

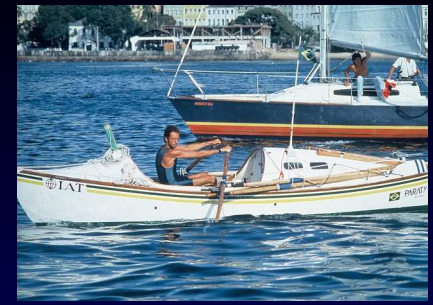
SEMINARIO DE FÍSICA BÁSICA

Barcos de Propulsión a Vela, un poco de historia y física

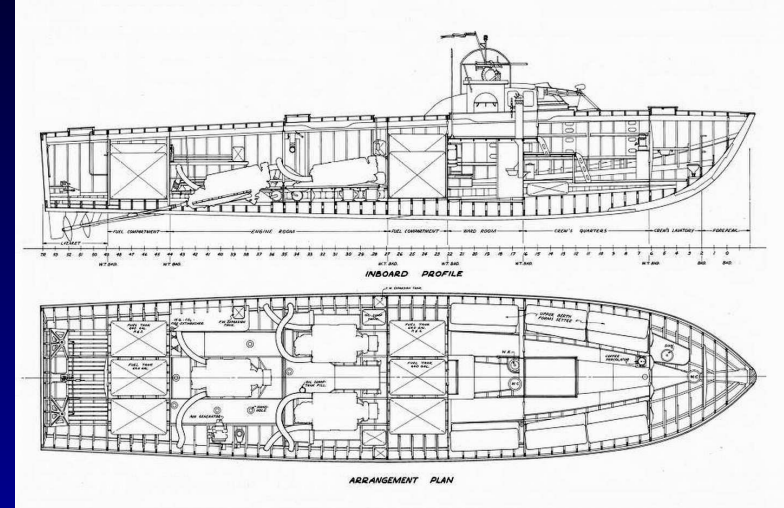
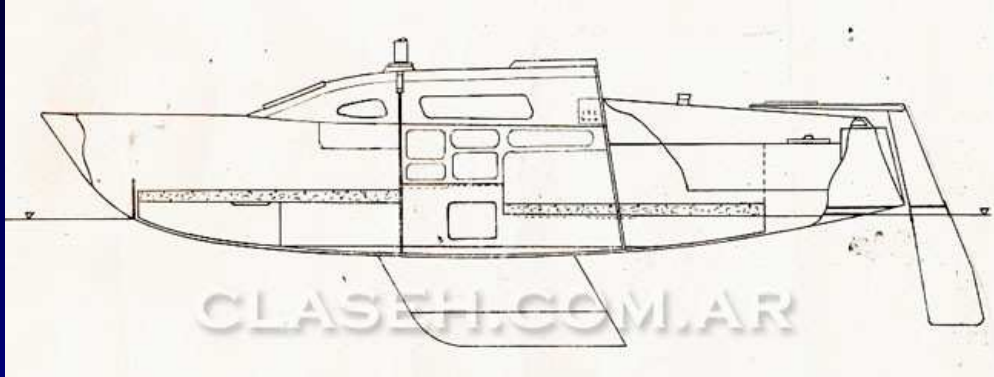
P. Valente



Algunos barcos de ejemplo

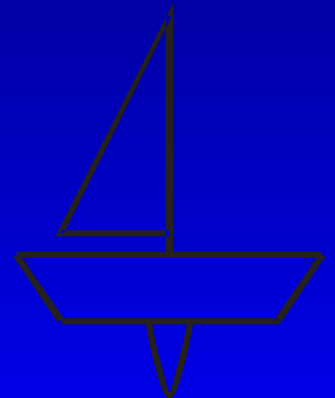


Vela X Motor

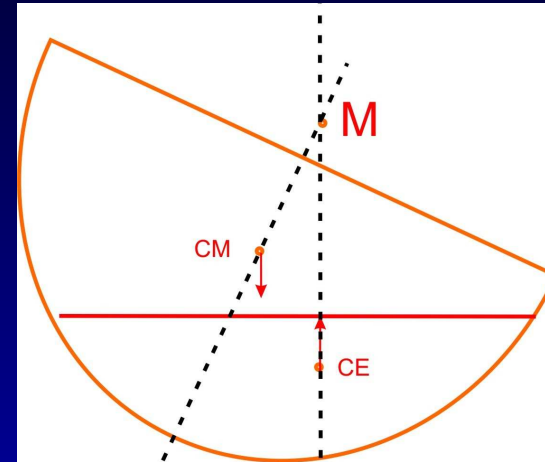
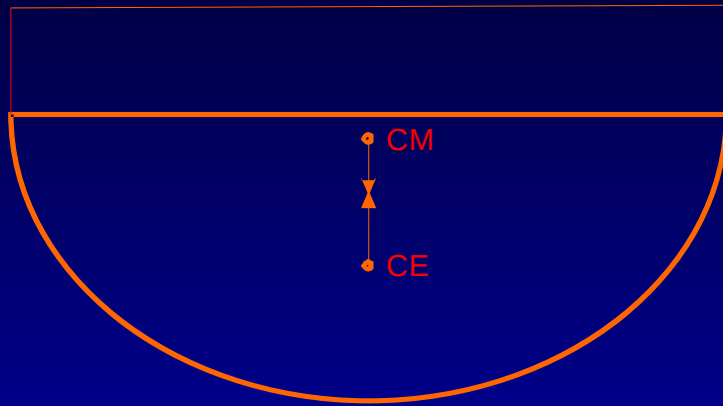


1. Un poco de Física

- Leyes de Newton
- Principios de Acción y Reacción
- Torques.
- Principios de Arquímedes y Pascal
- Arrastro de un sólido en un medio fluido
- Efectos Hidro y aerodinámicos



Movimientos en la vertical



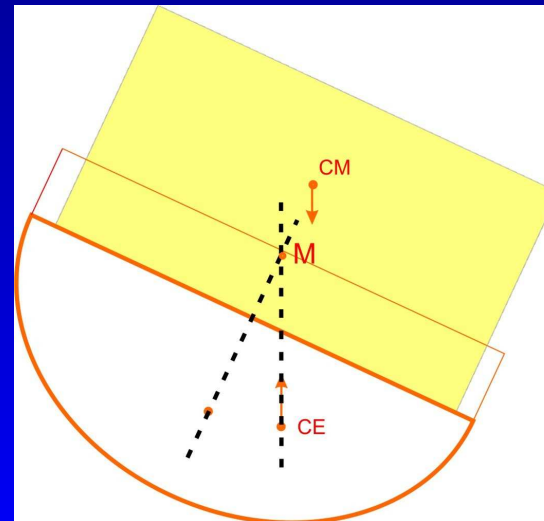
Eq. Estable

Principio de Arquímedes

$$(M_b - M_f)g = 0$$

Principio de Pascal

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_2}{A_1}$$



Eq. Inestable

Torque alrededor de un eje transversal. Efecto de las olas

TROIS MANIÈRES D'ALLER PAR LE FOND



1. Lorsqu'un petit bateau, de type chalutier, prend une vague géante de travers, il est roulé



comme un vulgaire jouet. Toutes les vitres sont brisées, l'eau envahit alors le navire qui coule très vite.



