

Mamíferos marinos

Tema 6

- Locomoción. Esqueleto.

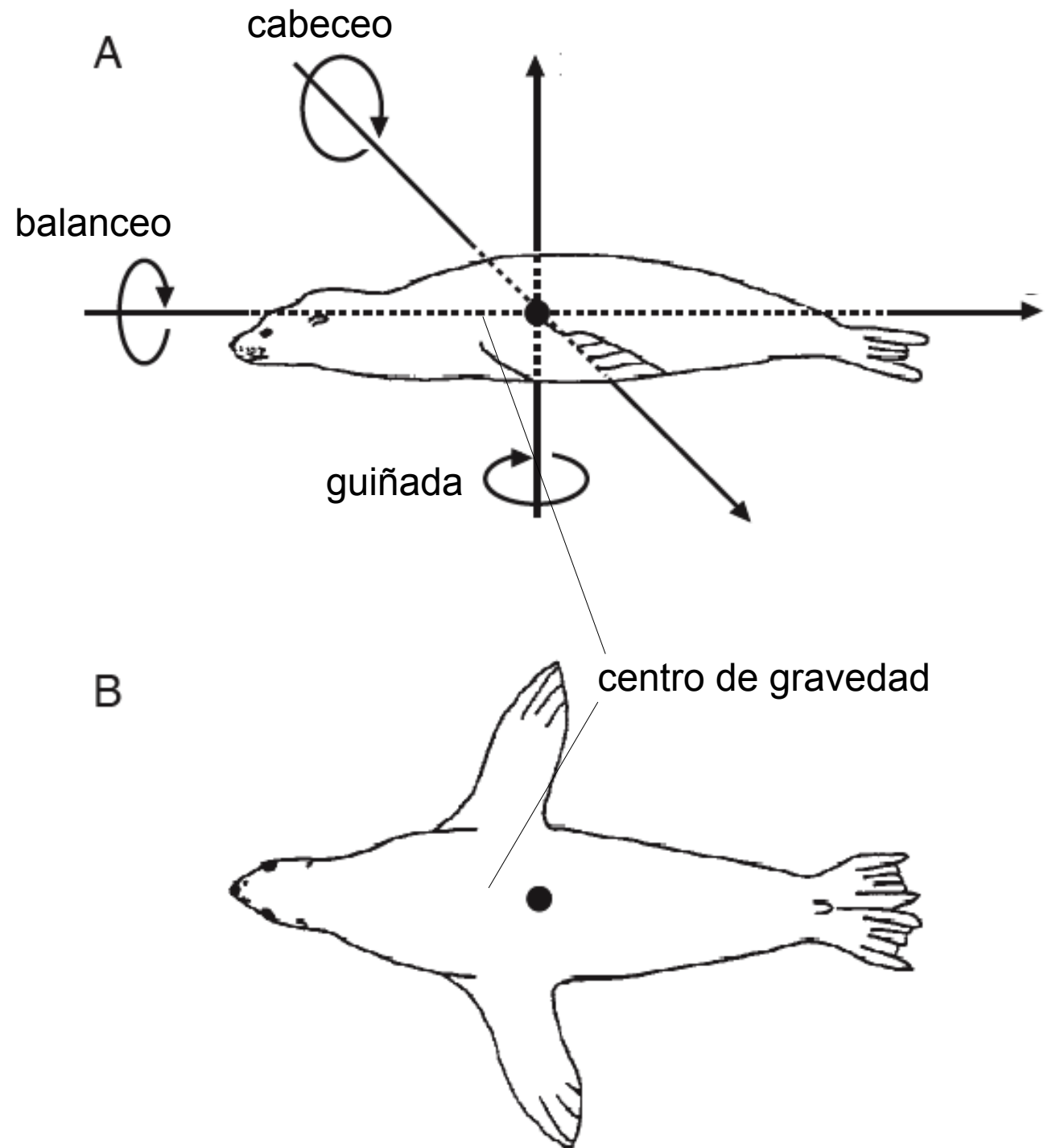
Natación

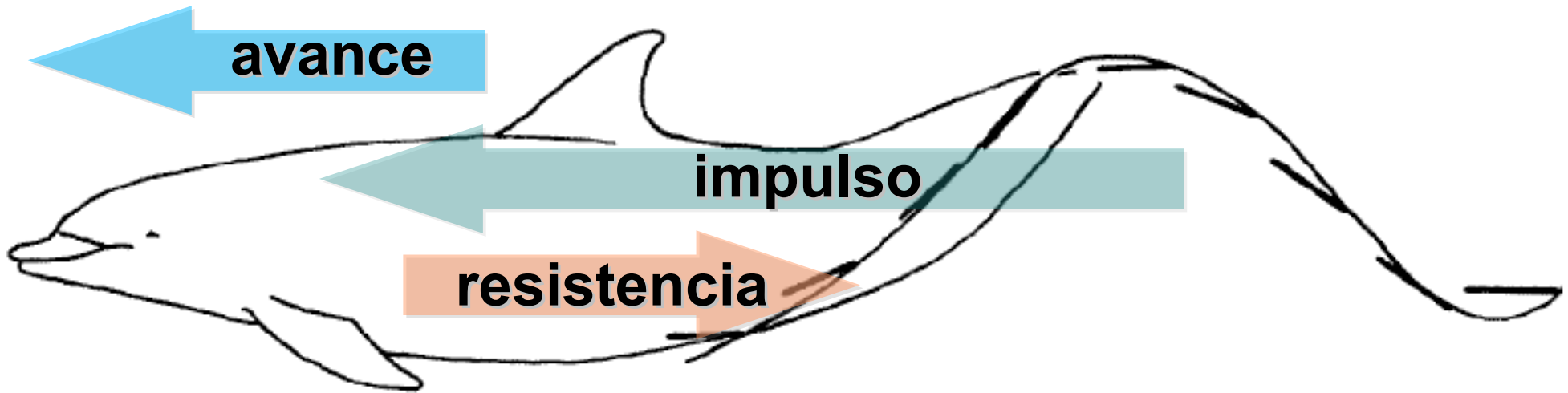
El agua es más densa y viscosa que el aire:
Los mamíferos marinos requieren una potente **propulsión**
que se oponga a la **resistencia** del agua



Natación

Desplazamiento
tridimensional
permite
maniobras en el
espacio





Resistencia procede de

- Rozamiento con el agua (viscosidad)
- Presión que ejerce el agua (densidad)
- Ondas producidas por el avance
- Resistencia inducida por las aletas

Impulso procede de

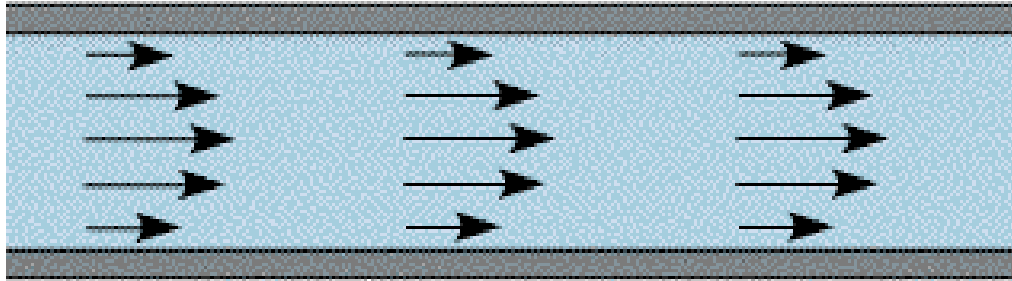
- Fuerza muscular aplicada a desplazamientos verticales de la aleta. Supone consumo de energía

Factores que reducen la resistencia al avance en el agua

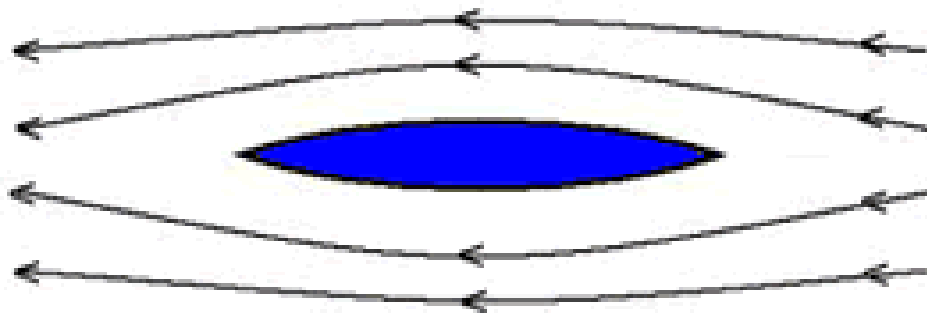
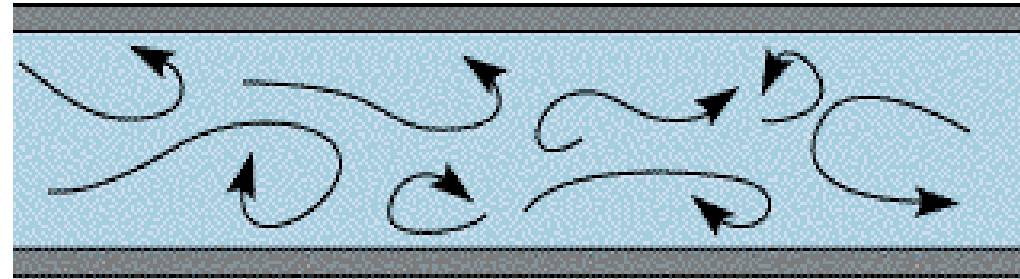
- Cuerpo sin peso en el agua: extremidades no sostienen
- Cuerpo sin salientes ni protuberancias
- Reducción extremidades anteriores: aptas para equilibrar
- Desaparición extremidades posteriores (atrofia o fusión)
- Piel lisa y elástica: reducción turbulencias

