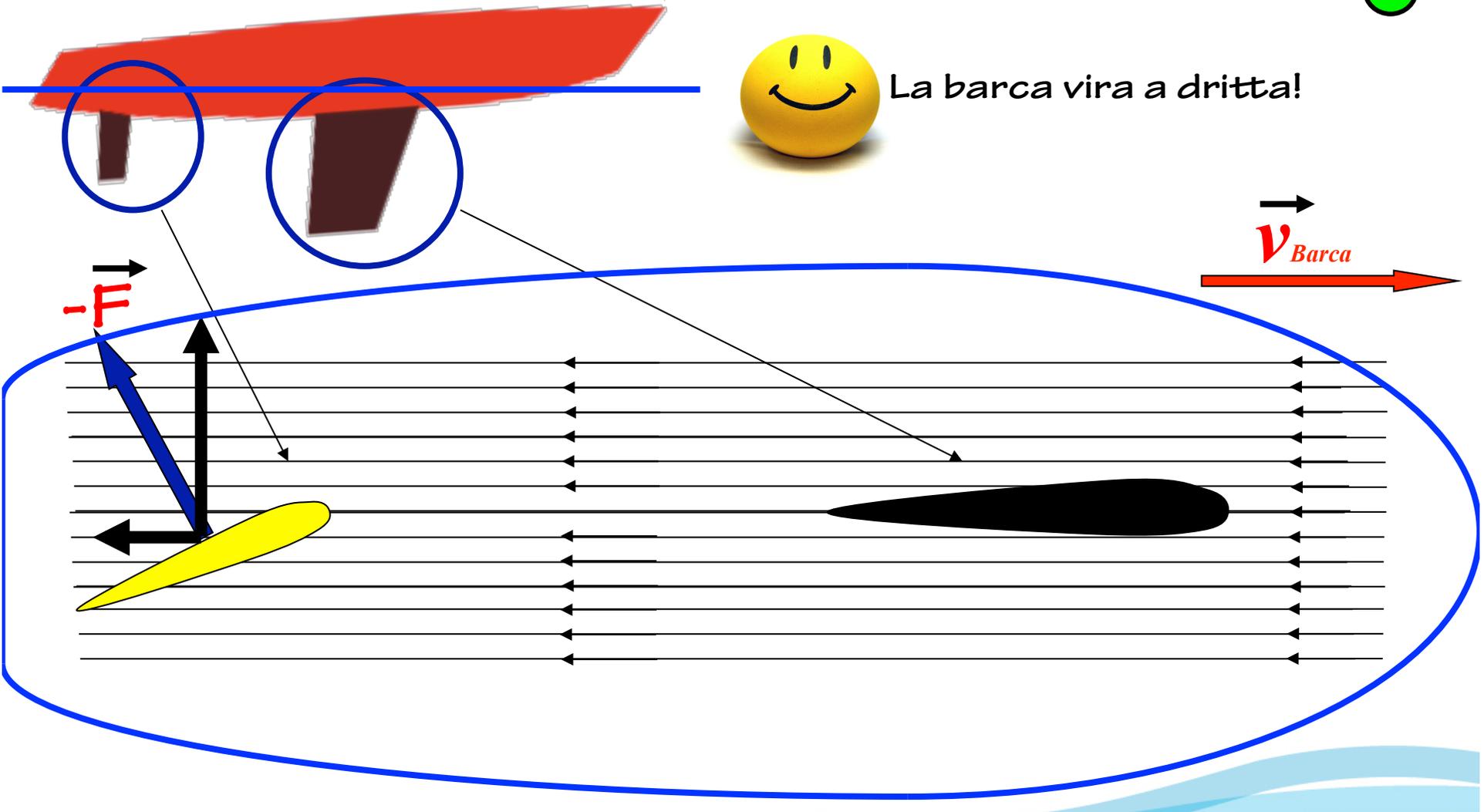


E l'acqua, per reazione applica una forza uguale ed opposta sul timone