2. Un pétrolier qui parvient à escalader une vague géante n'est pas sauvé pour autant. N'étant plus porté



par l'eau que sur une partie de sa coque, il se brise en deux sous son propre poids. Fatal...

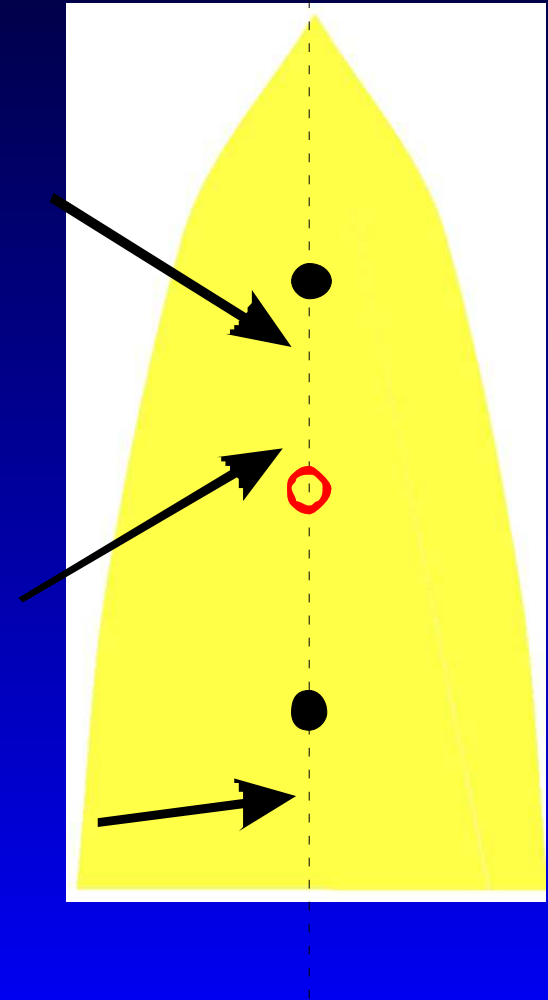


3. Le pétrolier chevauche une vague déjà importante. Il plonge vers la vague scélérate qui suit et la heurte. Des centaines de



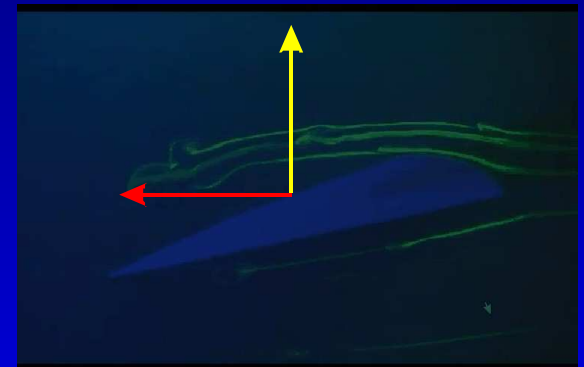
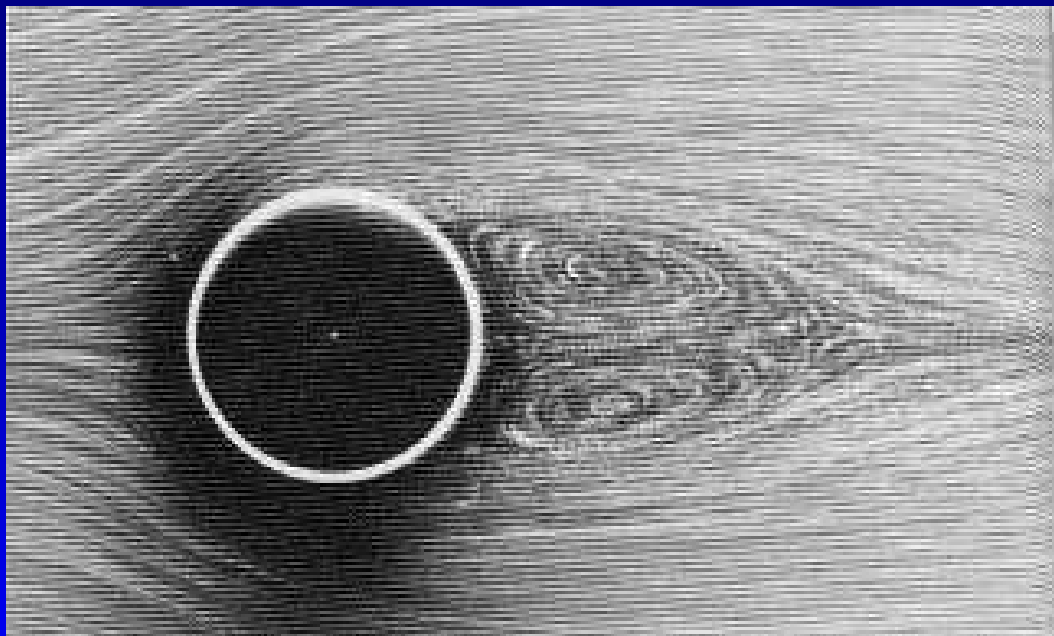
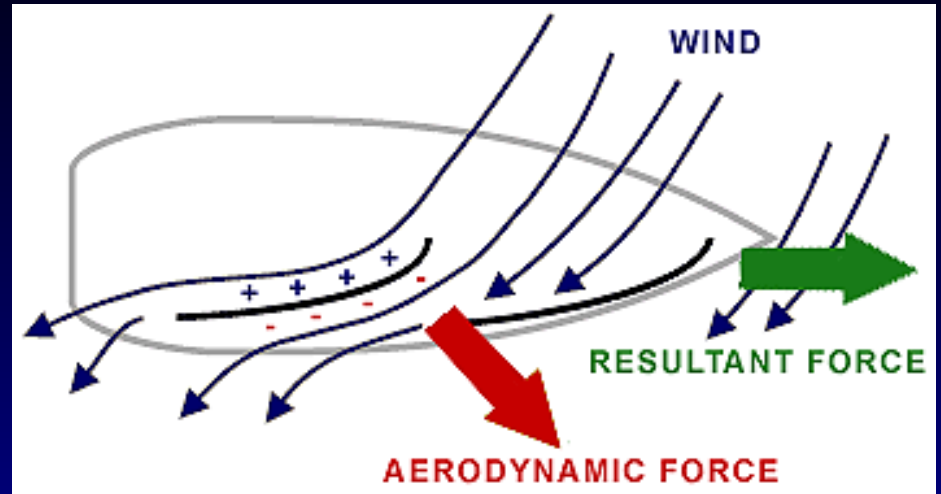
tonnes d'eau s'abattent sur le pont défoncé par le choc. Le navire ne sombre pas forcément, mais il est mal en point.