Forma hidrodinámica

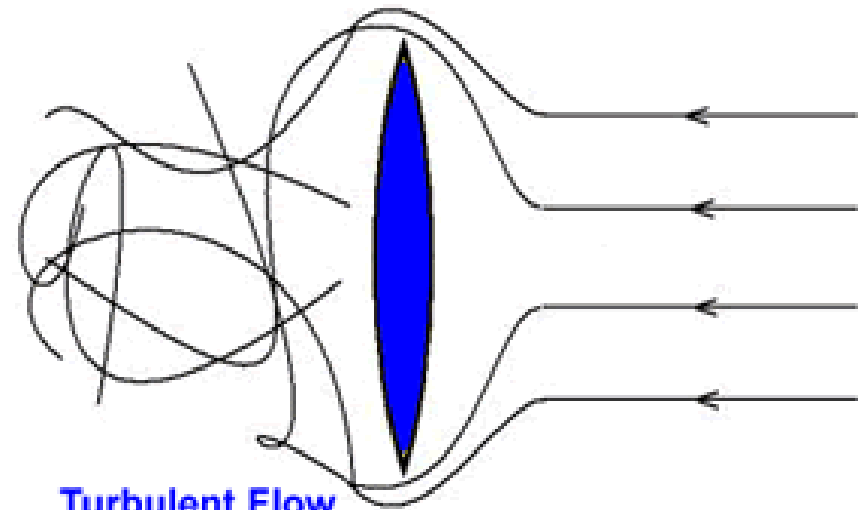
Flujo laminar



Flujo turbulento

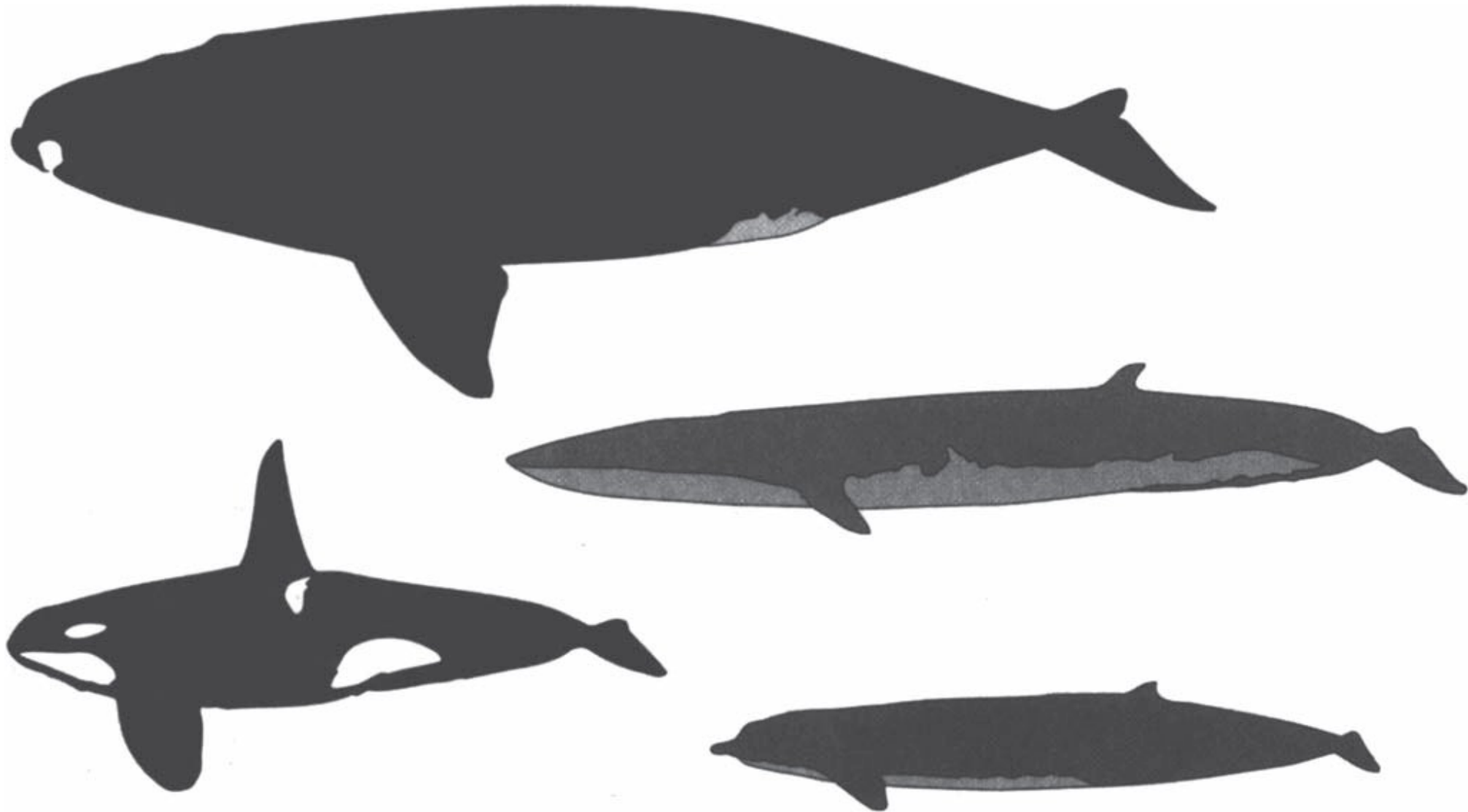


Laminar Flow



Turbulent Flow

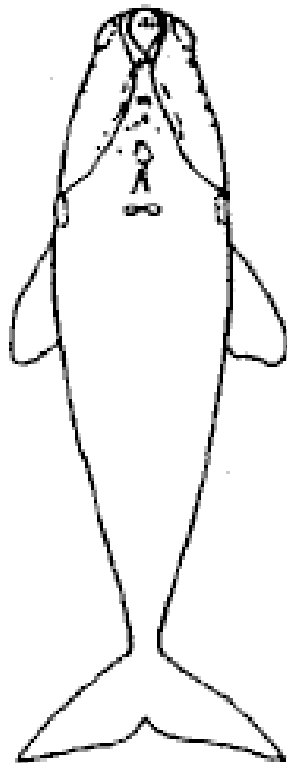
Forma hidrodinámica



Forma hidrodinámica



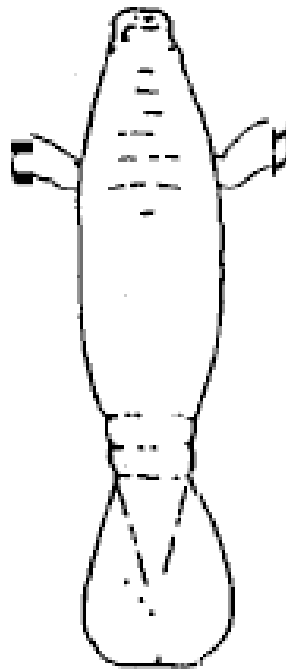
rorcual



ballena
franca



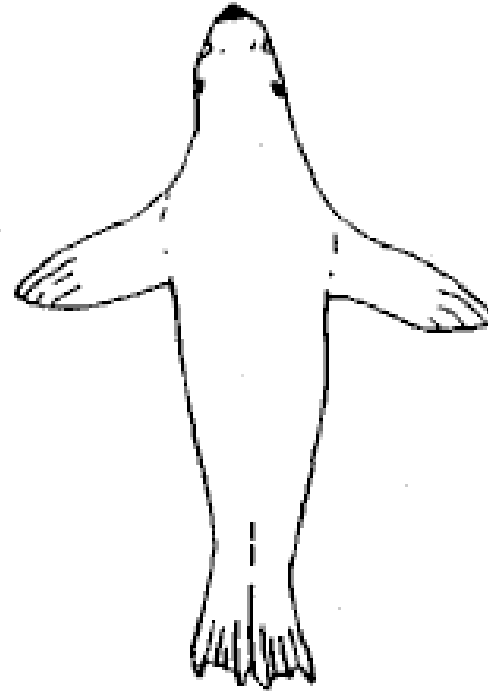
delfín



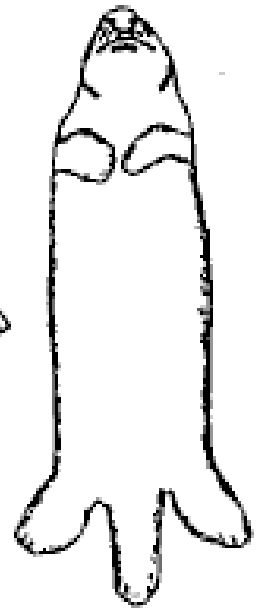
manatí



foca



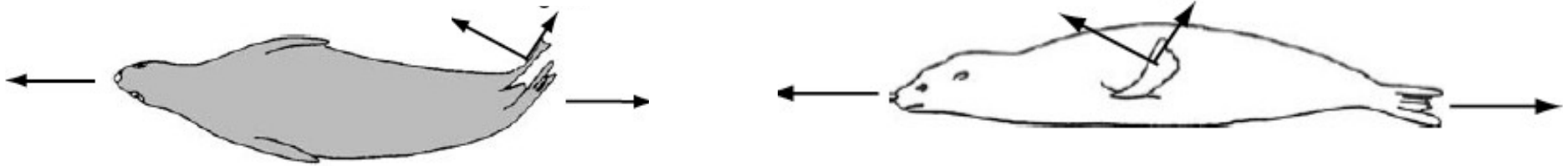
otario



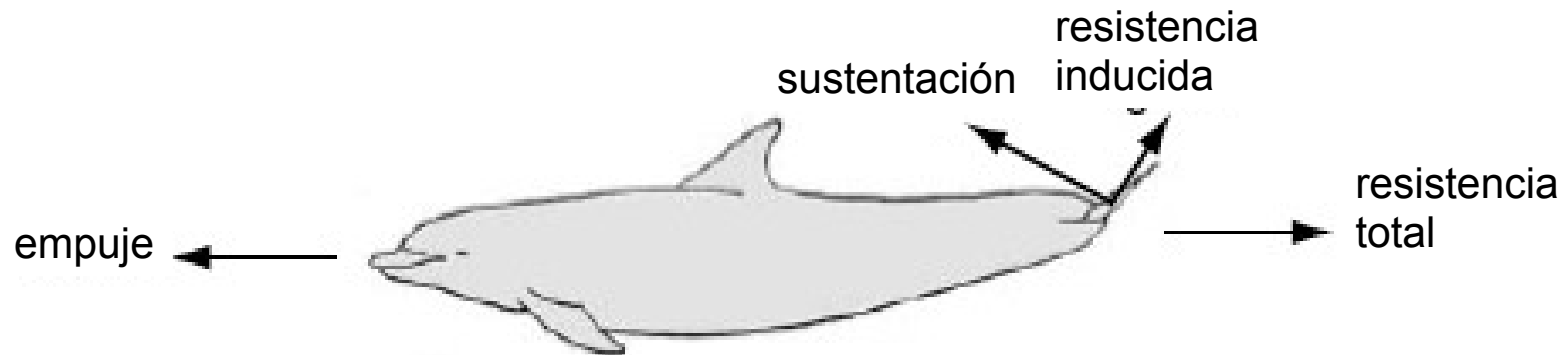
nutria marina

Propulsión mamíferos marinos

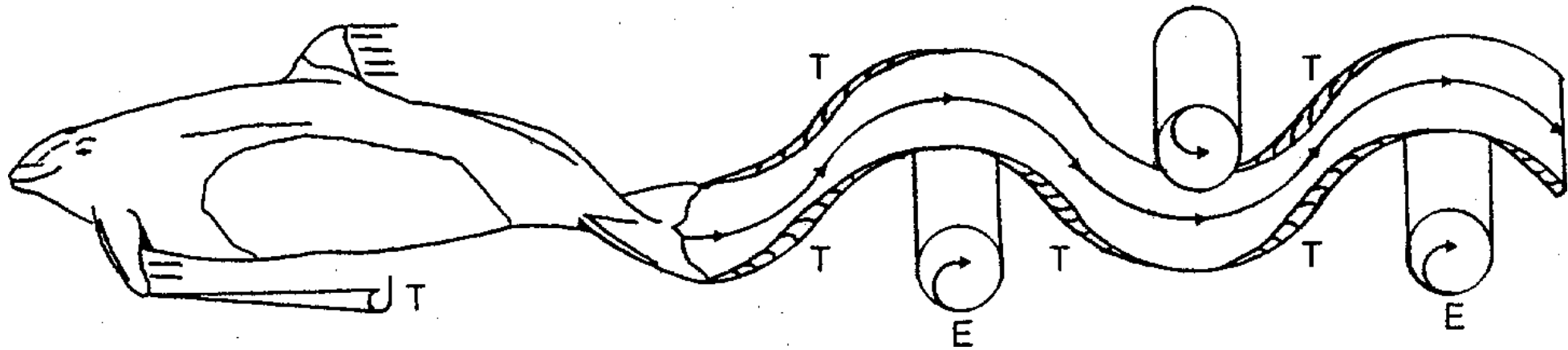
Movimientos de aletas pares (pinnípedos, nutrias)



Movimientos verticales de aleta caudal (cetáceos, manatíes)



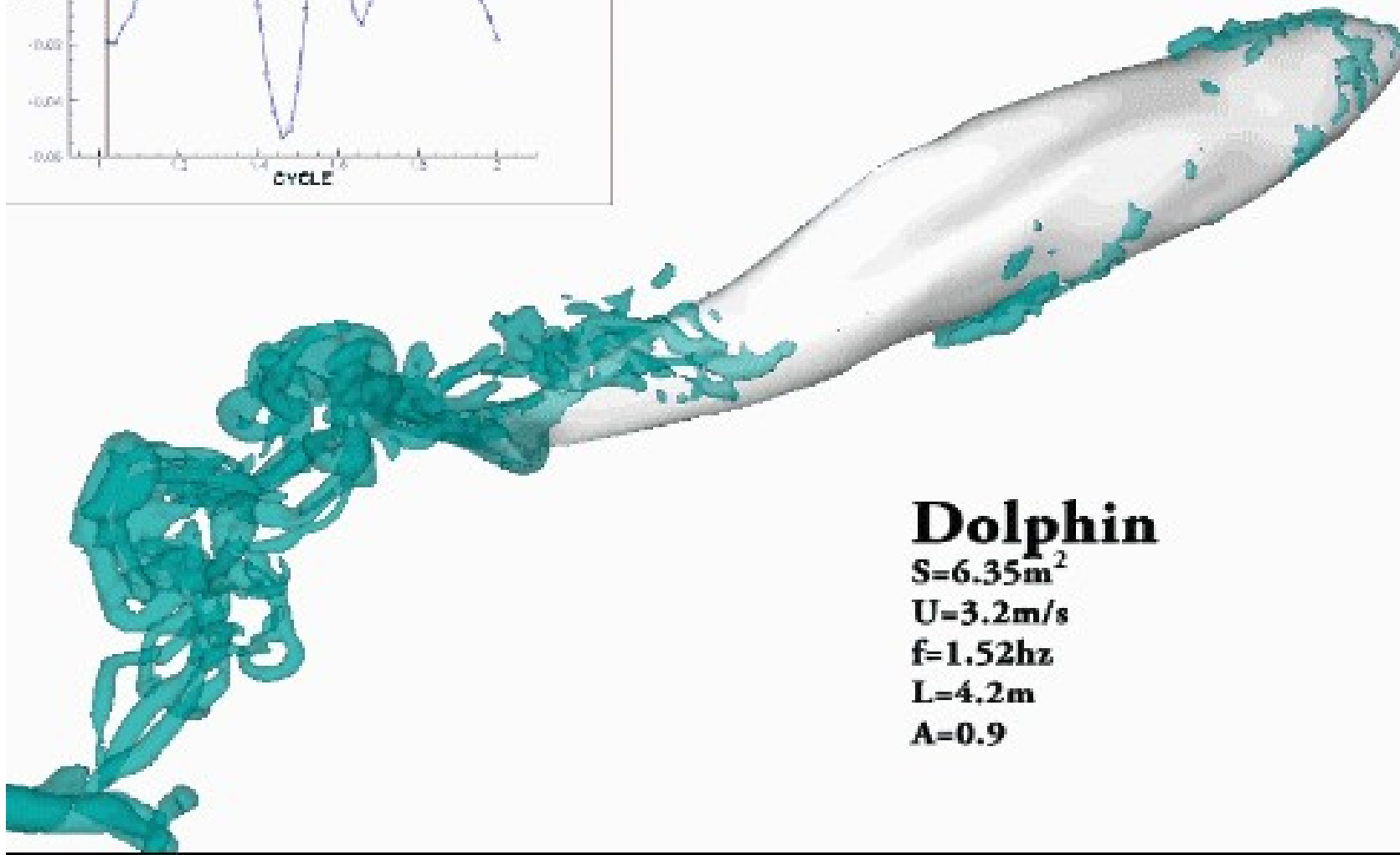
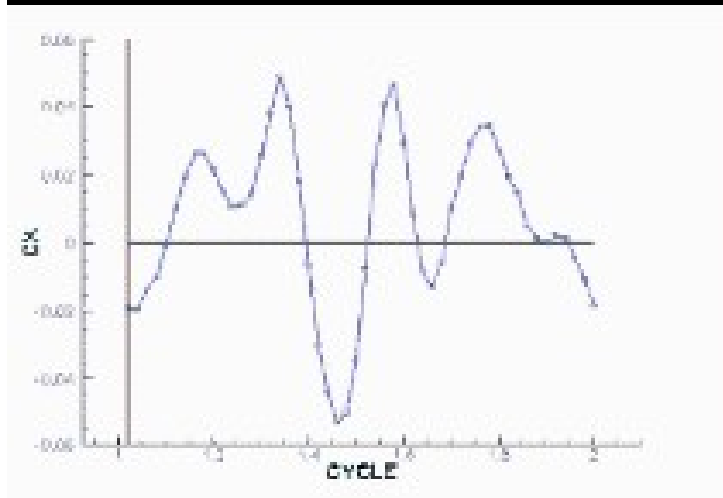
Turbulencia en la estela de un delfín



T remolino en la punta de las aletas,
resistencia inducida

E remolino producido por el borde de la cola,
origen del impulso

Supresión de turbulencias a lo largo del cuerpo



Dolphin

$S=6.35\text{m}^2$

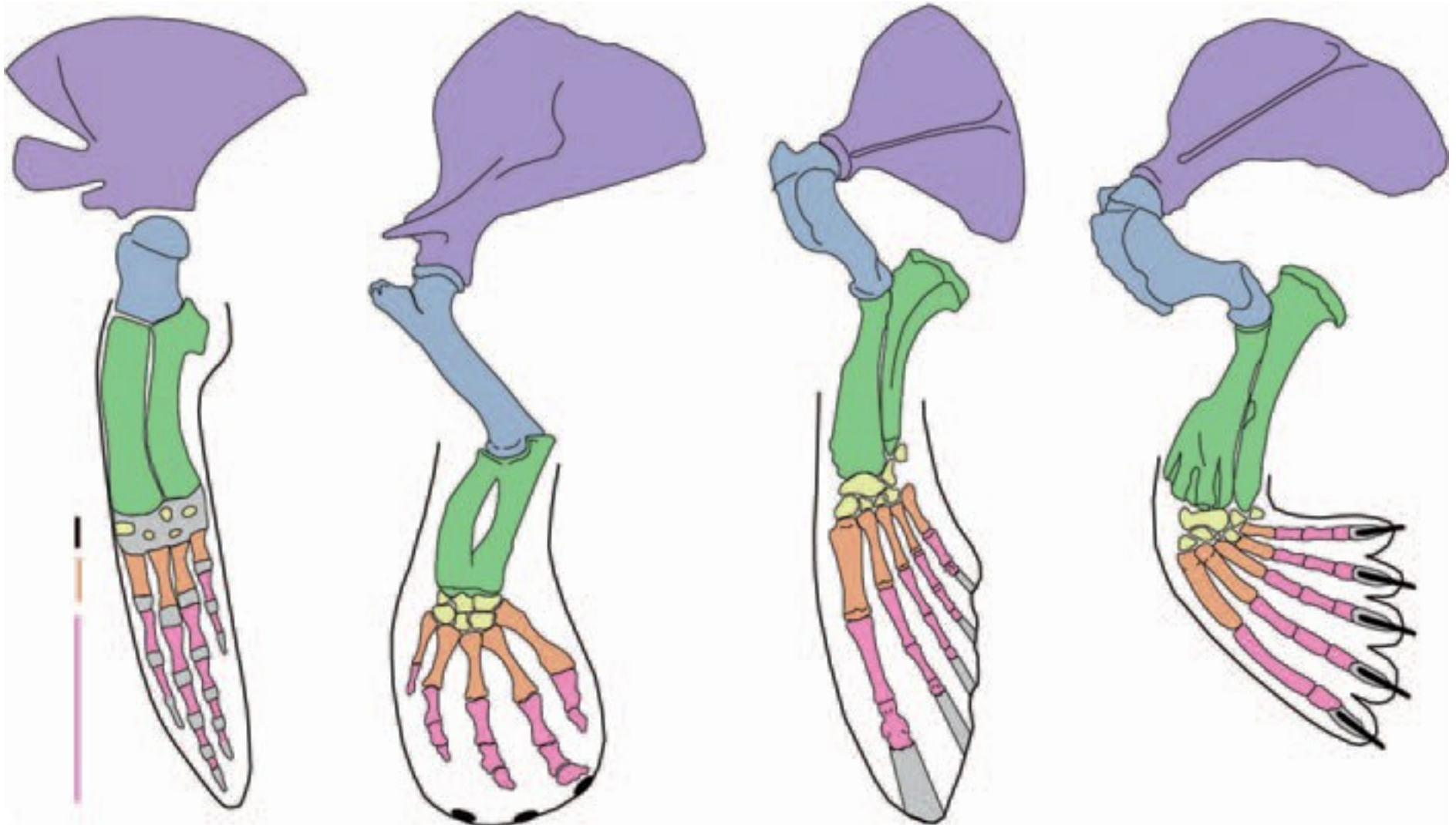
$U=3.2\text{m/s}$

$f=1.52\text{hz}$

$L=4.2\text{m}$

$A=0.9$

Extremidades



rorcual

manatí

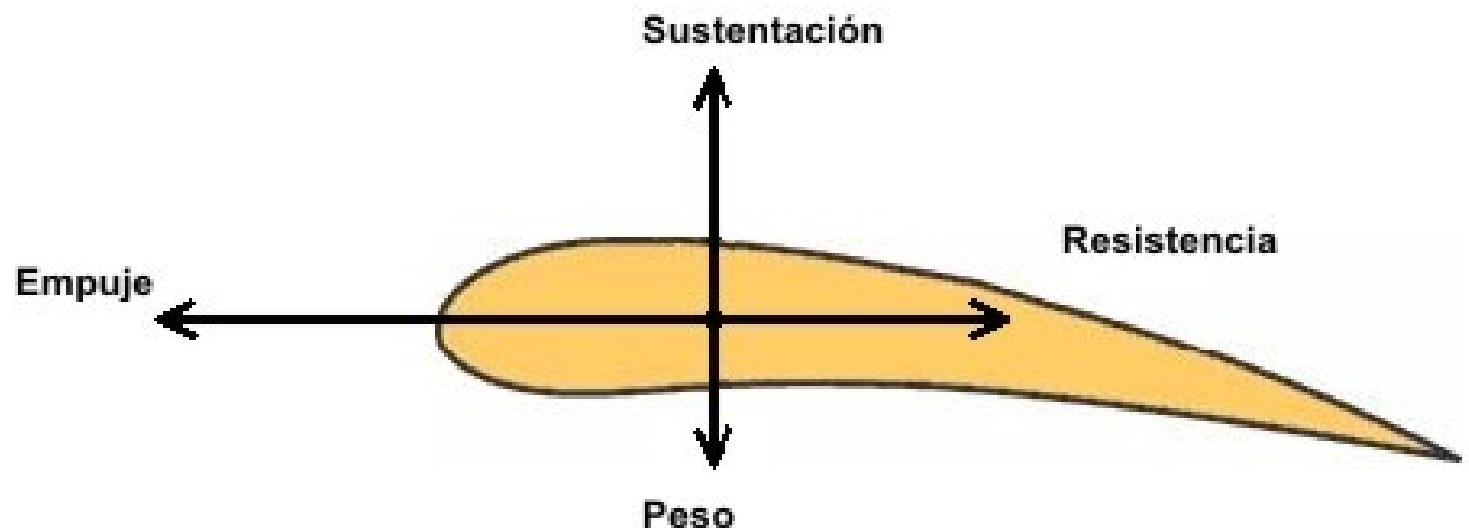
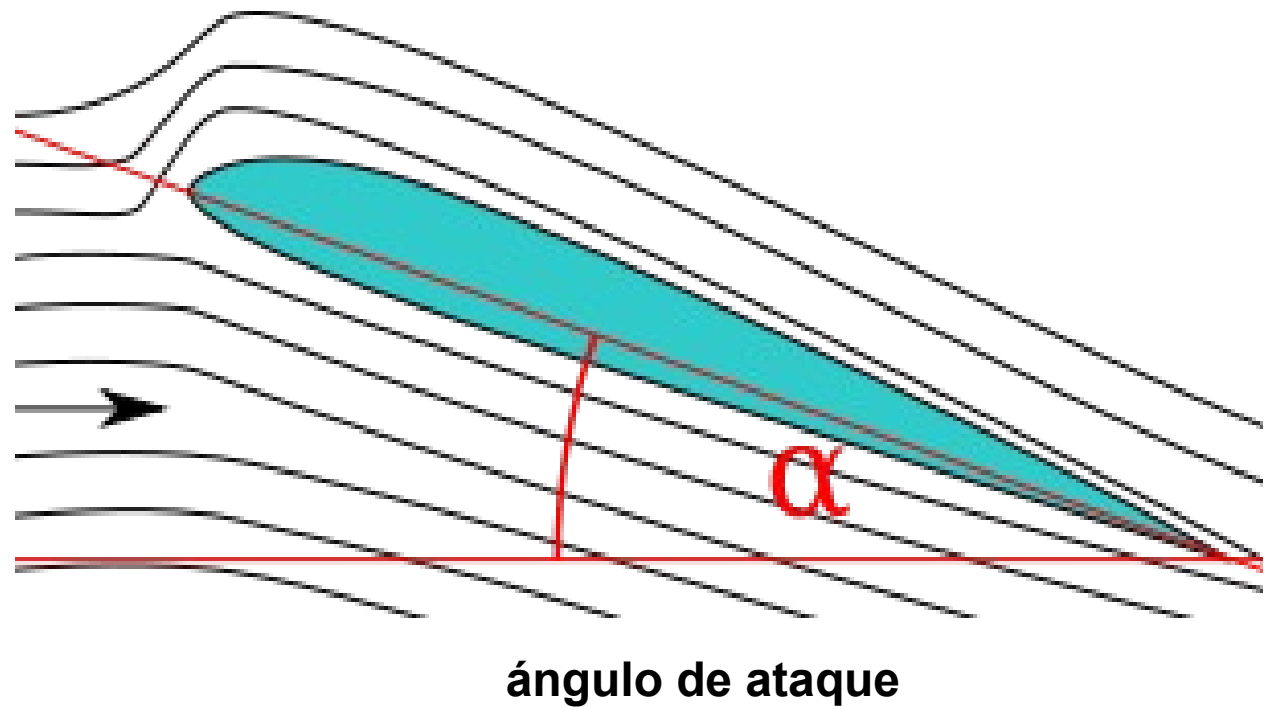
otario