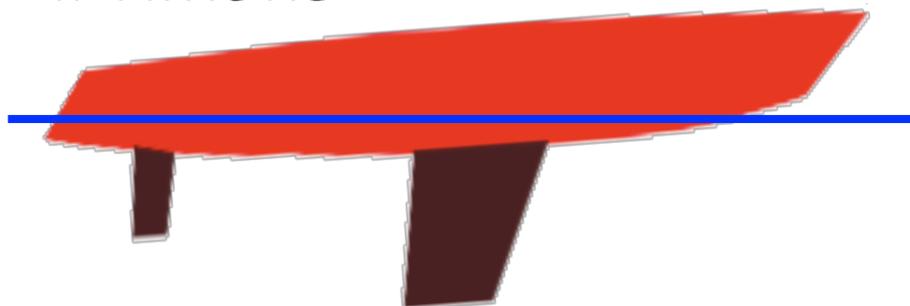


Il Timone

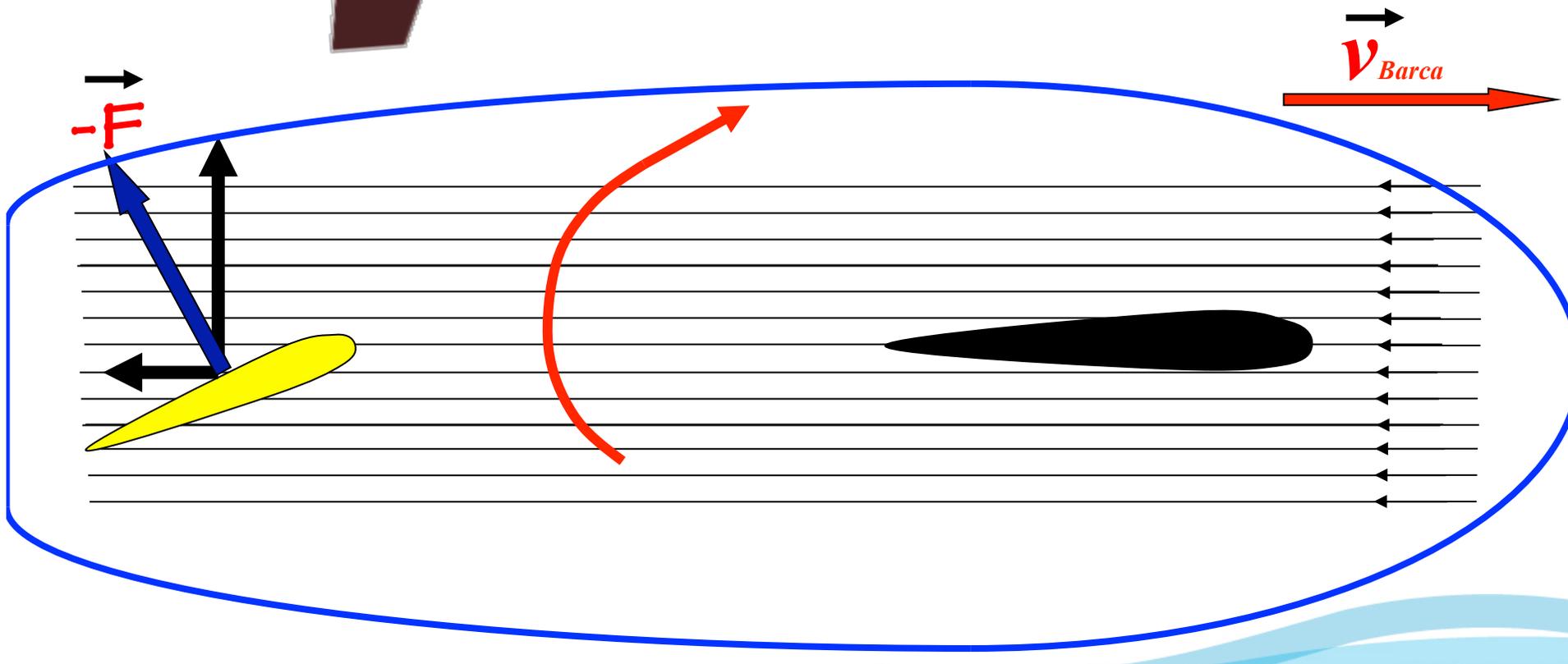




Il Timone



La barca vira a dritta!