Movimiento de rotación alrededor de un eje vertical (paralelo al mástil)



Efecto Bernoulli

Video KQuest: 3.20, 5.15,



Movimiento de Translación sobre la superficie plana. Navegación

Balance de fuerzas horizontales

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \vec{F}$$

Estas fuerzas son determinadas por efectos hidro y aerodinámicos.

Ref.

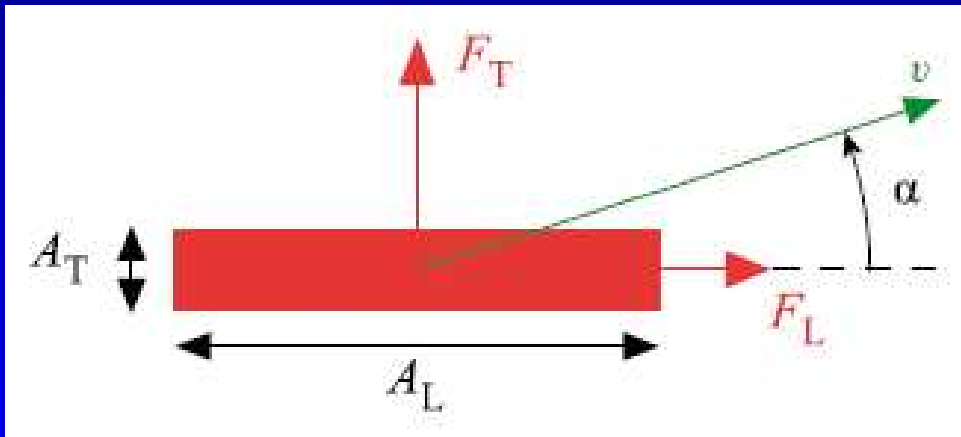
1 – Nuno Barros de Sá, *Gazeta de Física* **30**, 2 (2007)

2 - George Goldenbaum, *Am. J. Phys.* **56**, 209 (1988);

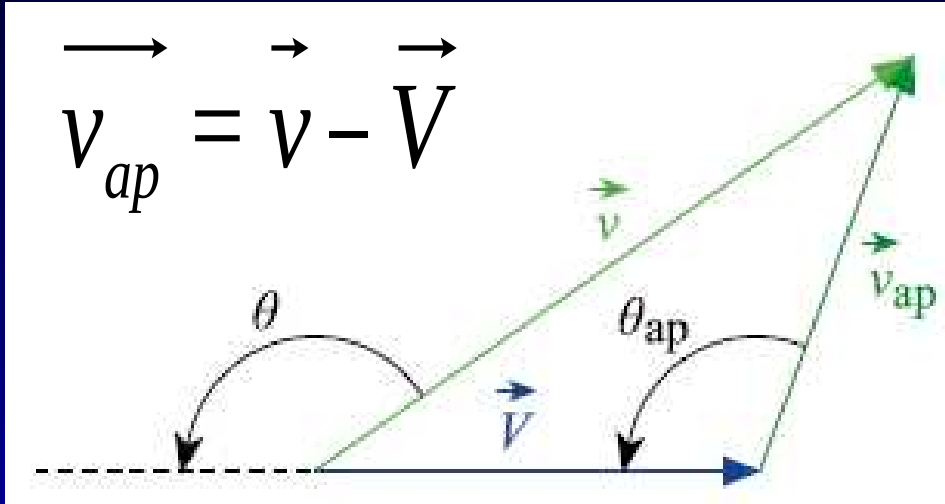
$$\vec{F} = \vec{F}_T + \vec{F}_L$$

$$\vec{F}_T = \rho A_L v^2 \cos\alpha$$

$$\vec{F}_L = \rho A_T v^2 \sin\alpha$$



Viento aparente



$$\theta = 0$$

Contra el viento

$$\theta = \pi$$

Popa

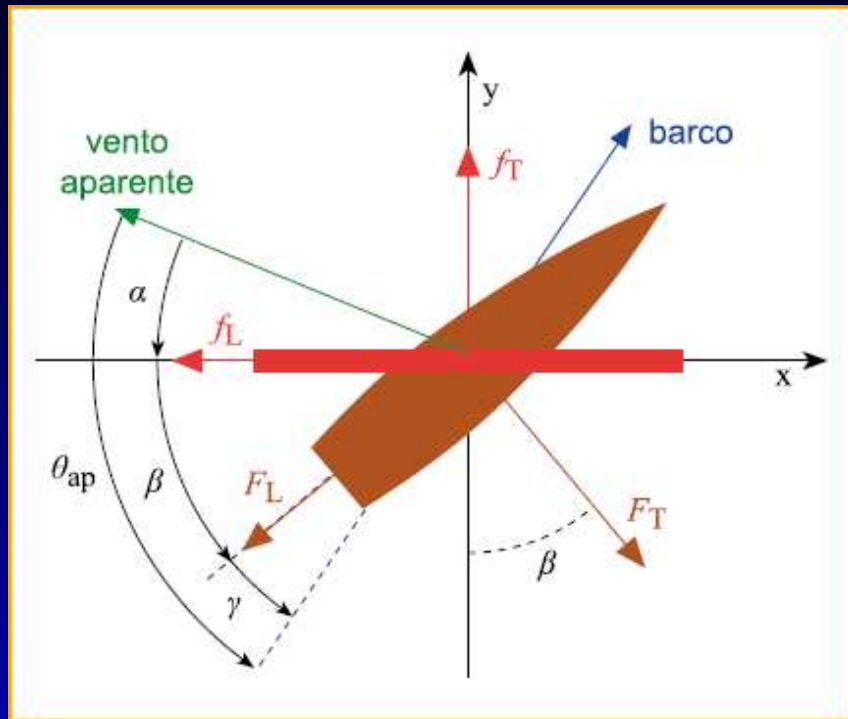
$$\theta = \pm\pi/2$$

Través

$$\cot\theta_{ap} = \cot\theta + \frac{V}{v\sin\theta}$$

$$v_{ap}^2 = v^2 + V^2 + 2vV\cos\theta$$

Fuerzas que actúan sobre el barco



$$f_T = \rho_{aire} a_T v_{ap}^2 \sin \alpha$$

$$f_L = \rho_{aire} a_L v_{ap}^2 \cos \alpha$$

$$F_T = \rho_{agua} A_L V^2 \sin \gamma$$

$$F_L = \rho_{agua} A_T V^2 \cos \gamma$$

$$F_x = F_T \sin \beta - F_L \cos \beta - f_L$$

$$F_y = -F_L \sin \beta - F_T \cos \beta + f_T$$

$$V = cte \Rightarrow F_x = F_y = 0$$

$$\rho_{ar} v_{ap}^4 a_L a_T + \rho_{ag} V^4 A_L A_T + \rho_{ar} \rho_{ag} v_{ap}^2 V^2 [(a_T A_L + A_T a_L) \cos(\theta_{ap} - \beta) \cos \beta - (a_T A_T + A_L a_L) \sin(\theta_{ap} - \beta) \sin \beta] = 0$$