foca

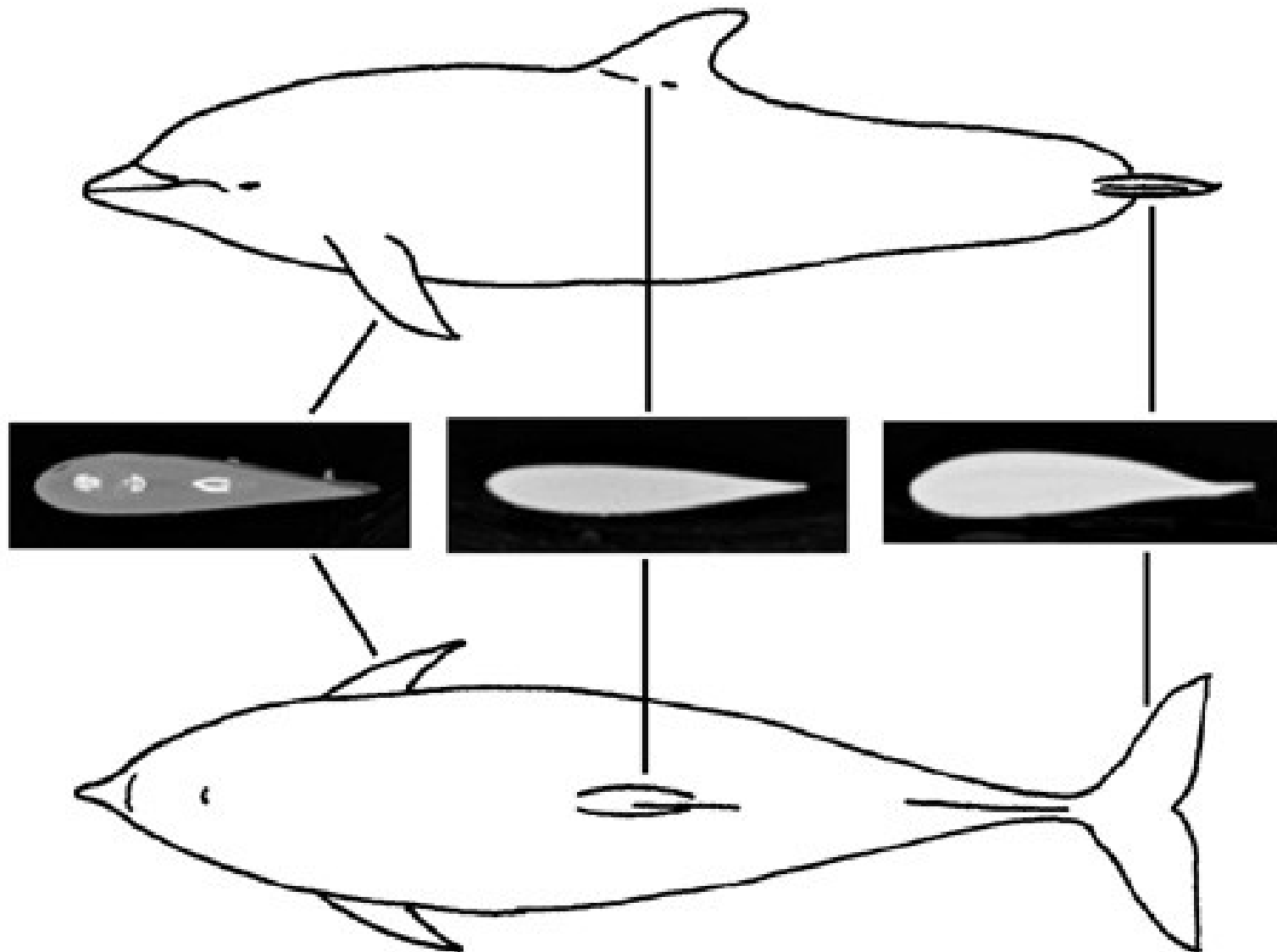
Control del movimiento

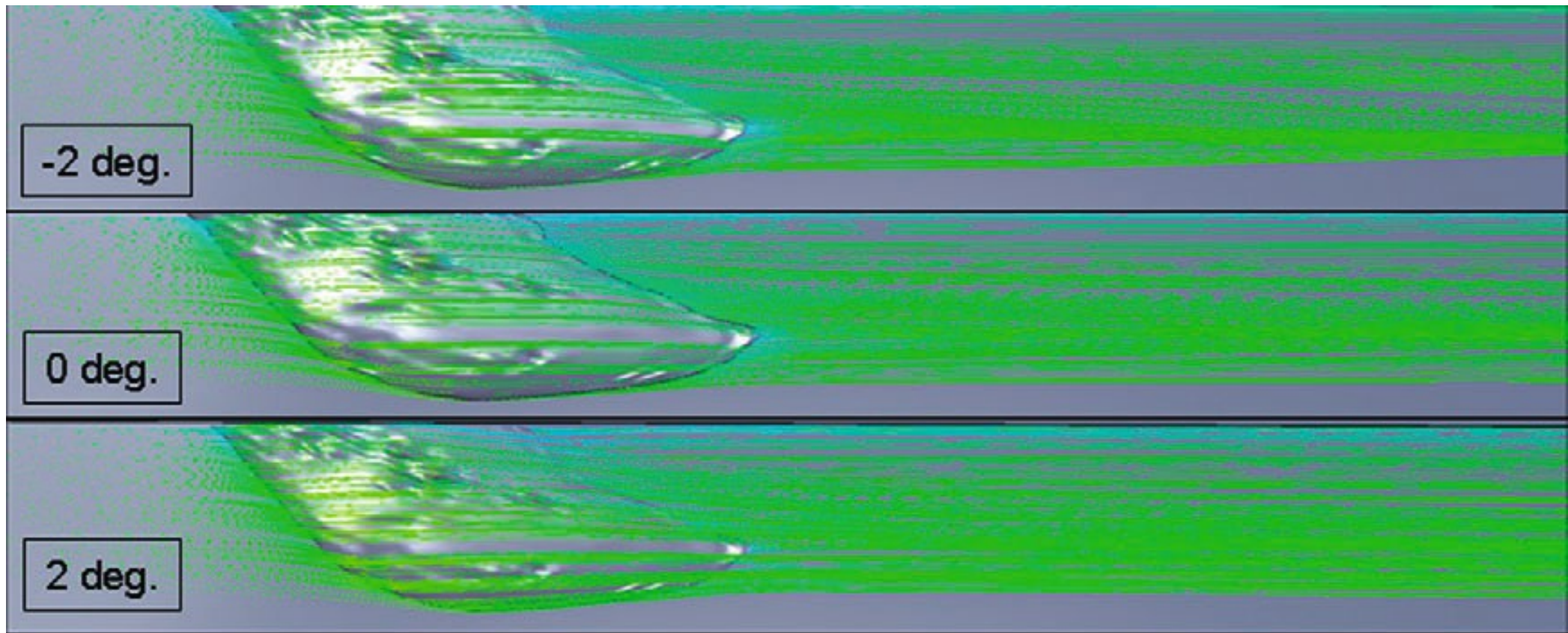
Las aletas actúan como un ala.

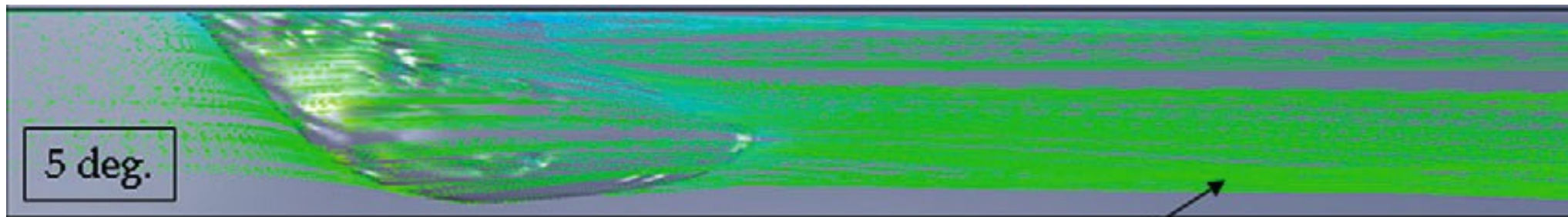
En ángulo con la dirección de avance (ángulo de ataque) producen empuje en la dirección de avance y sustentación perpendicular a esa dirección.



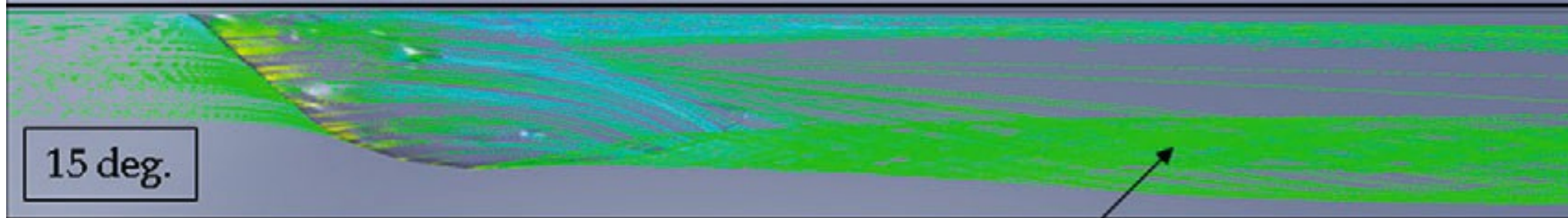
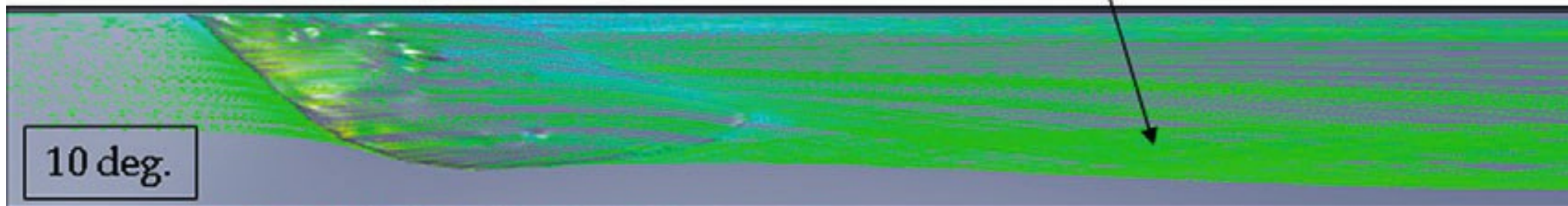
Superficies de control en los delfines



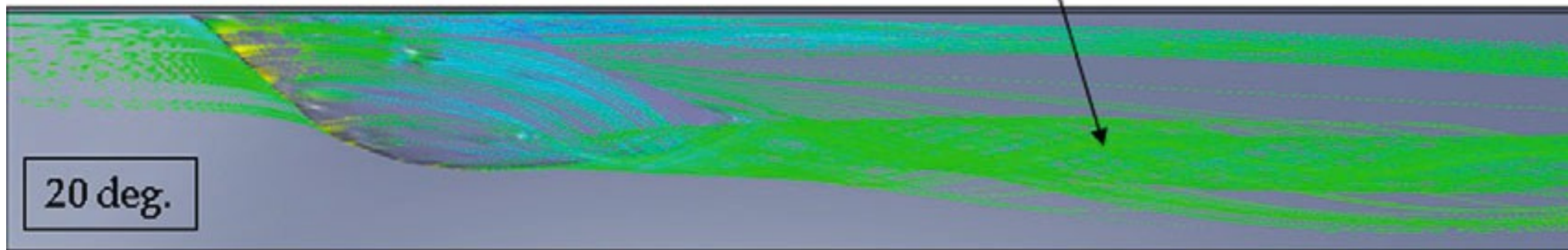




Remolino



Remolino



Esqueleto y locomoción

Pinnípedos



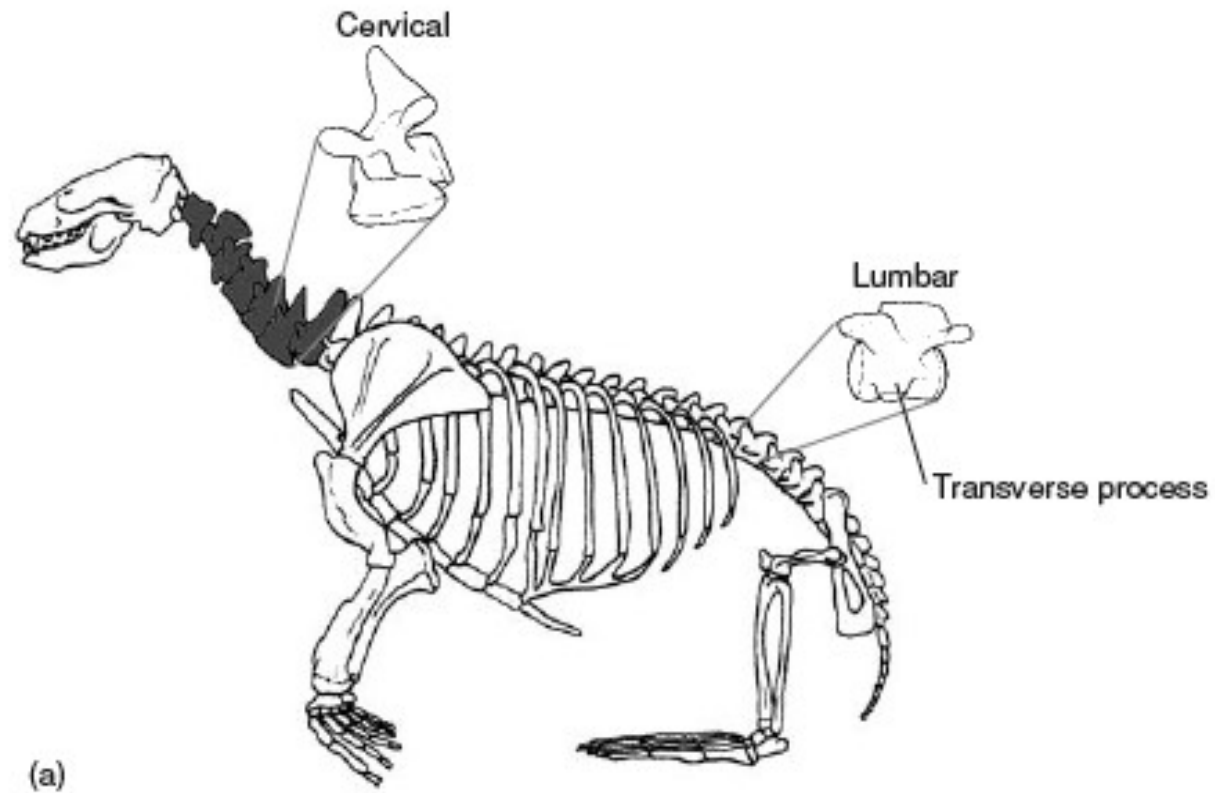
otario



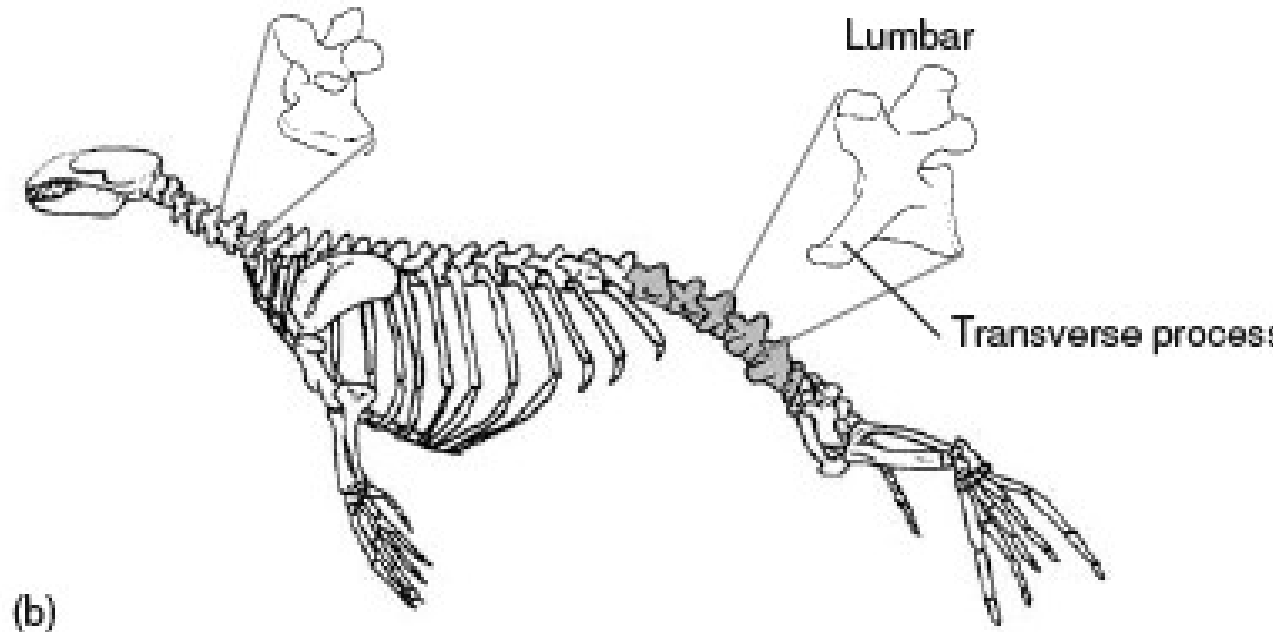
foca

Esqueleto

(a) otario
Vértrebras cervicales grandes



(b) foca
Vértrebras lumbares grandes



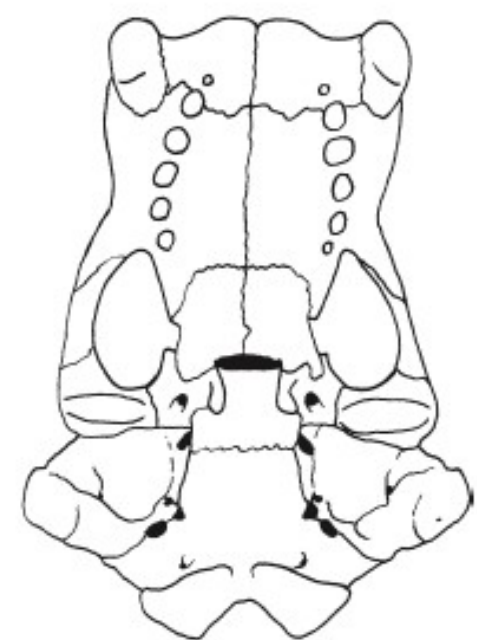
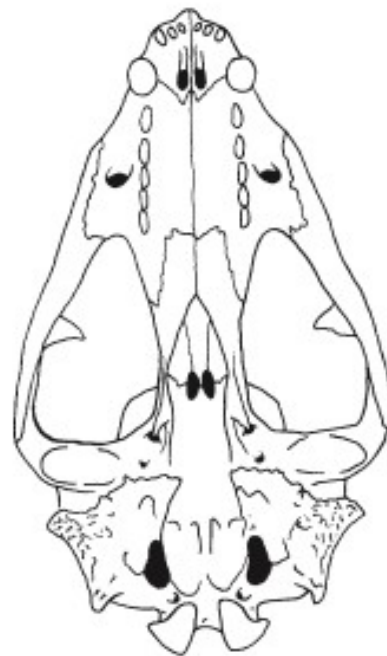
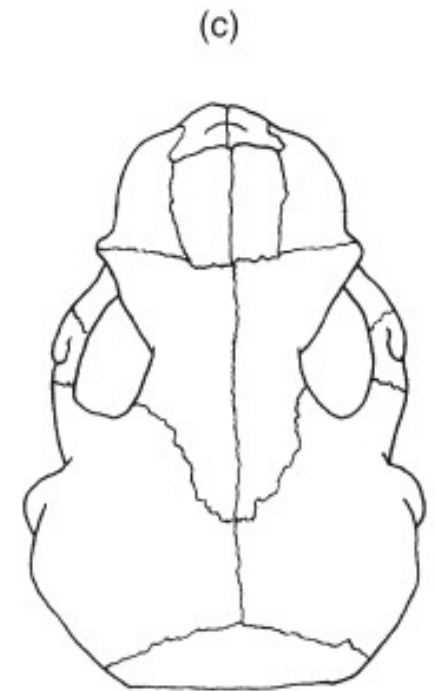
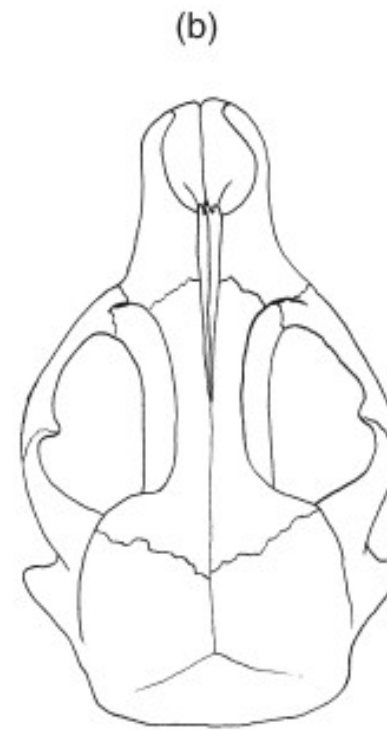
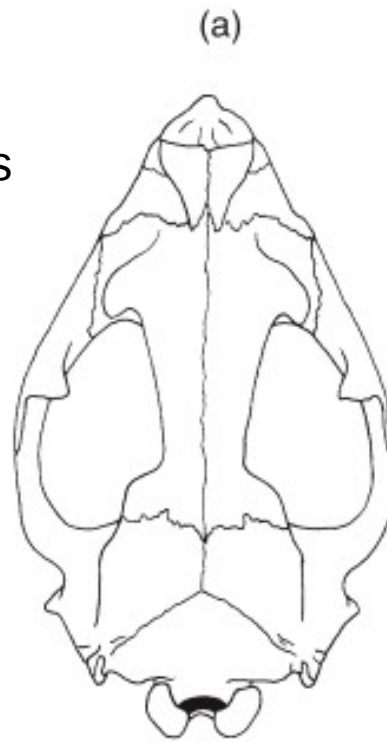
Cráneo