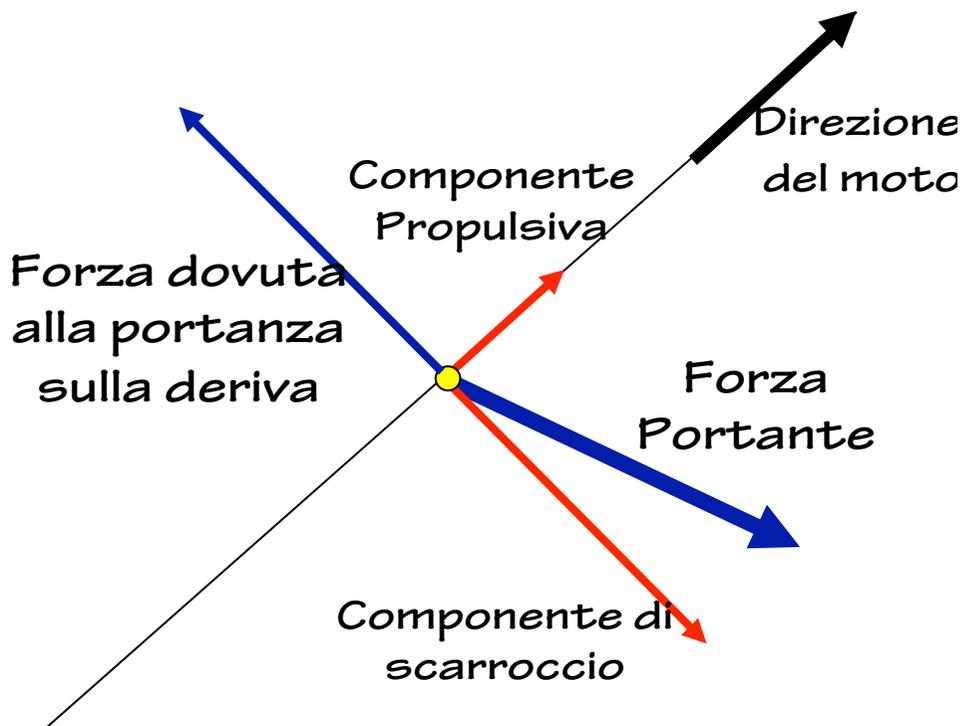


La Deriva: resistenza allo scarroccio



La deriva contrasta il movimento trasversale (scarroccio)