$$V(\theta_{ap}, \beta, v_{ap})$$

Se encuentra el ángulo β que lleva a la máxima velocidad del barco.

$$\frac{dV}{d\beta} = 0 \Rightarrow \beta = \theta_{ap} / 2$$

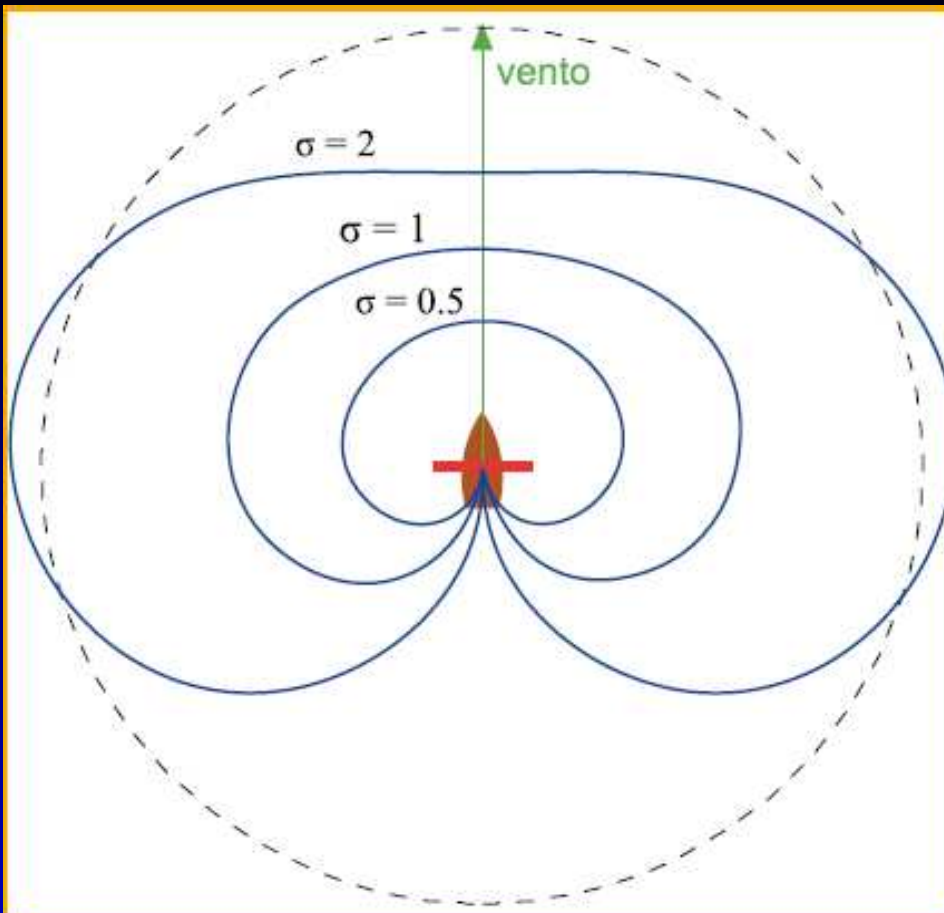


$$a_L \gg a_T$$

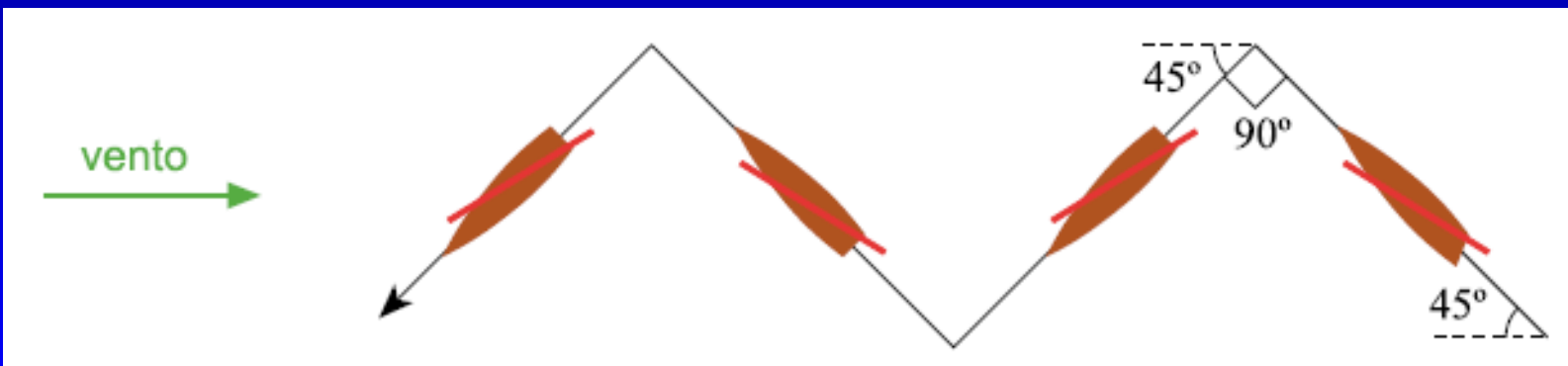
$$A_L \gg A_T$$

$$\eta = \frac{A_T}{A_L},$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\rho_{ar} a_L}{\rho_{ag} A_T}}$$



- Es posible navegar casi en contra el viento
- En buenos barcos (σ grande) la máxima velocidad no es para viento de popa, sino que de través