similar mamíferos terrestres
órbitas grandes
hocico corto

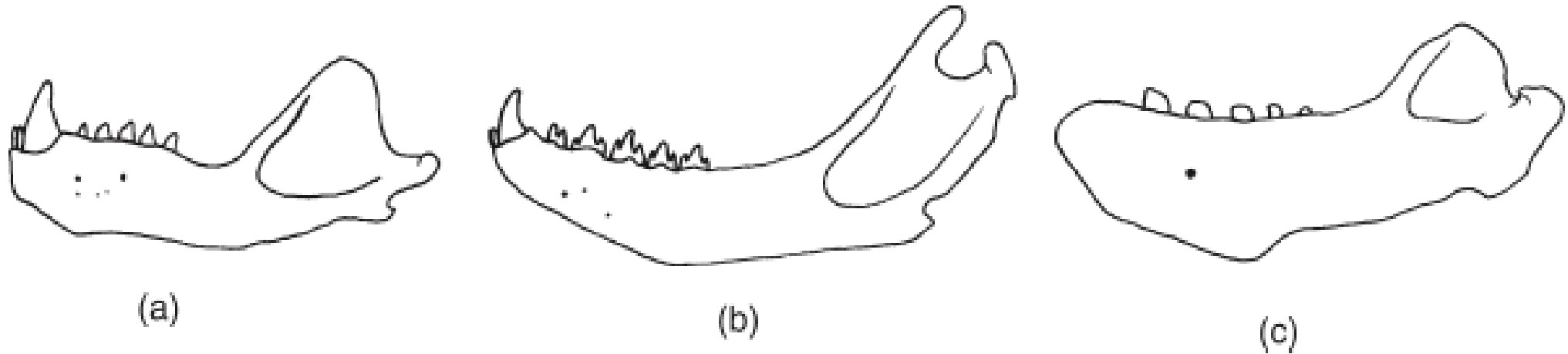
(a) otario

(b) foca

(c) morsa



Mandíbula



(a) otario

(b) foca

(c) morsa

foca común



©Udo M. Savalli

león marino de
California



Extremidades

Extremidades relativamente cortas.

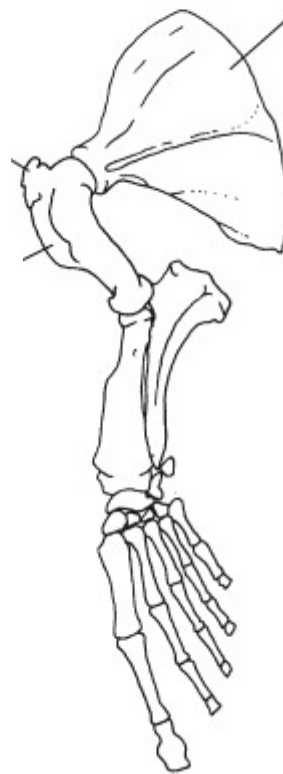
Parcialmente dentro del contorno del cuerpo

anteriores

(a) otario

(b) foca

(c) morsa



(a)

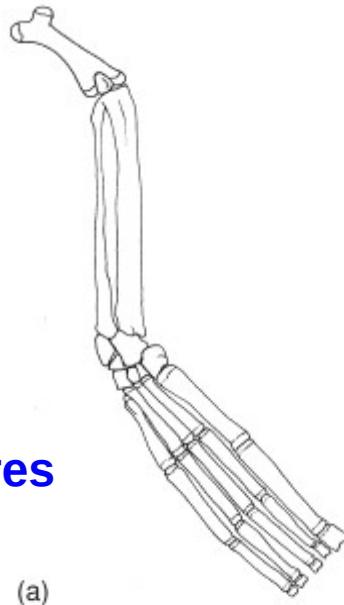


(b)

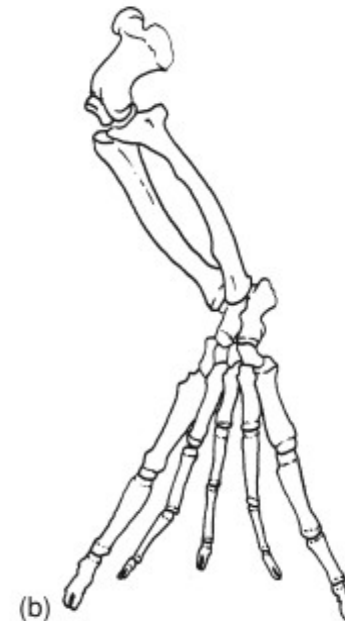


(c)

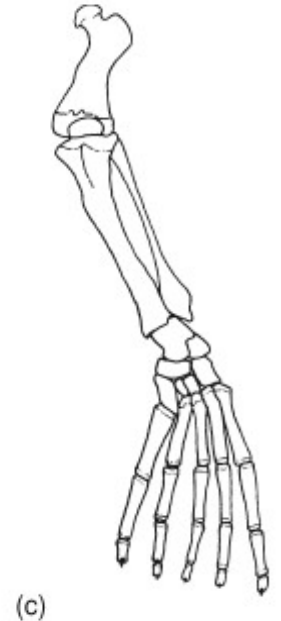
posteriores



(a)



(b)



(c)

Proyección externa de la
extremidad anterior

otáridos:
mitad del antebrazo



fócidos:
muñeca



Proyección externa de la extremidad posterior

tobillo

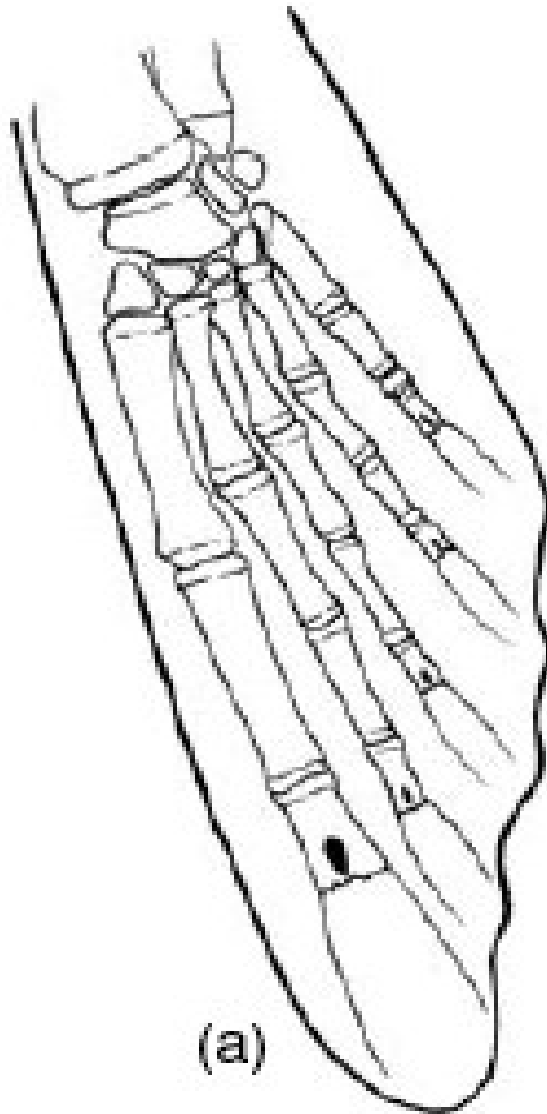
otario



foca



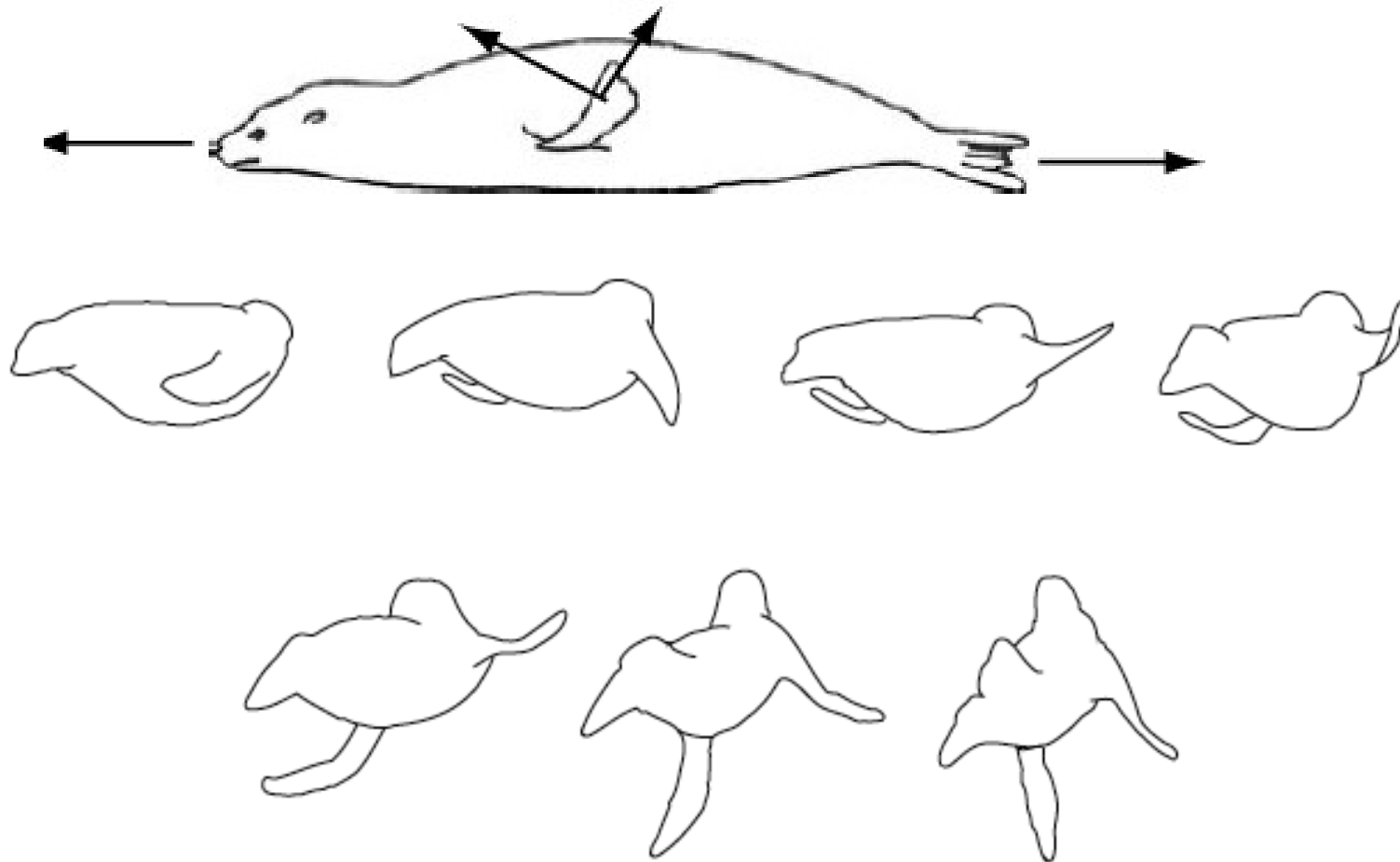
Otarios: proyecciones cartilagosas en los dedos



Natación otarios

Oscilación pectoral (natación con las aletas delanteras)

Las aletas anteriores se mueven de forma parecida al vuelo de un ave y las posteriores proporcionan maniobrabilidad y control direccional.



Flexibilidad corporal

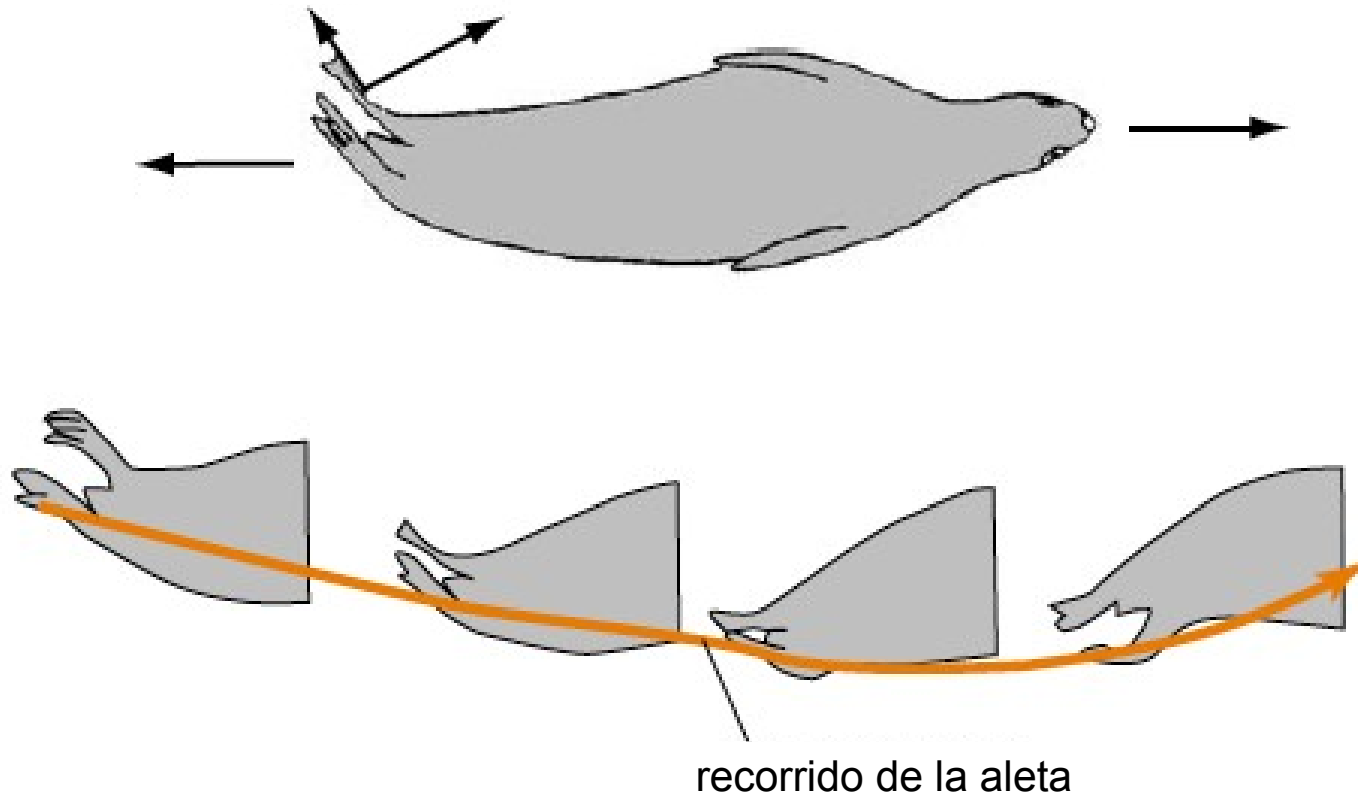




Natación focas

Oscilación pélvica (natación con las aletas posteriores).

Las aletas posteriores oscilan verticalmente combinadas con ondulaciones de cadera.
Las aletas anteriores controlan la dirección.