Pur essendo fissa funziona sullo stesso principio del timone

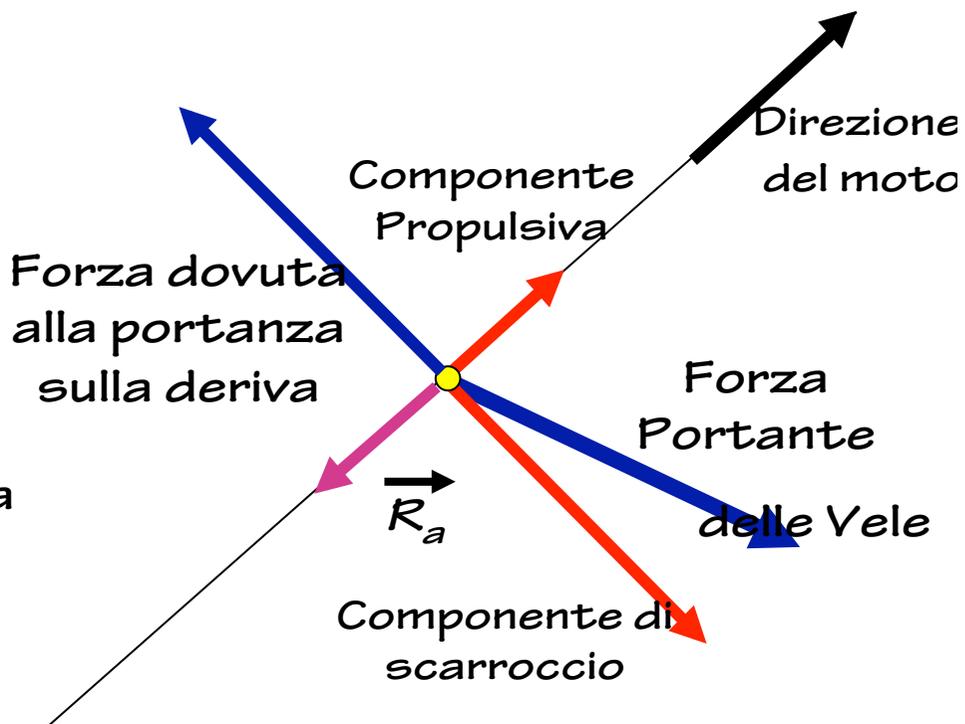




Lo Scafo: Resistenza all'avanzamento



Lo scafo sotto l'azione della componente propulsiva aumenta la sua velocità sino a quando la resistenza all'avanzamento non produce una forza uguale e contraria R_a