1. Un poco de historia

Vickings: primero con remos, después la forma mixta

Polinesios

Arquipélago de Japón

Pueblos del Mediterráneo

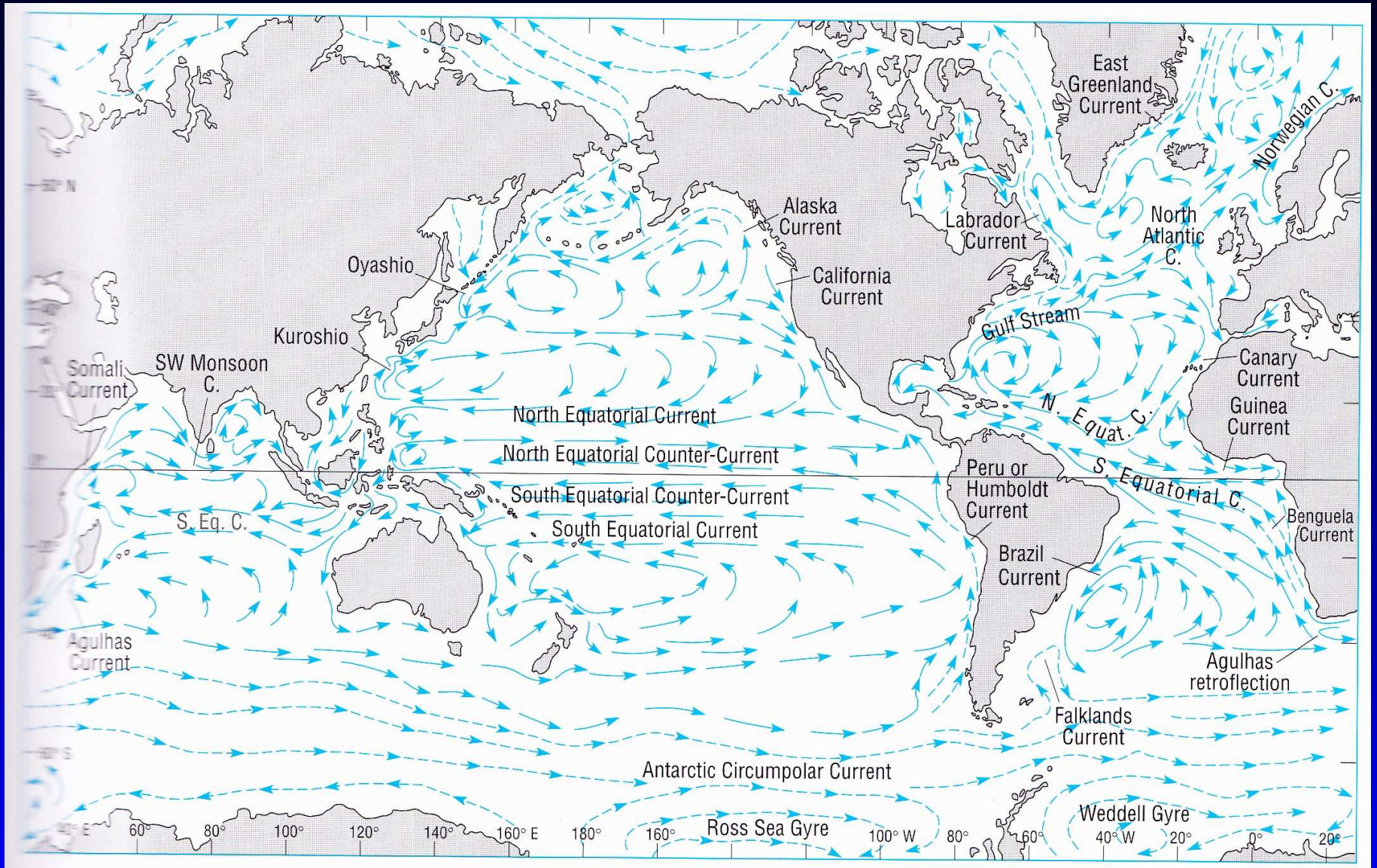
Grandes navegaciones

Espectacular desarrollo después de las leyes de Newton

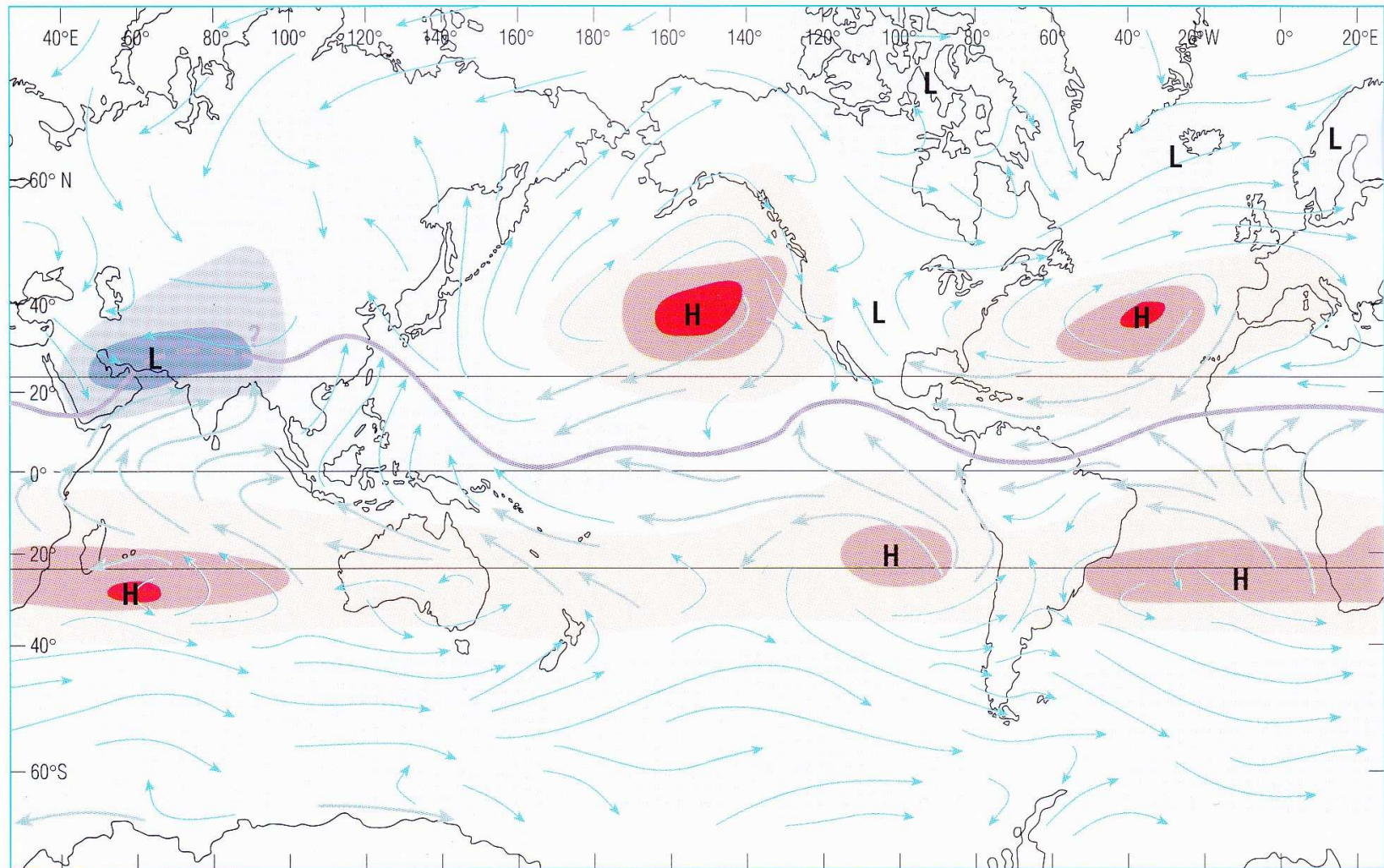
Vapor

Hoy: Motores X Vela

Corrientes



Vientos (Invierno nuestro)