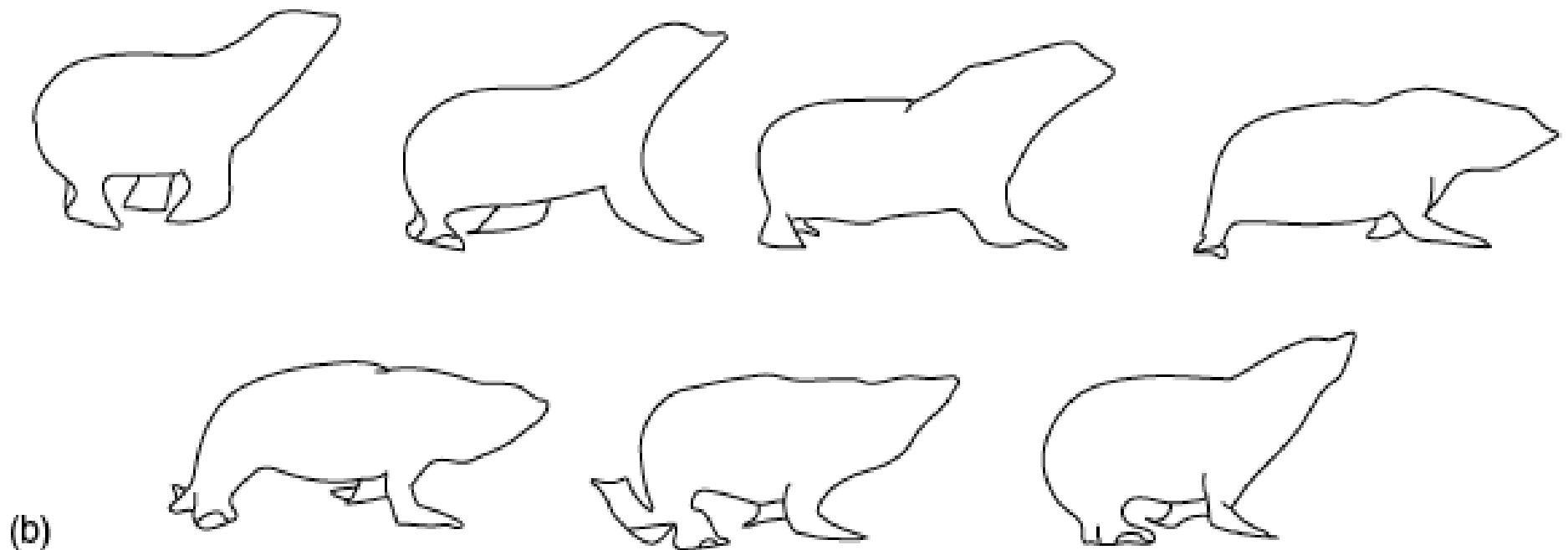




GoldenStateImages.com (C) Randy Morse

Otarios en tierra

En tierra se sostienen sobre las cuatro patas, con las aletas posteriores hacia adelante. Utilizan grandes movimientos de la cabeza y el cuello para impulsarse







u24412932 fotosearch.com

Focas en tierra

En tierra las extremidades posteriores no se utilizan. Las focas avanzan mediante ondulaciones verticales del cuerpo ayudadas por las extremidades anteriores





Velocidad en natación subacuática

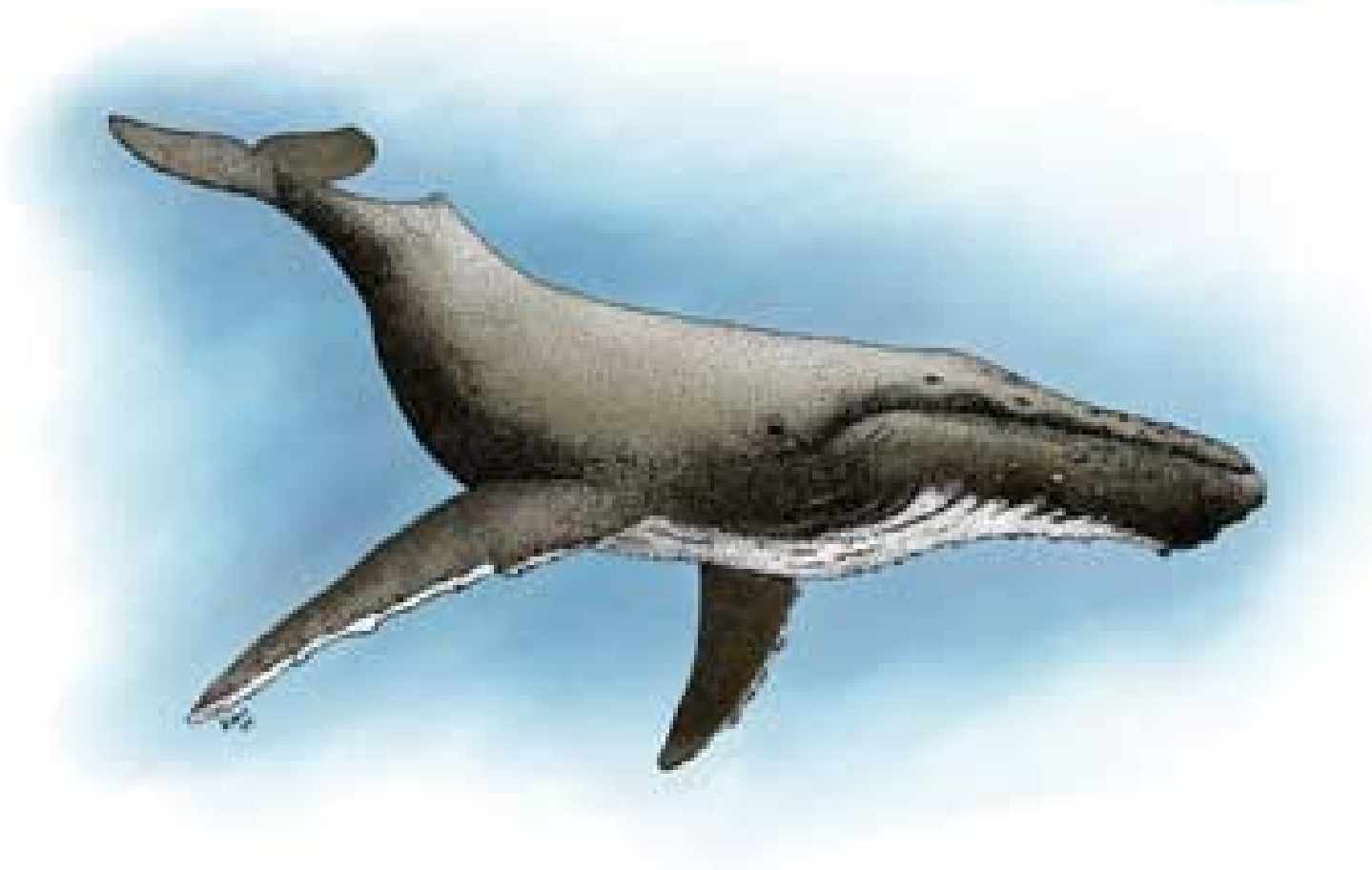
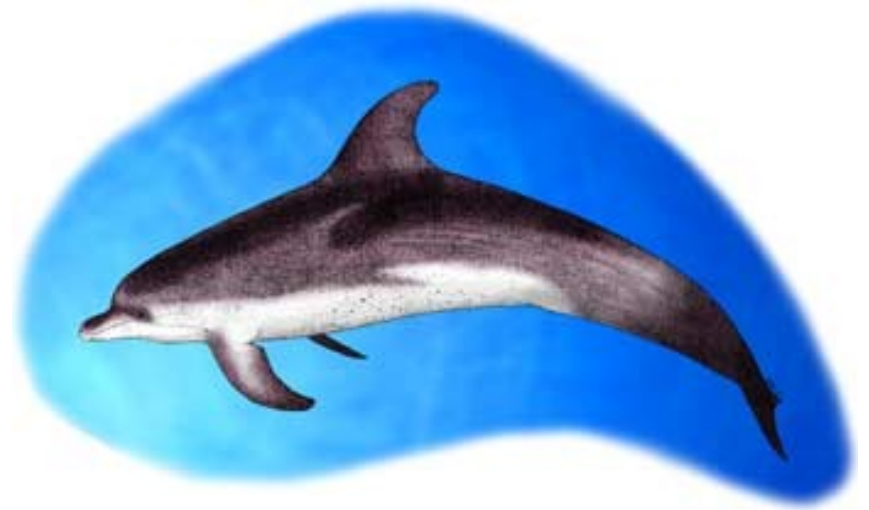
León marino de California 12,6 km/h



Foca de Weddell 6,8 km/h



Esqueleto y locomoción **Cetáceos**

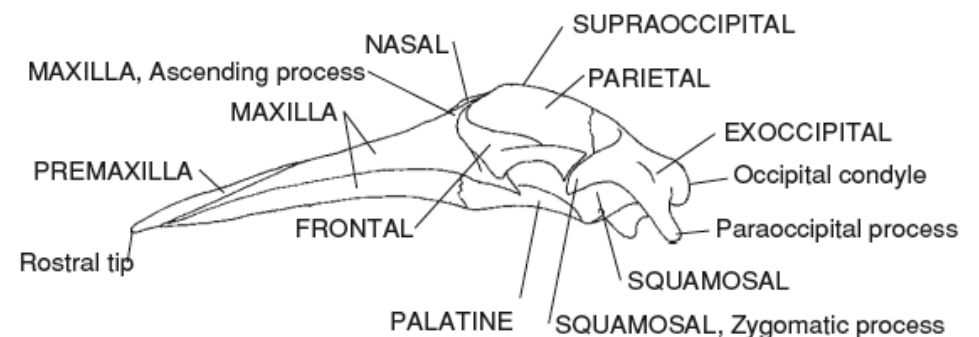
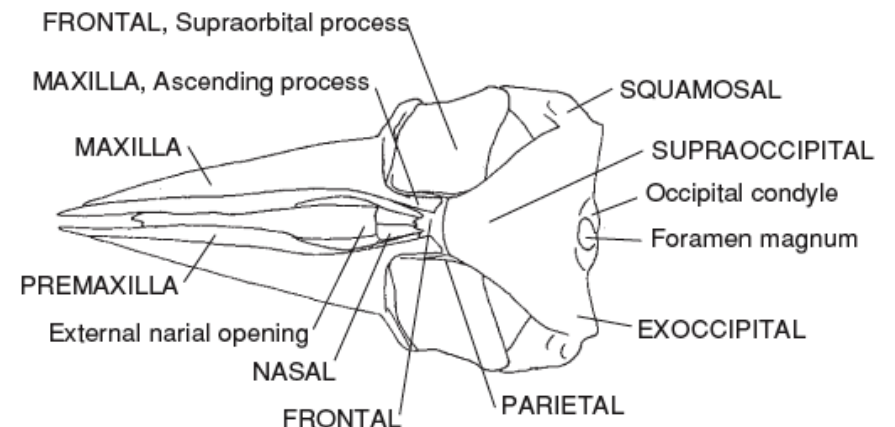
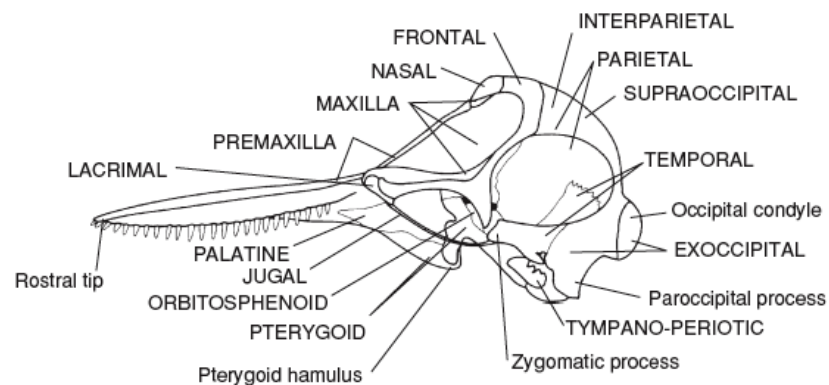
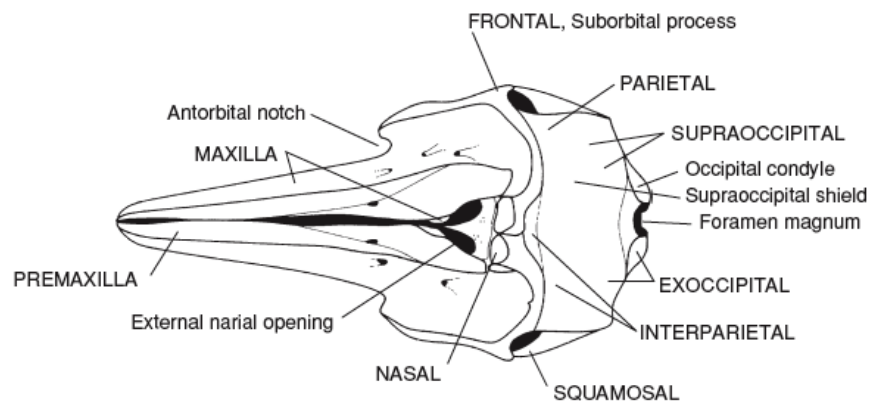


Cráneo

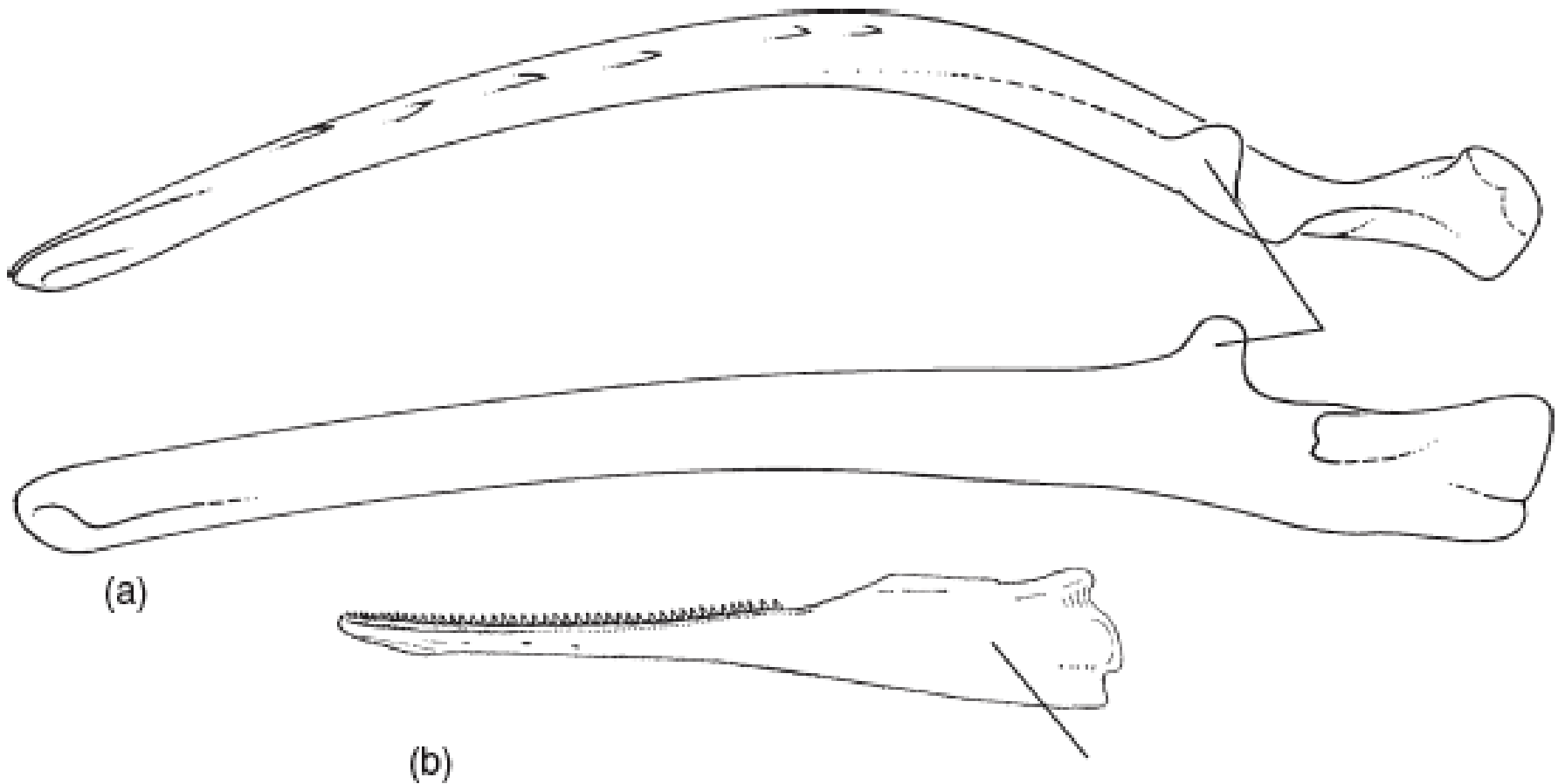
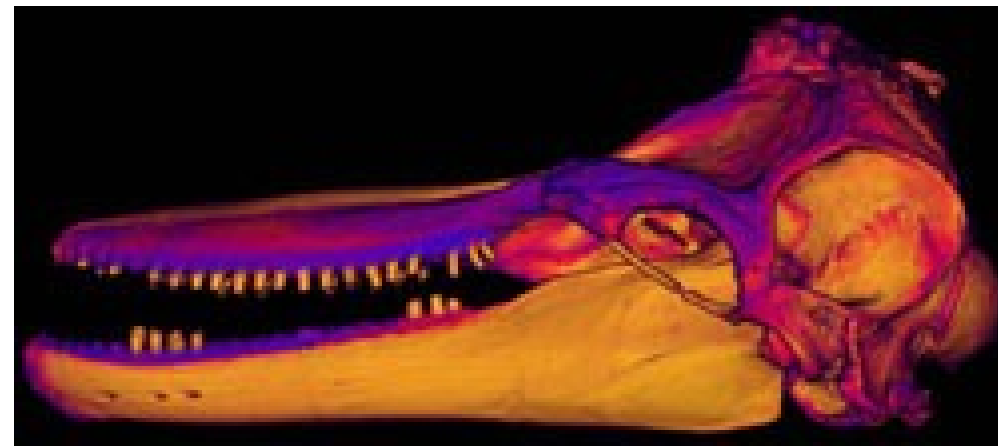
Telescopización: alteración relación entre los huesos
migración posterior dorsal del orificio nasal

asimetría: lado derecho mayor izquierdo

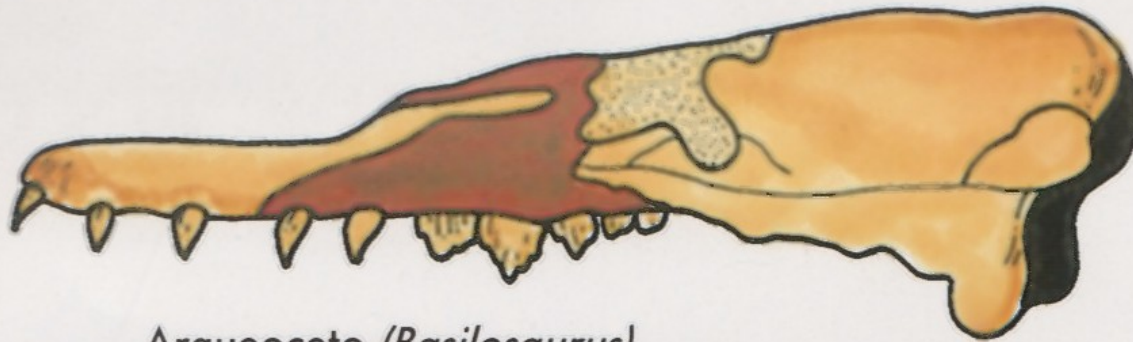
misticetos rostro arqueado según longitud barbas



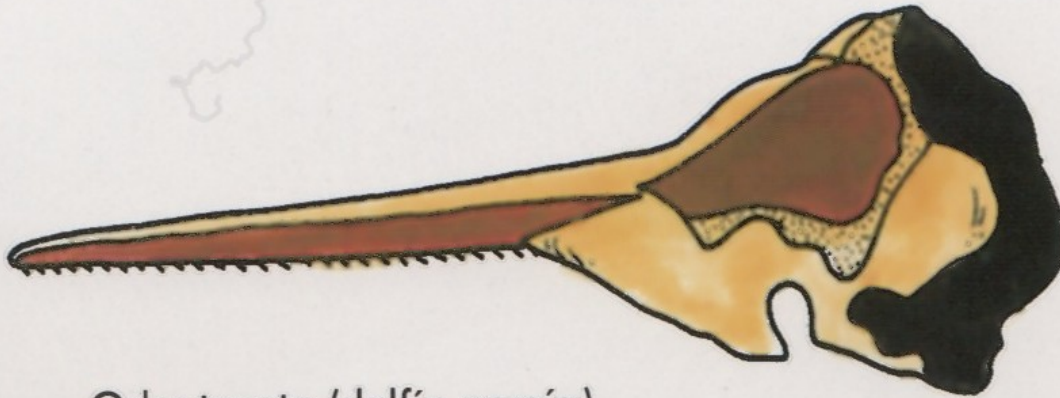
Mandíbulas



Telescopización



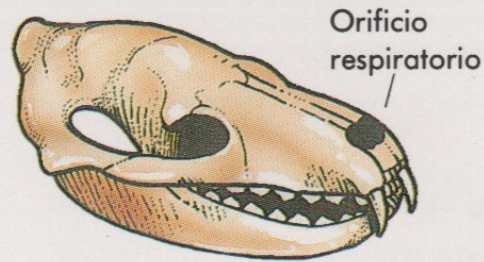
Arqueoceto (*Basilosaurus*)



Odontoceto (delfín común)

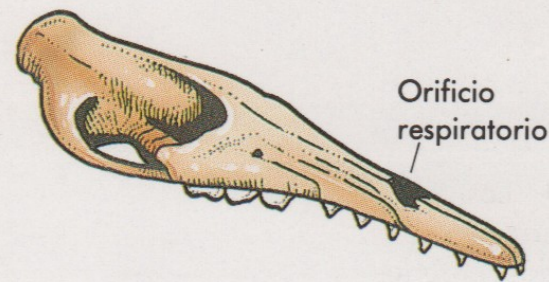
◀ A medida que los cetáceos se adaptaban a la vida marina, se iba produciendo la telescopización del cráneo. Algunas partes se hicieron más cortas (la caja craneana se comprimió para dejar espacio al melón, utilizado en la ecolocalización) y otras se alargaron (como es el caso de los huesos del rostro o «pico»), mientras que otras se desplazaron (los huesos nasales migraron progresivamente al tiempo que los orificios de la nariz se retrasaban hacia la parte superior de la cabeza).