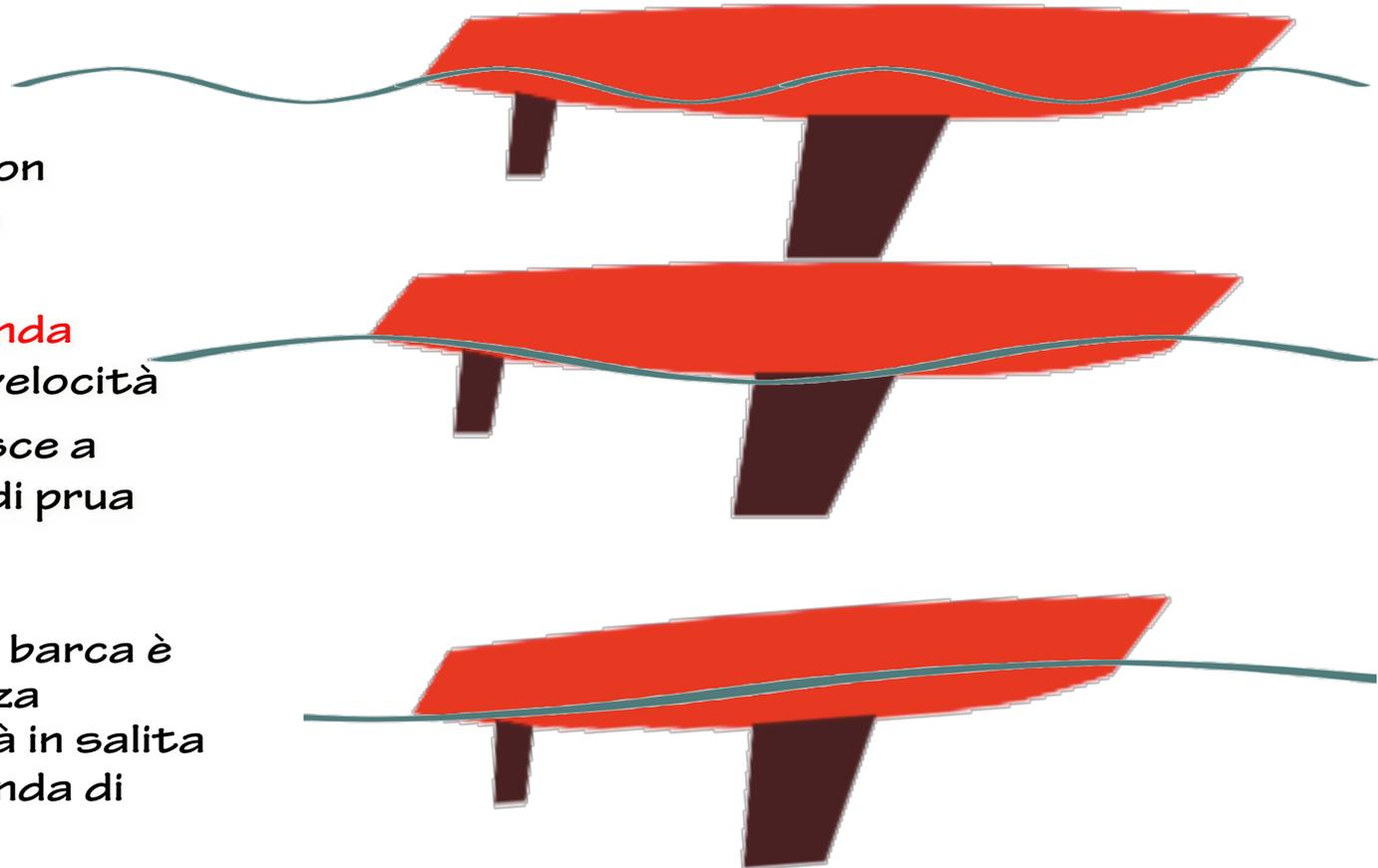


Lo Scafo: Velocità limite di uno scafo dislocante



- Una barca a dislocamento (non planante) ha una velocità limite
- La **lunghezza d'onda** aumenta con la velocità
- La barca non riesce a superare l'onda di prua

Se la **lunghezza al galleggiamento** della barca è minore della lunghezza d'onda, la barca andrà in salita se vuole superare l'onda di prua





Lo Scafo: Velocità limite di uno scafo dislocante



I calcoli ci dicono che la velocità massima teorica (espressa in nodi) è data da:

$$V_{\max} = 2.57 \sqrt{L}$$

Dove L = lunghezza dello scafo al galleggiamento è espressa in metri

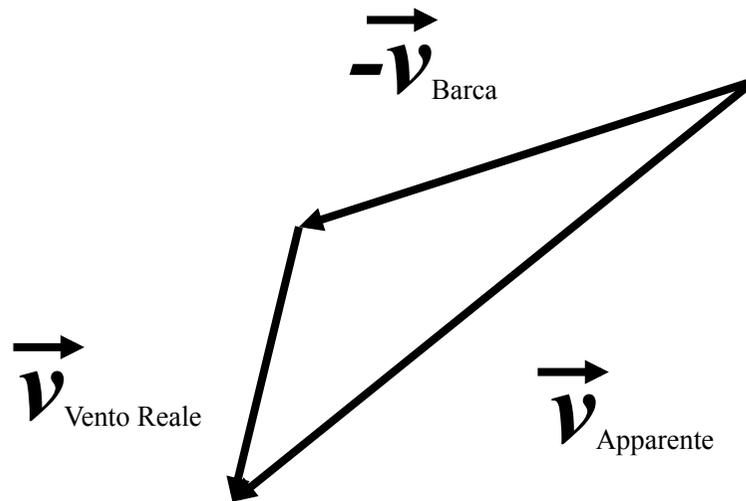
Per uno scafo di 12 m al galleggiamento risulta
 $V_{\max} = 2.57 \sqrt{L} = 8.9$ nodi equivalente a 16.5 km/h



Lo Scafo planante



Se lo scafo è fatto in modo che esso possa planare allora la velocità della barca può essere superiore alla velocità del vento reale





Grazie per la vostra
attenzione