(a) JULY

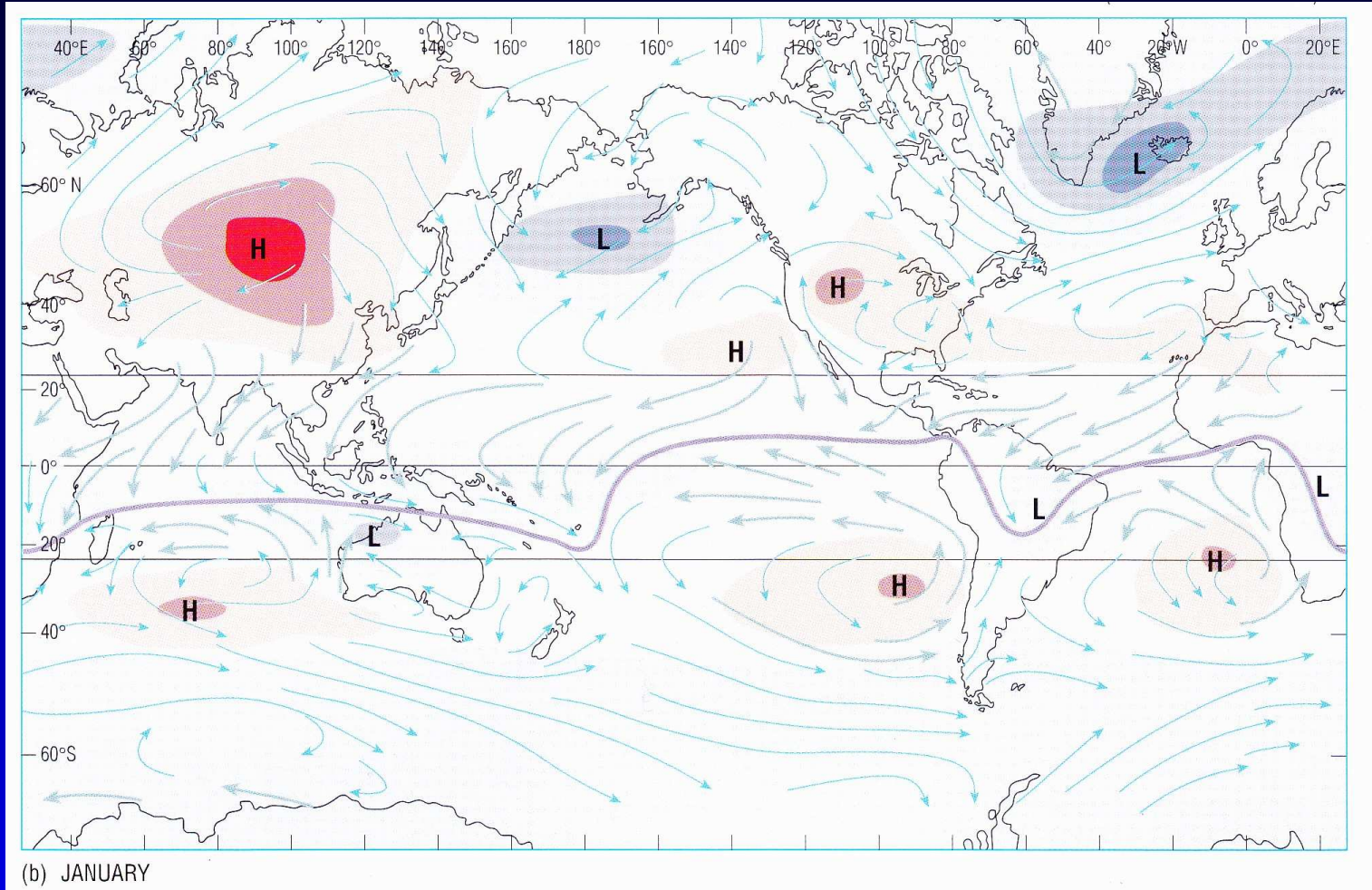
KEY

— mean position of ITCZ

← most frequent wind direction

← prevailing wind direction (≥50% of observations)

Vientos (Verano nuestro)

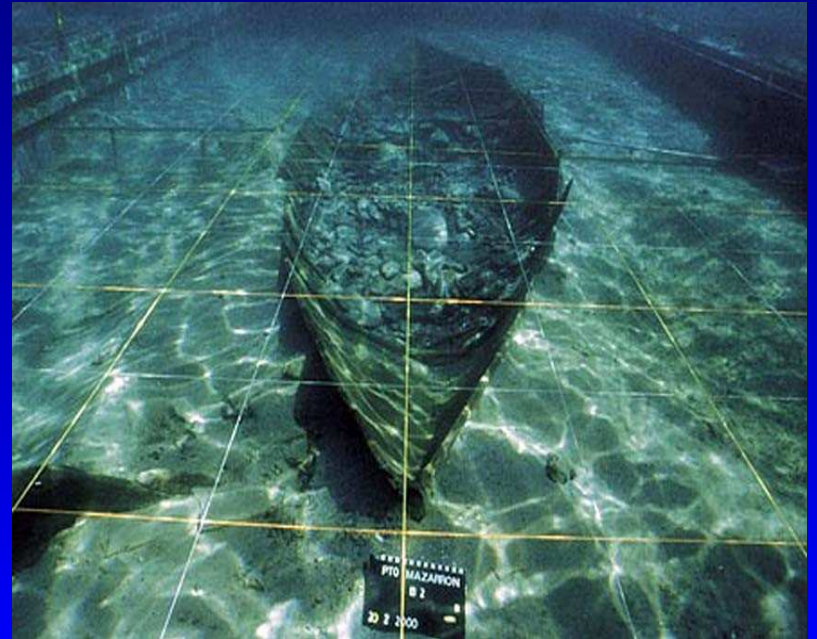
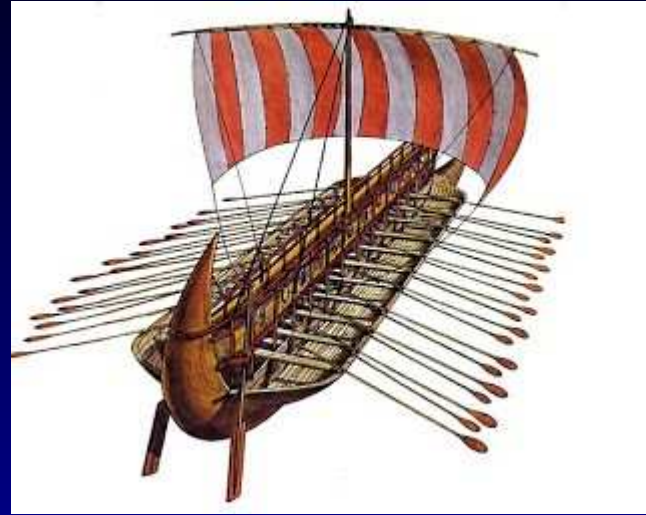