1



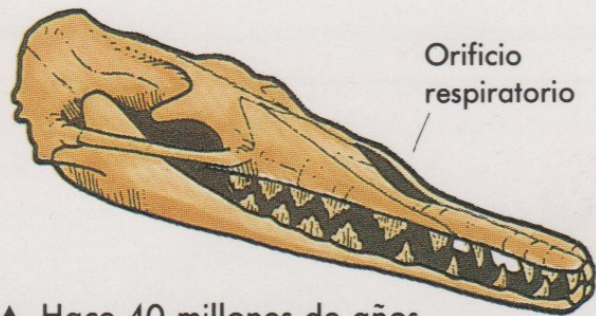
▲ *Mesonyx*, de hace 50 millones de años, tenía el cráneo robusto y relativamente poco especializado de un mamífero carnívoro terrestre.

2



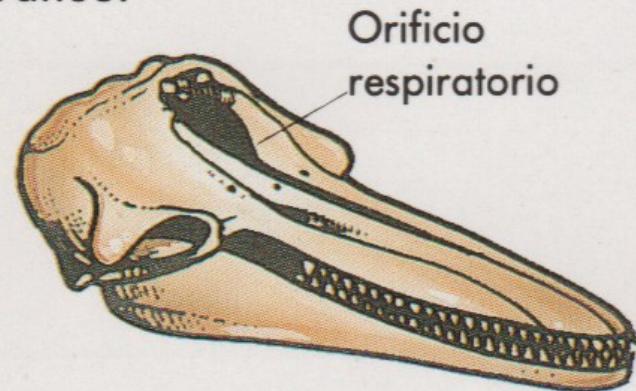
▲ Al cabo de 5 millones de años los protocétidos presentaban numerosas adaptaciones a la vida marina, sobre todo el alargamiento del «pico» o rostro.

3



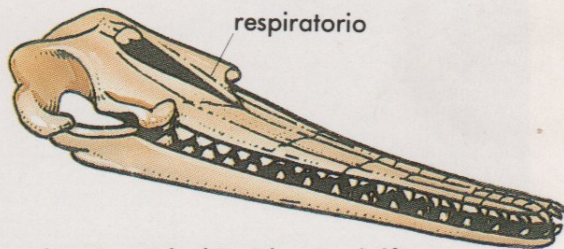
▲ Hace 40 millones de años los dorudontinos estaban bien adaptados a la vida en el mar; había aparecido un «pico» definido y las fosas nasales se estaban desplazando hacia atrás.

5

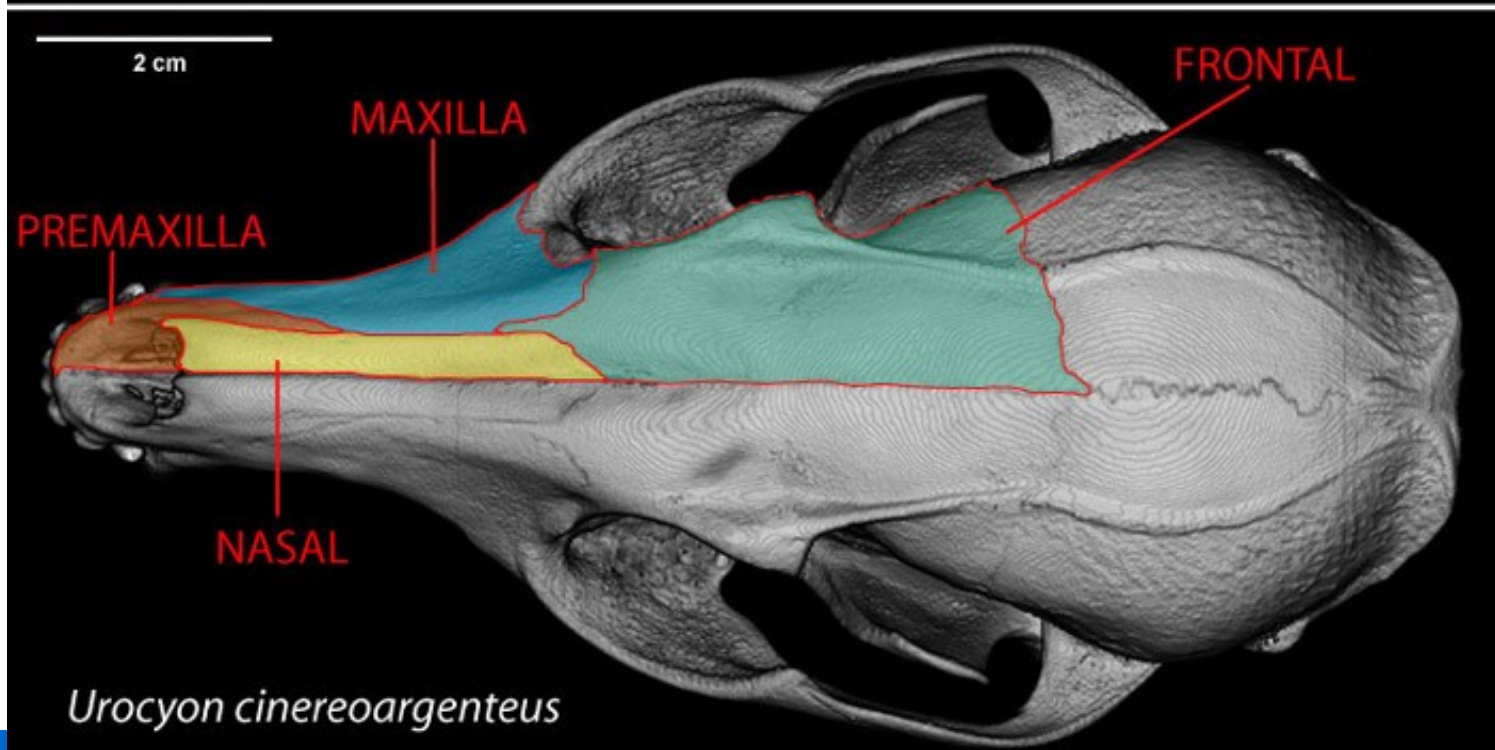
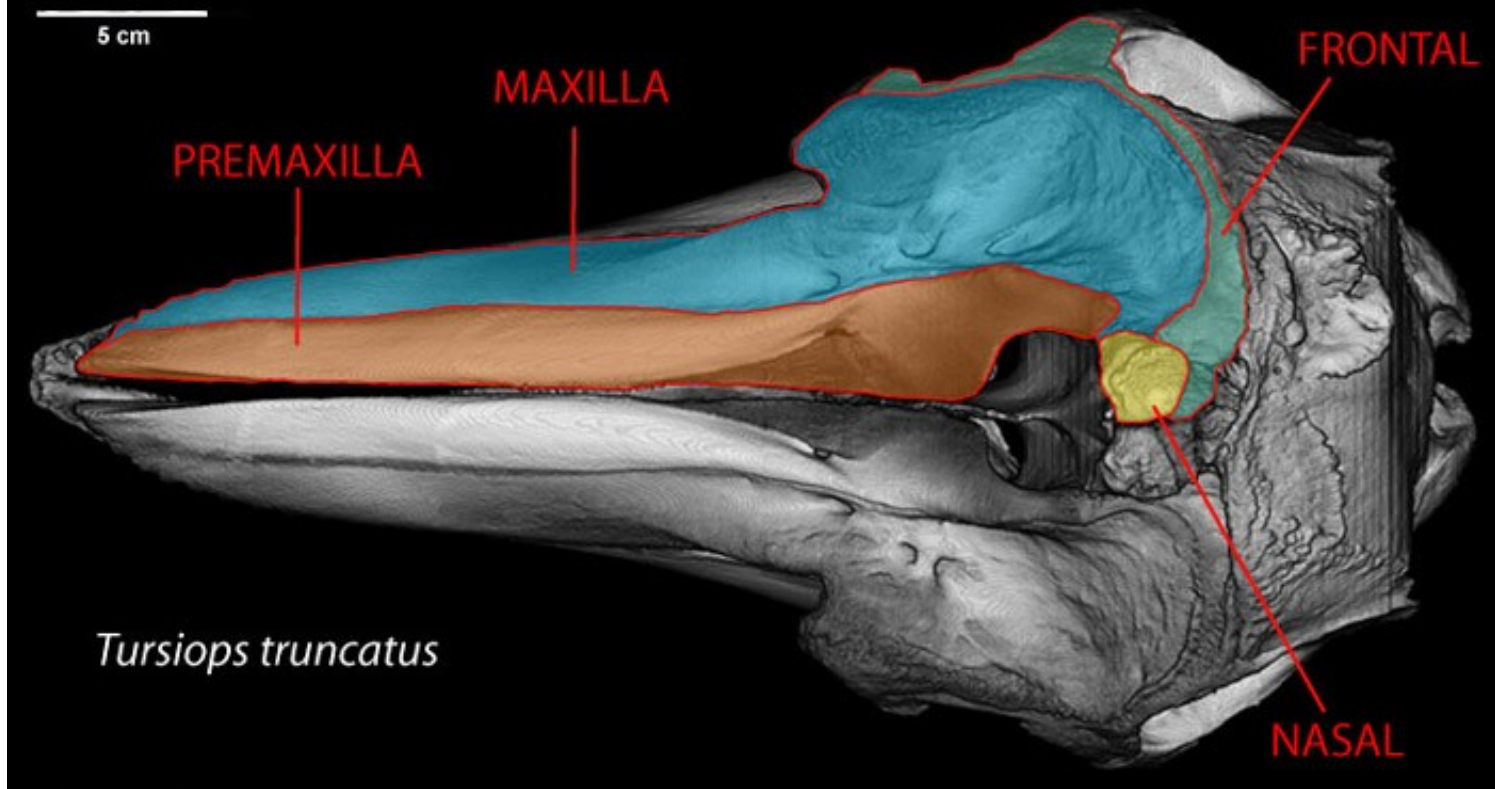


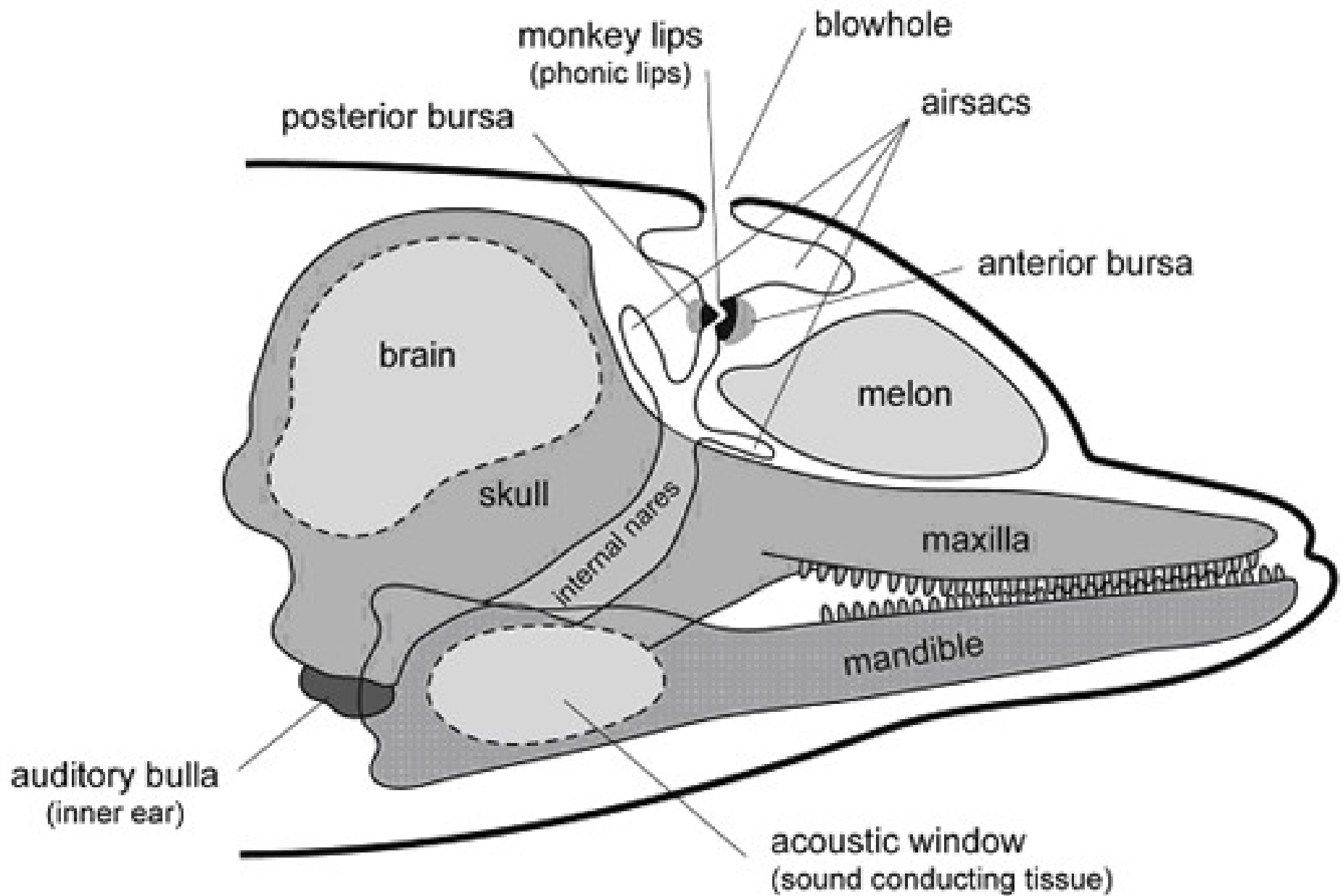
▲ Cuando aparecieron los delfines modernos, hace unos 15 millones de años, la forma del cráneo estaba bien establecida y los dientes se habían hecho más numerosos y al mismo tiempo más simples.

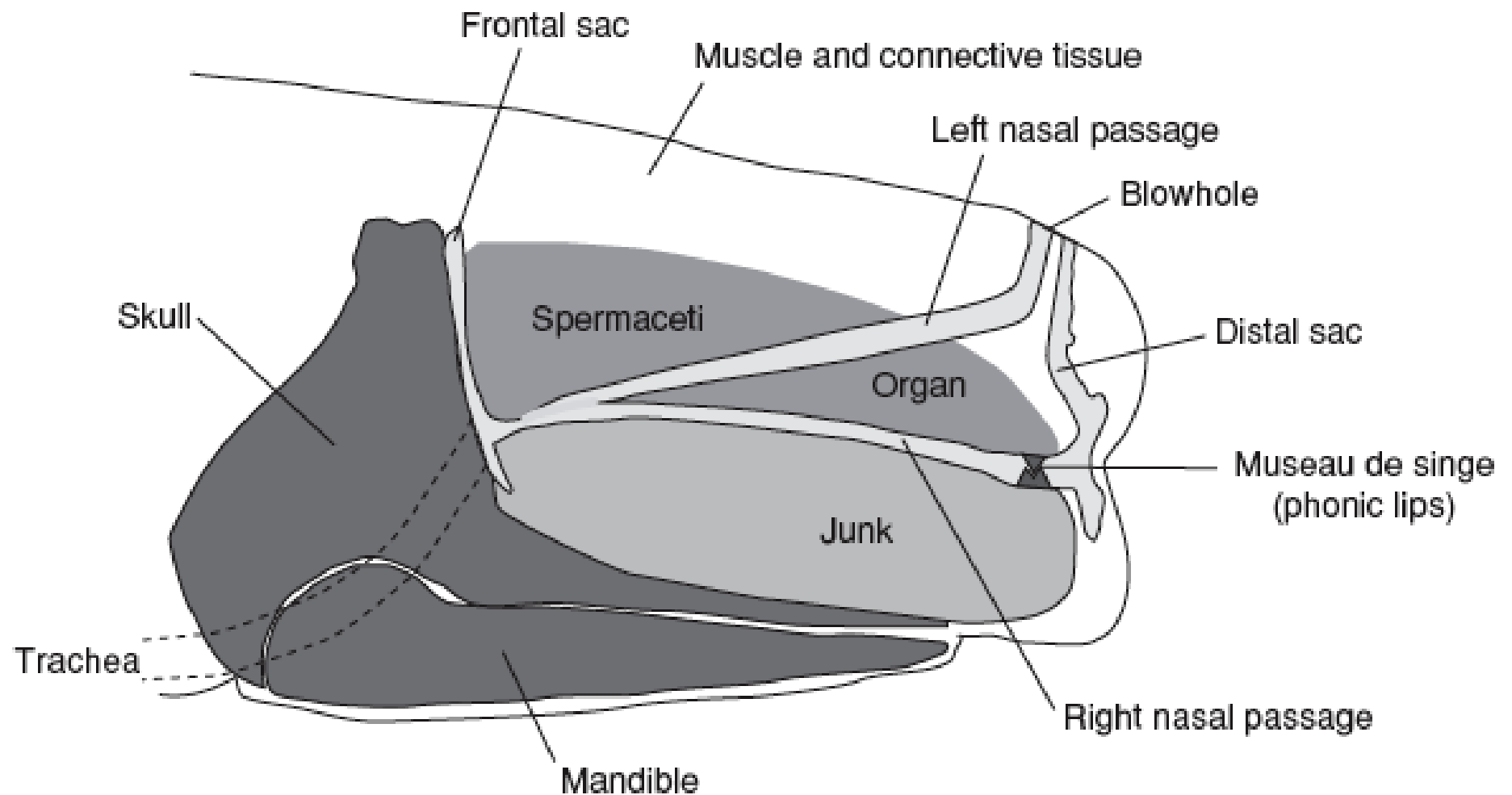
4

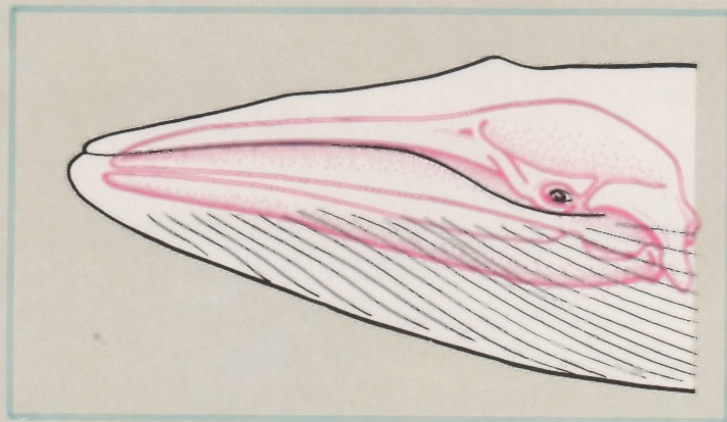


▲ Los esqualodóntidos, o delfines con dientes de tiburón, de hace 25 millones de años, tenían muchas características de los odontocetos modernos, entre ellas la posesión de un orificio respiratorio cerca del extremo superior del cráneo.