Fenicios



Muchas ciudades con puertos, vivían del comercio, haciendo el “puente” entre Asia/áfrica y Europa via mediterráneo.





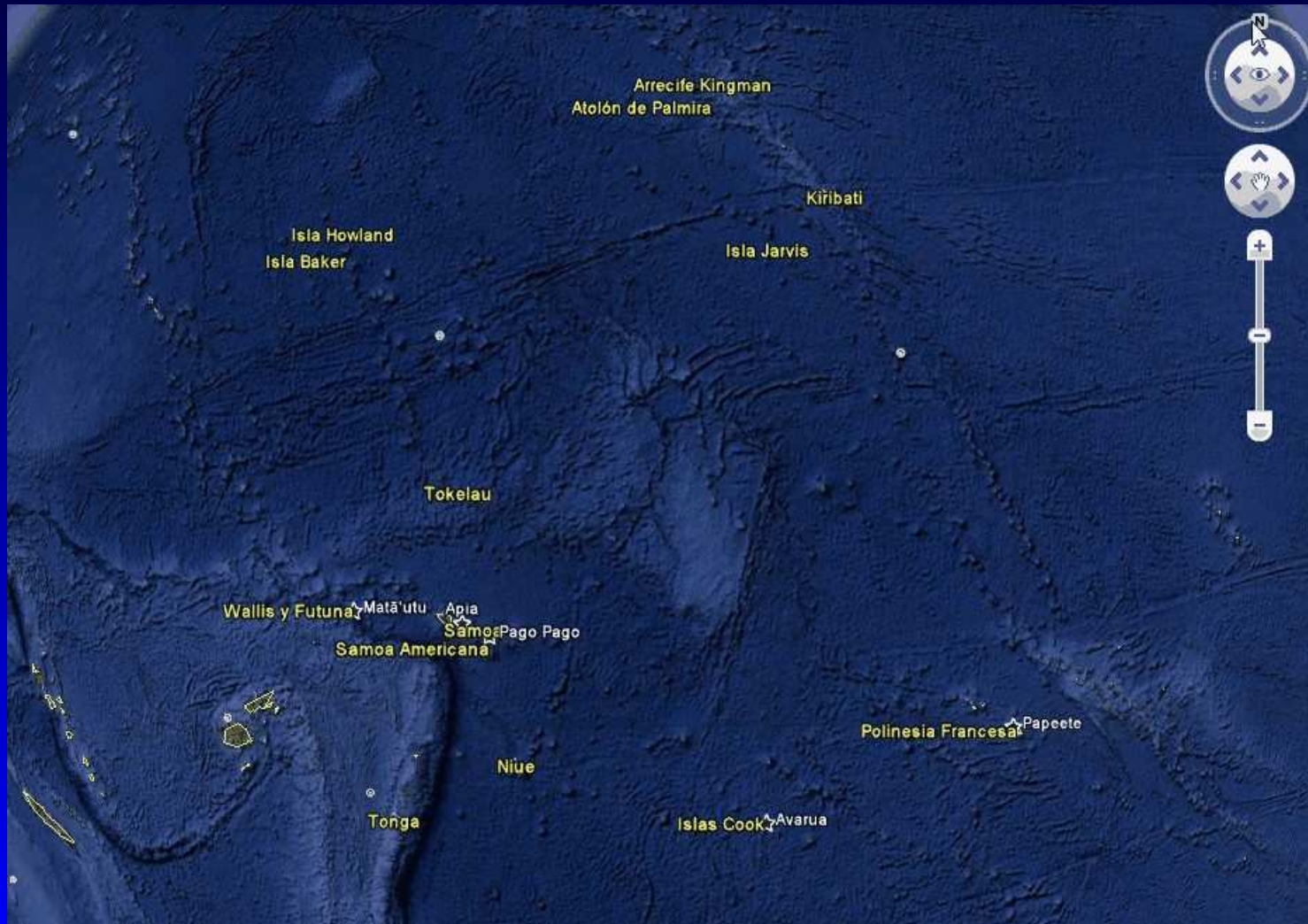
Vikingos





Polinesios y el katamarán (*Catamarã*)