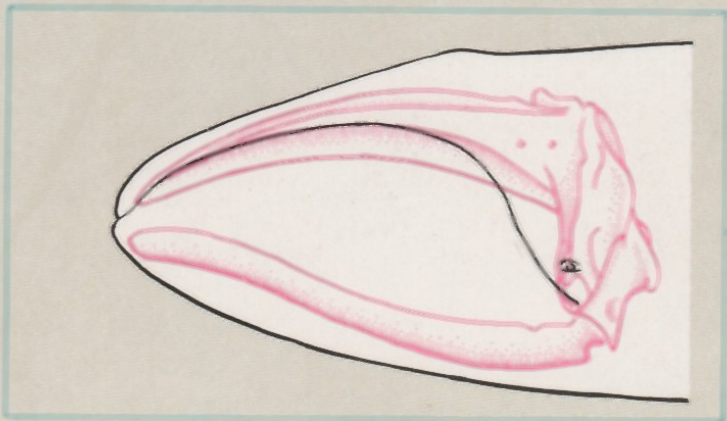




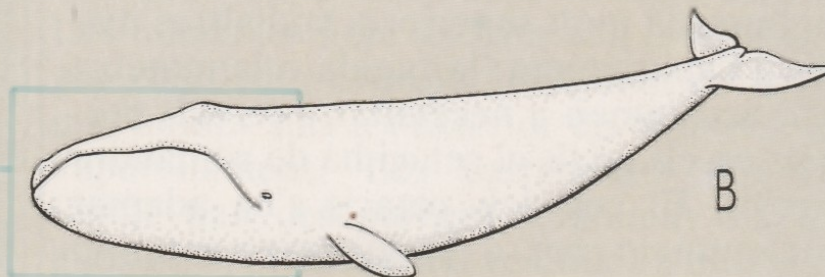
A'



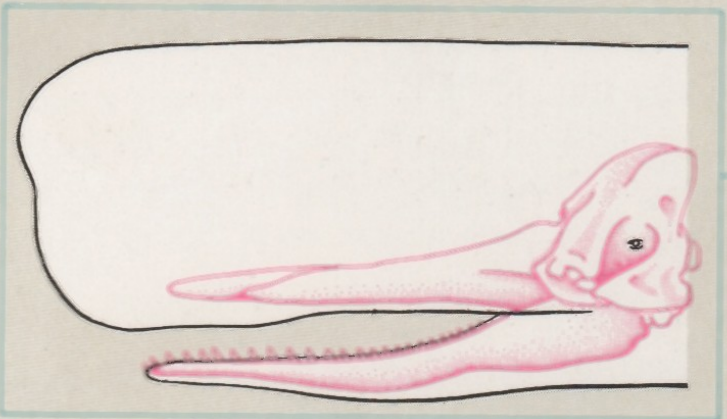
A



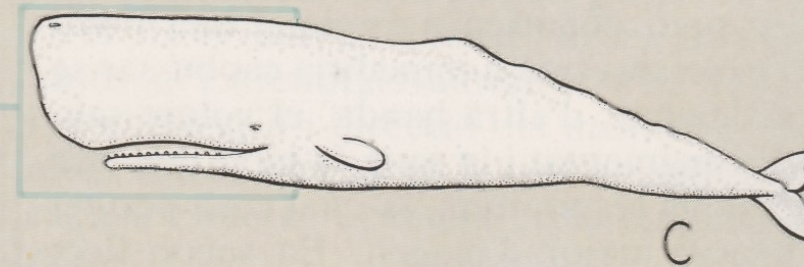
B'



B



C'