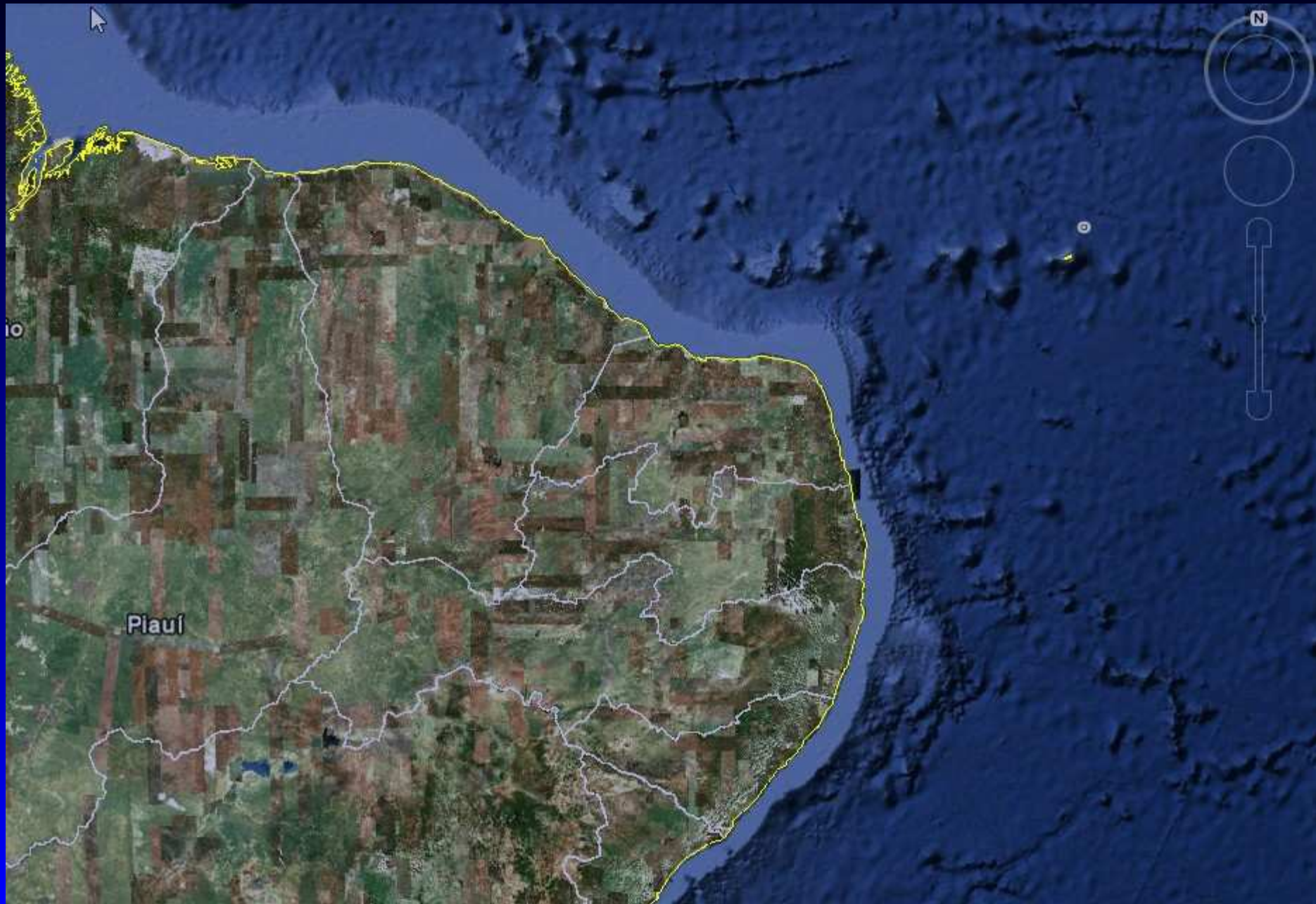
- Exploración, Pesca, hay muchas islas visibles una de la otra, genera curiosidad...







NE brasileiro y la *Jangada*



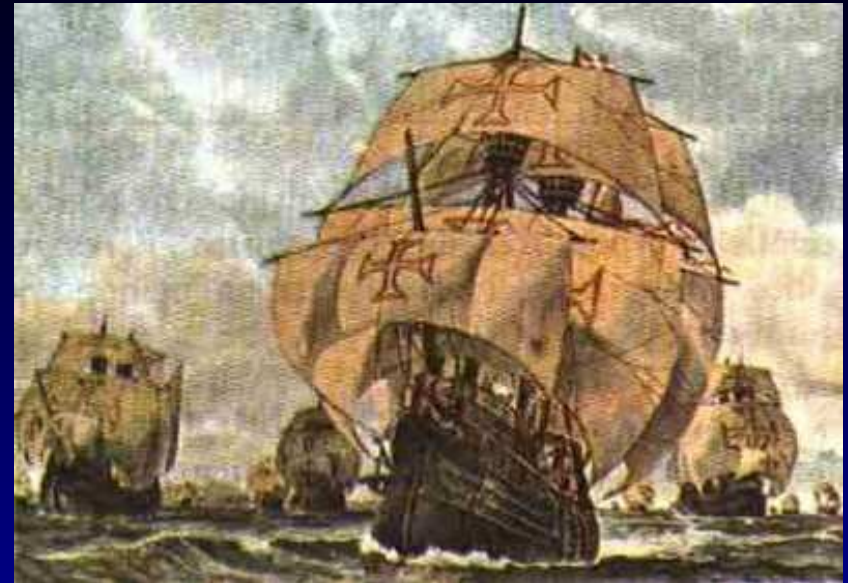
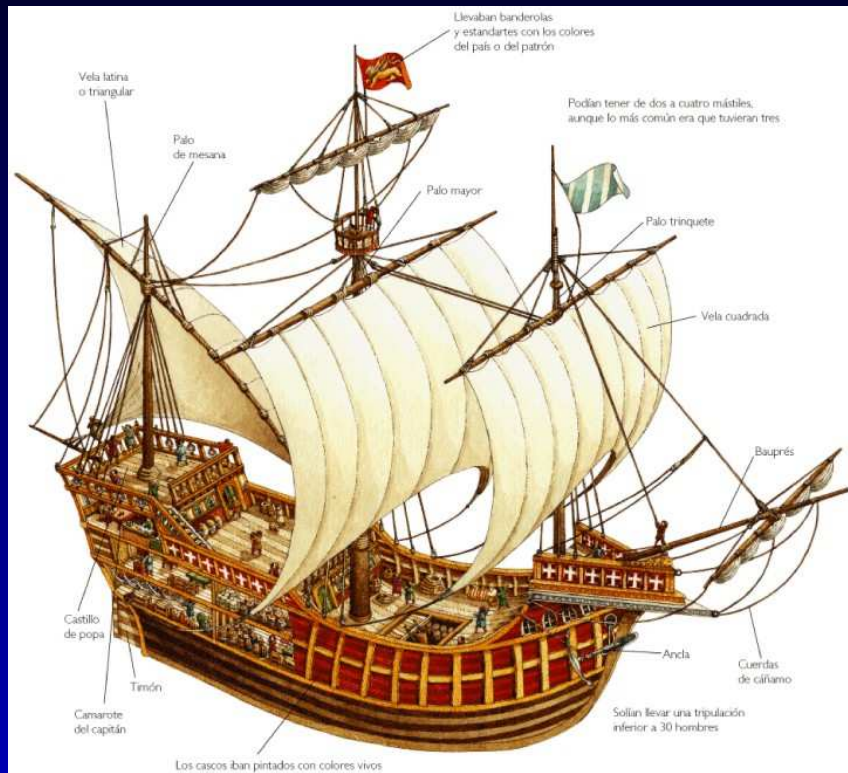




Las grandes Navegaciones europeas



Barcos Ibéricos.







Barcos Ingleses.

Leyes de Newton ~ 1750

En inicio del siglo XIX, Inglaterra logra varias conquistas, como los españoles y portugueses algunos siglos antes.





Hoy en día



FAMILIA SCHURMAN



AMYR KLINK



La “Fórmula 1”