C



Rorcual aliblanco, *Balaenoptera acutorostrata*

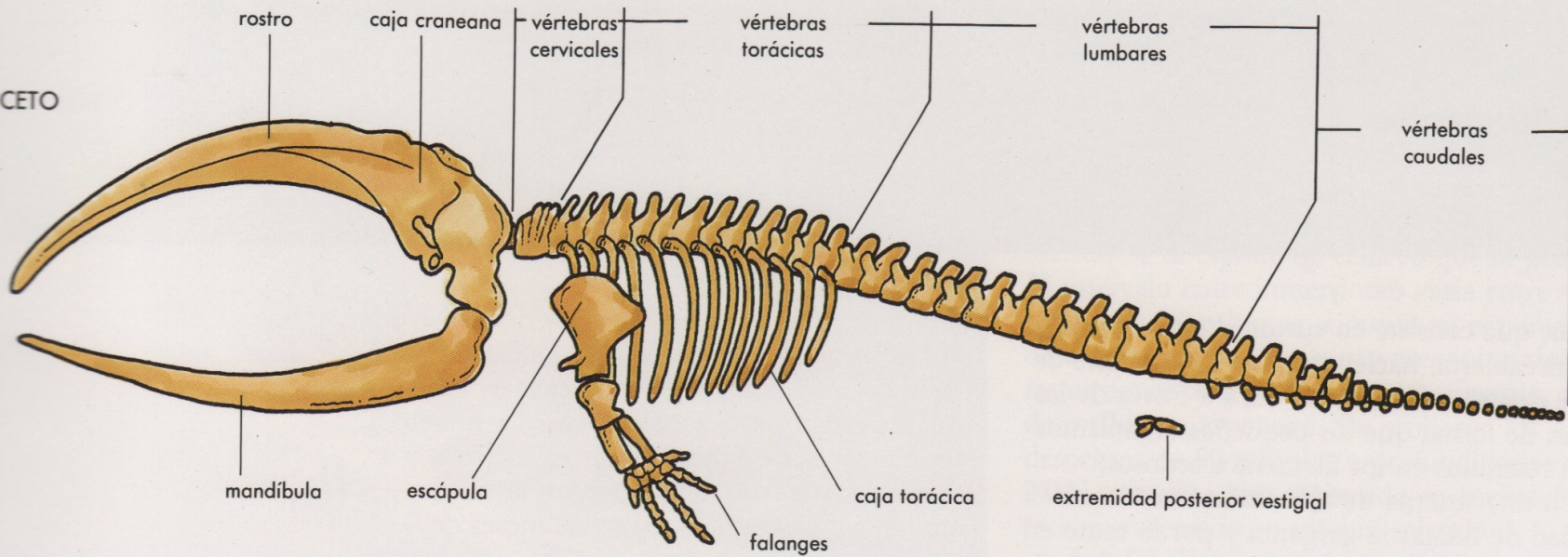


Delfín moteado de antifaz, *Stenella attenuata*

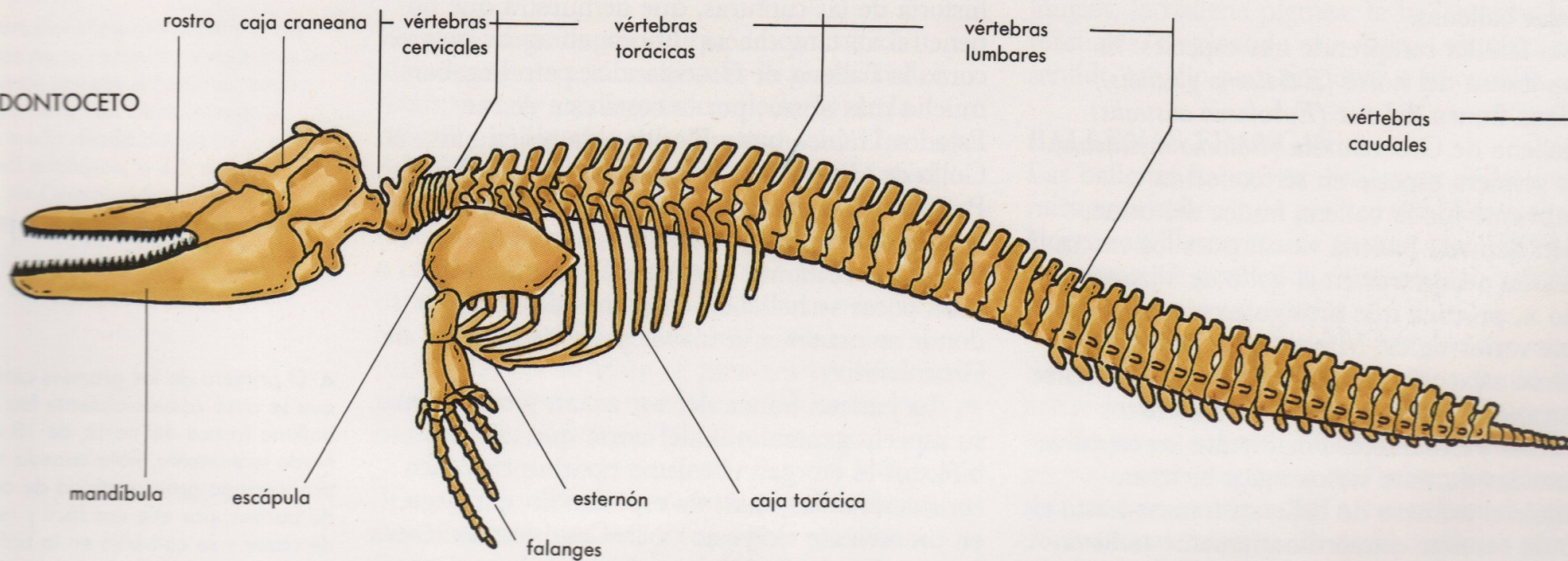


Narval, Monodon monoceros

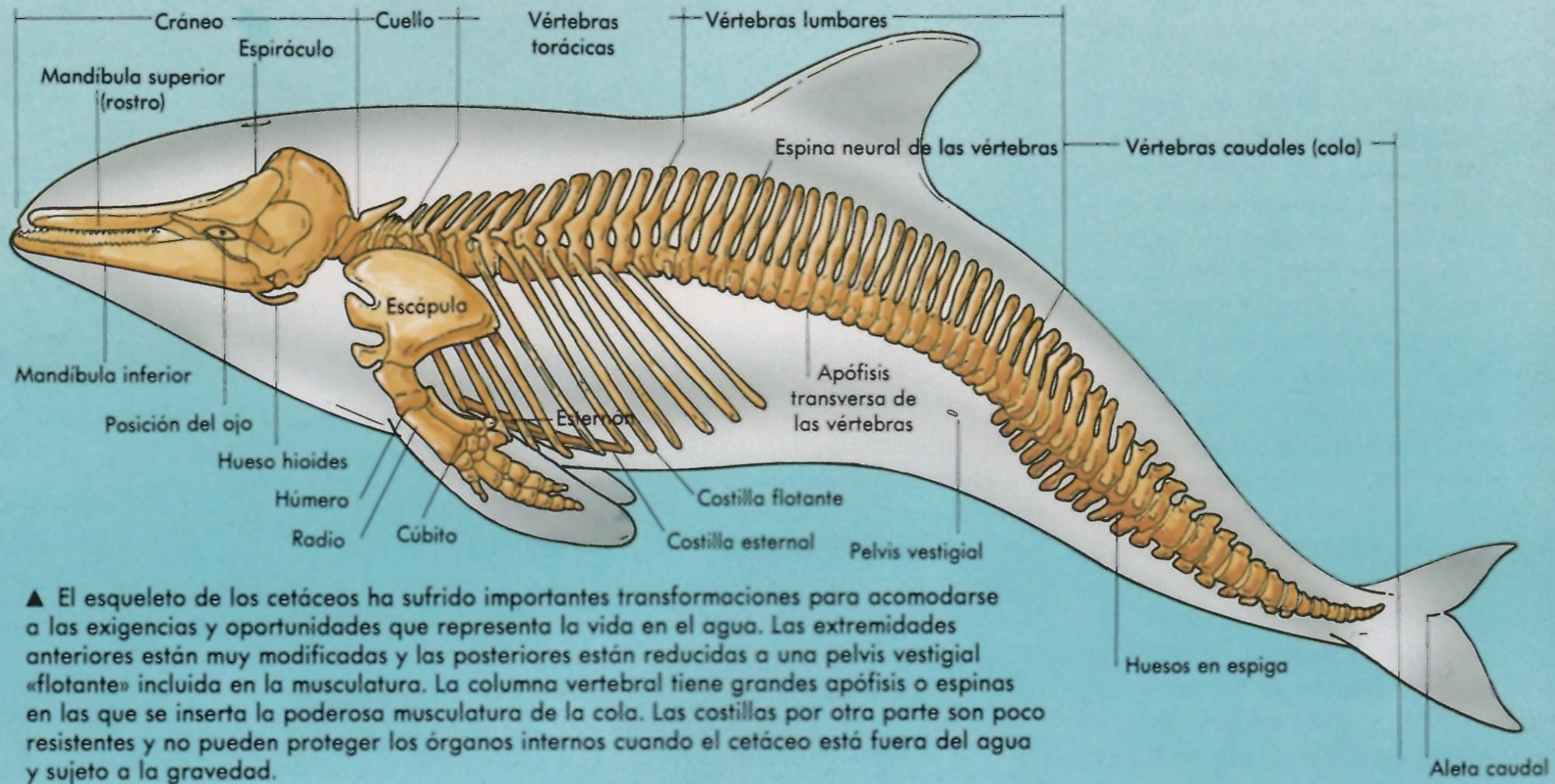
MISTICETO

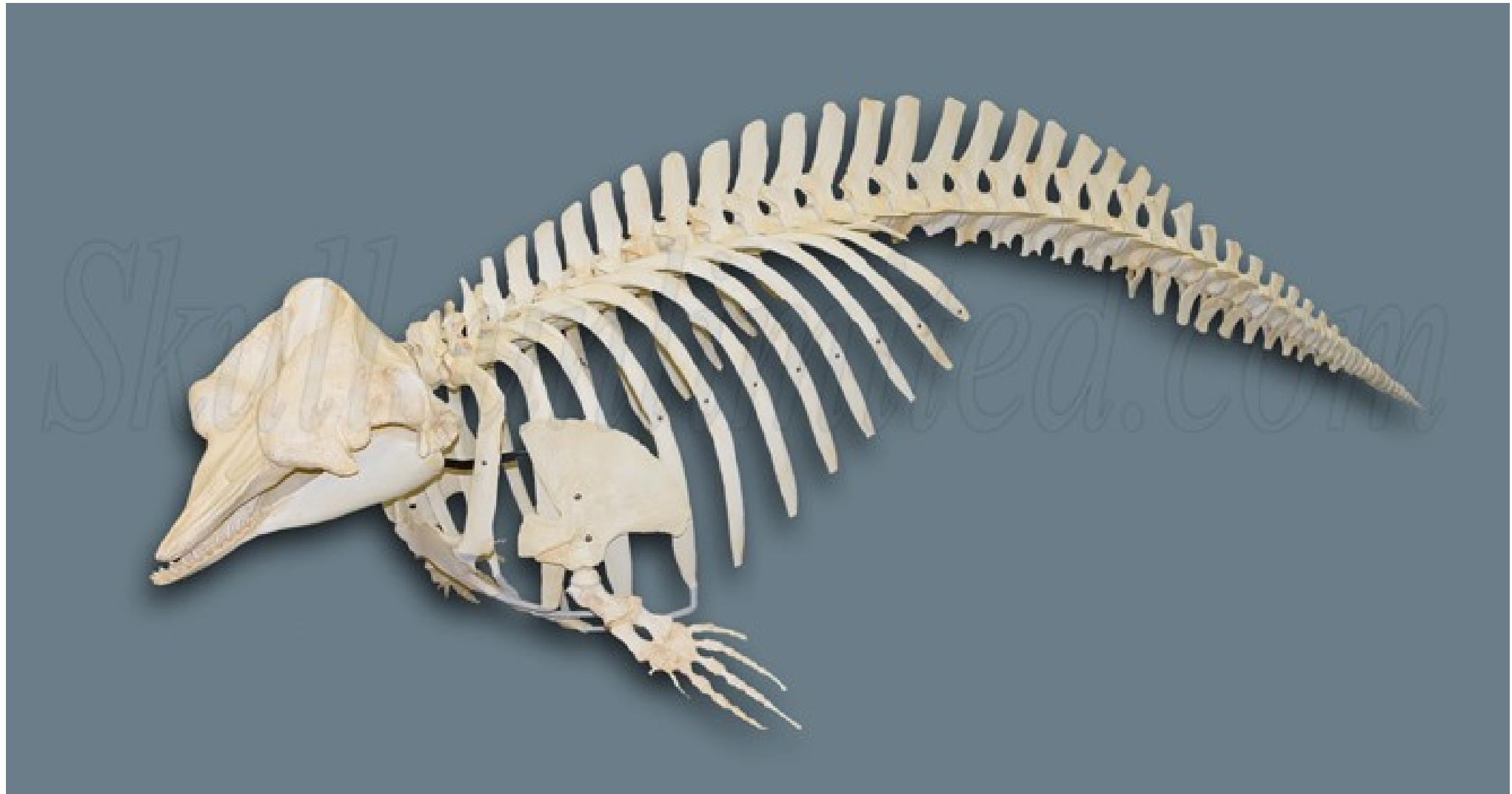


ODONTOCETO



ESQUELETO DEL DELFÍN OSCURO



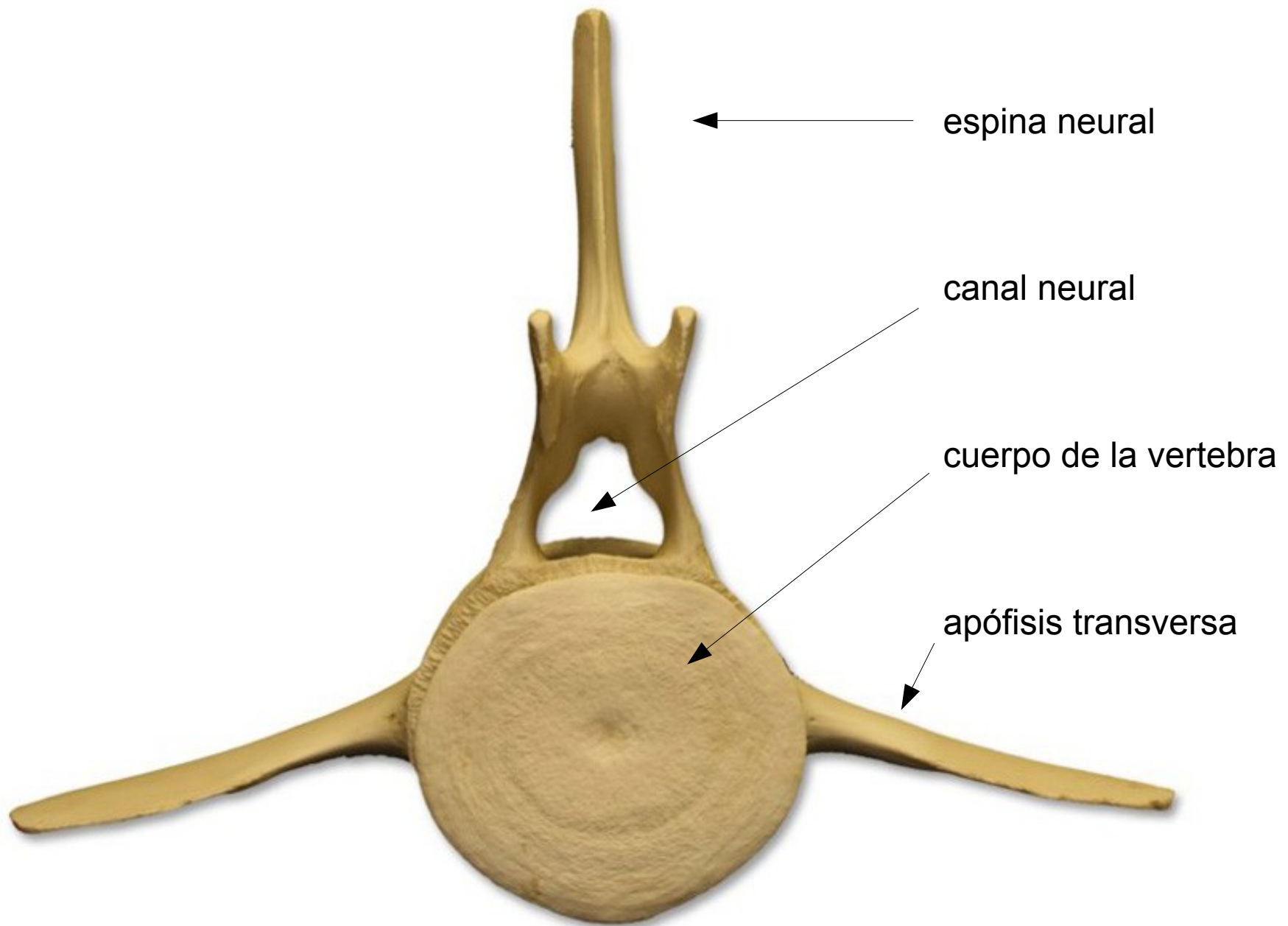


Orca pigmea, *Feresa attenuata*



Beluga, Delphinapterus leucas









Cuerpo compacto

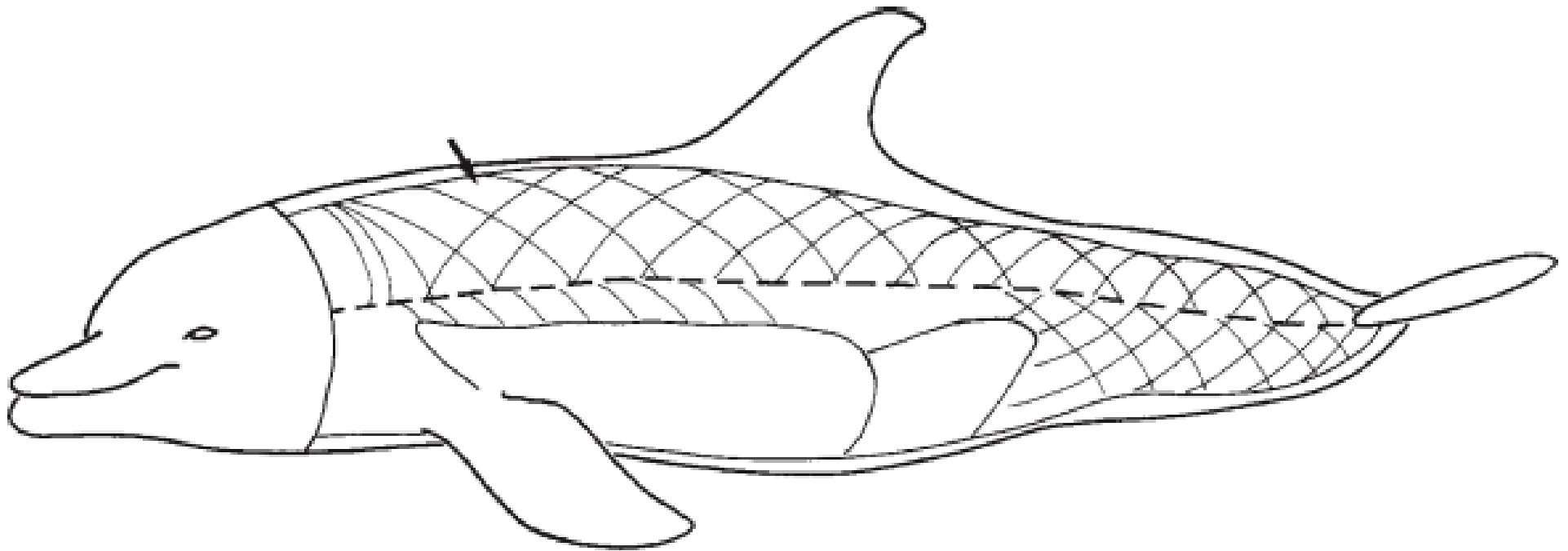
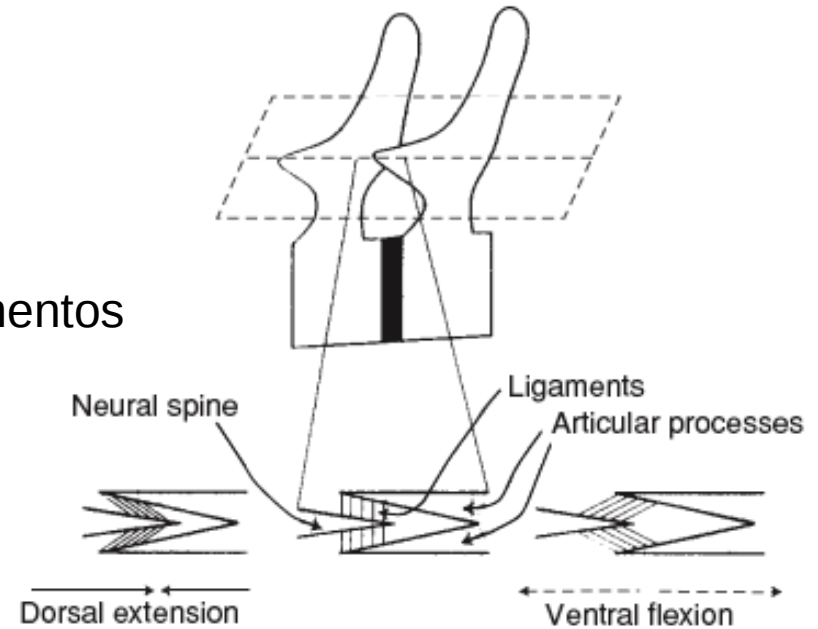
Dos o más vértebras cervicales fusionadas

Excepciones: rocuales, beluga, delfines f uviales

Vértebras torácicas y lumbares sujetas mediante ligamentos

Capa subdérmica de tejido conjuntivo:

- constríñe las vértebras
- da rigidez al tórax
- anclaje músculos de la cola



Extremidades

extremidad visible: antebrazo y mano

Forma aleta

redonda orca, beluga

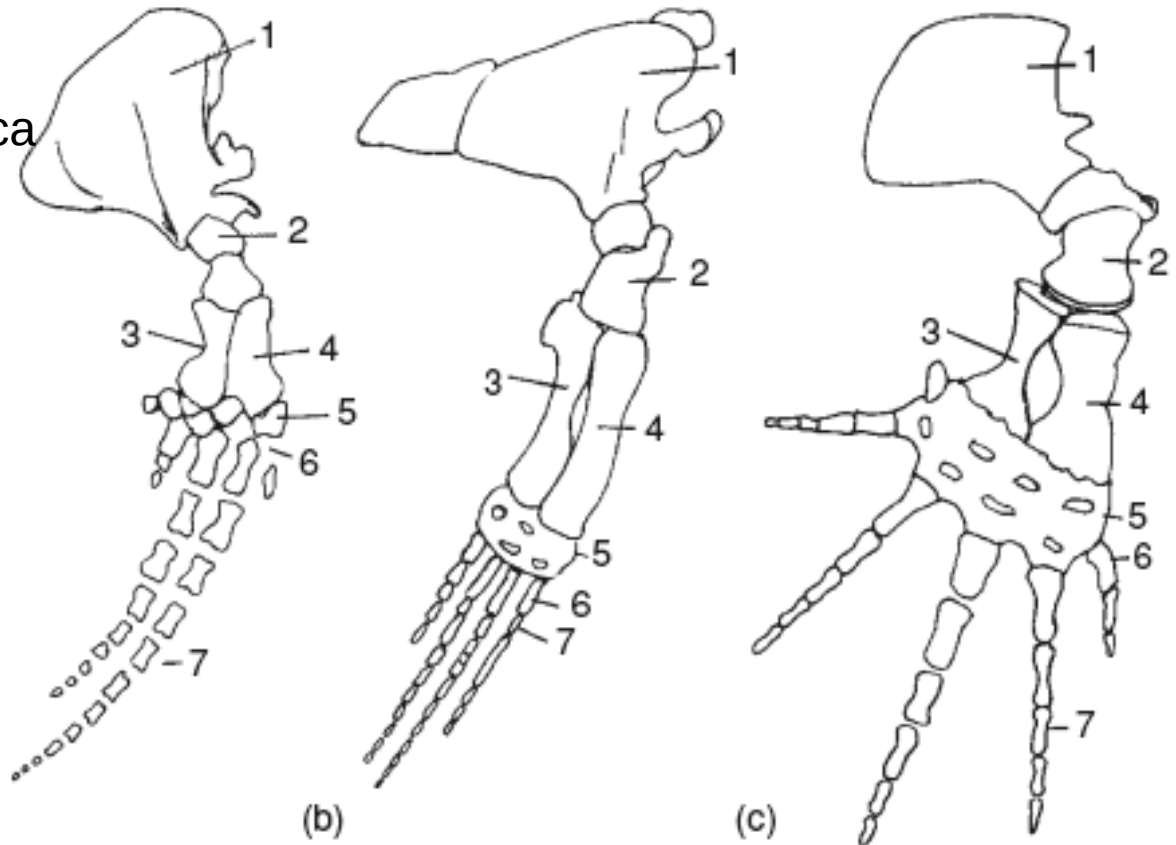
triangular delf. f. uviales

Yubarta las aletas más largas, tubérculos

Huesos del brazo cortos y planos

Inmovilización del codo y la muñeca

Hiperfalangia



a) Calderón

b) Rorcual azul

c) Ballena franca



humano



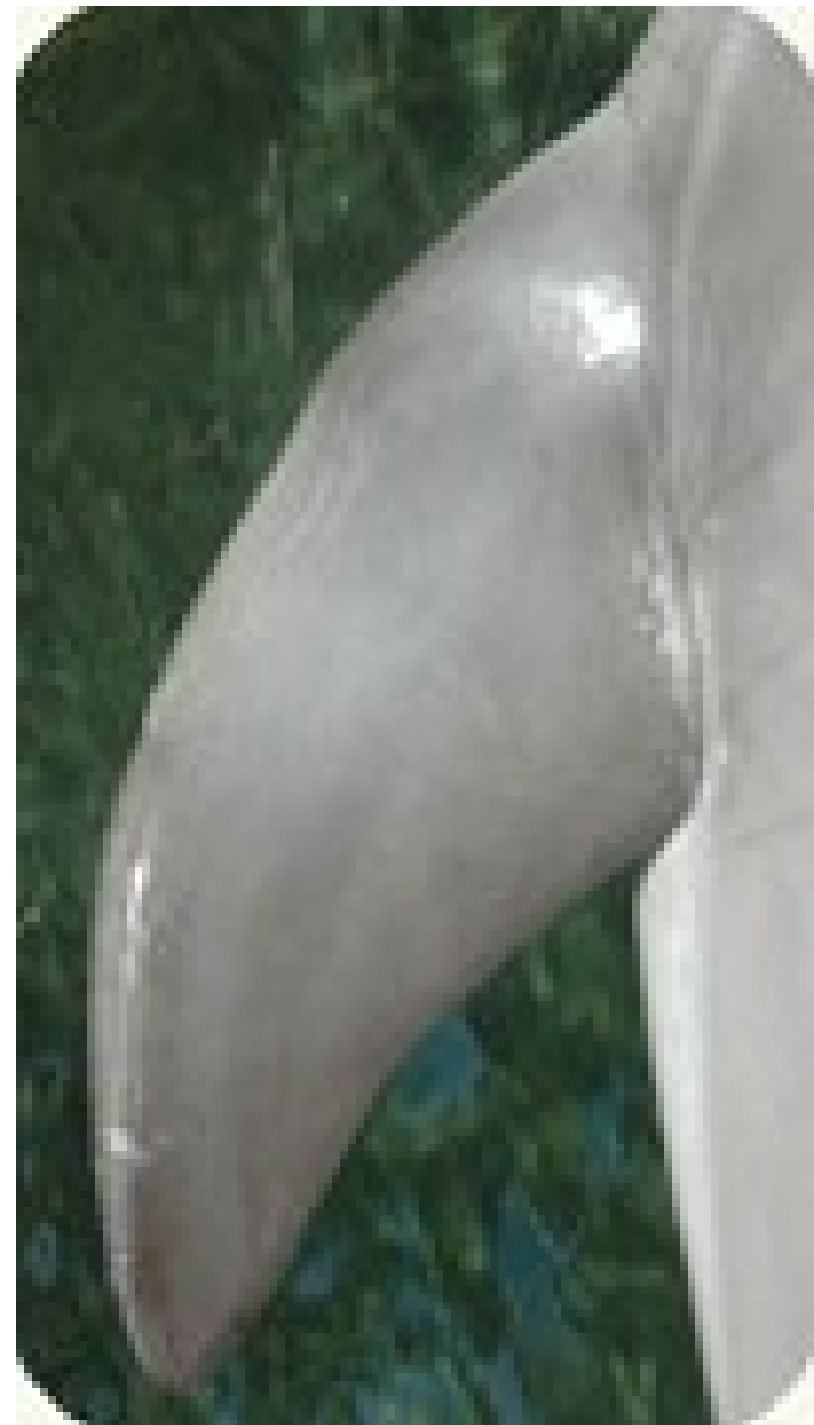
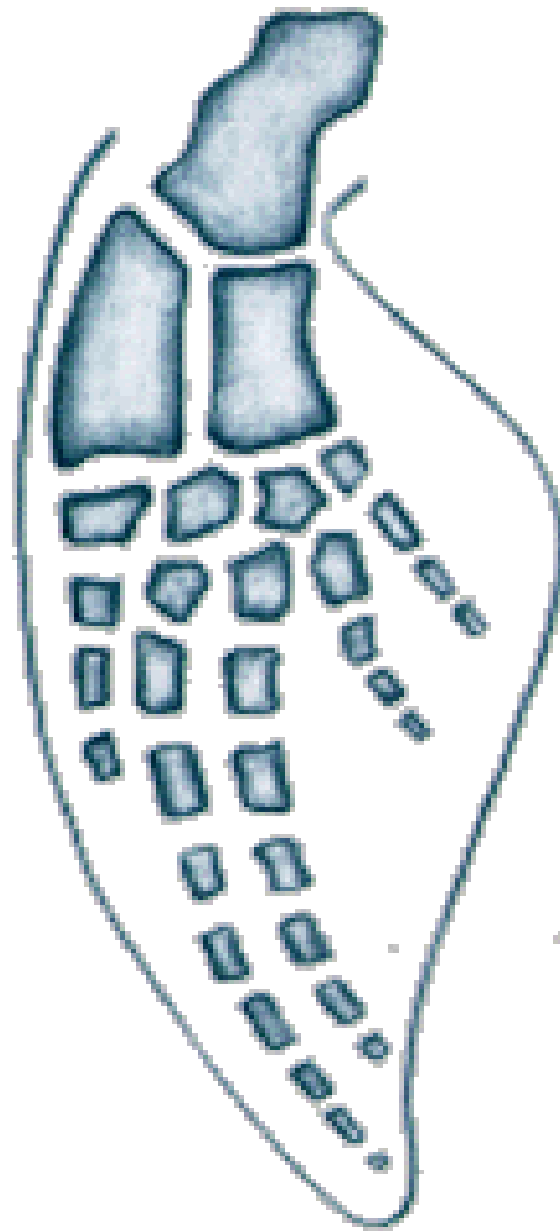
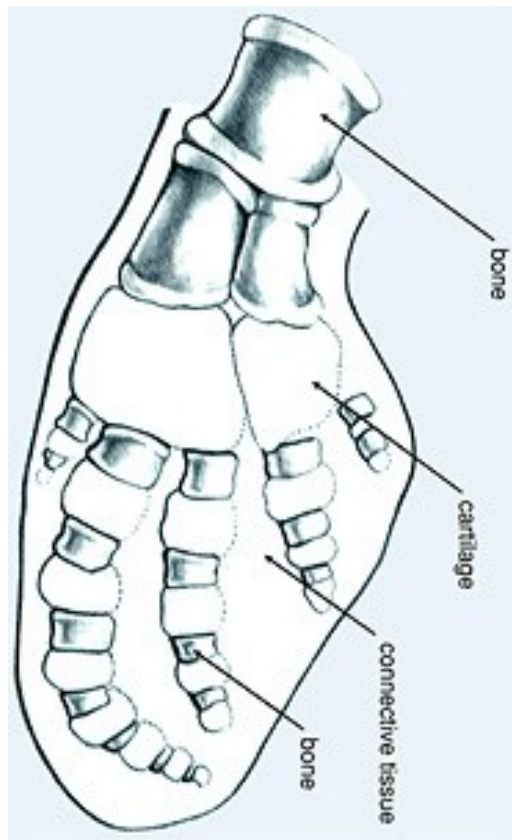
gato



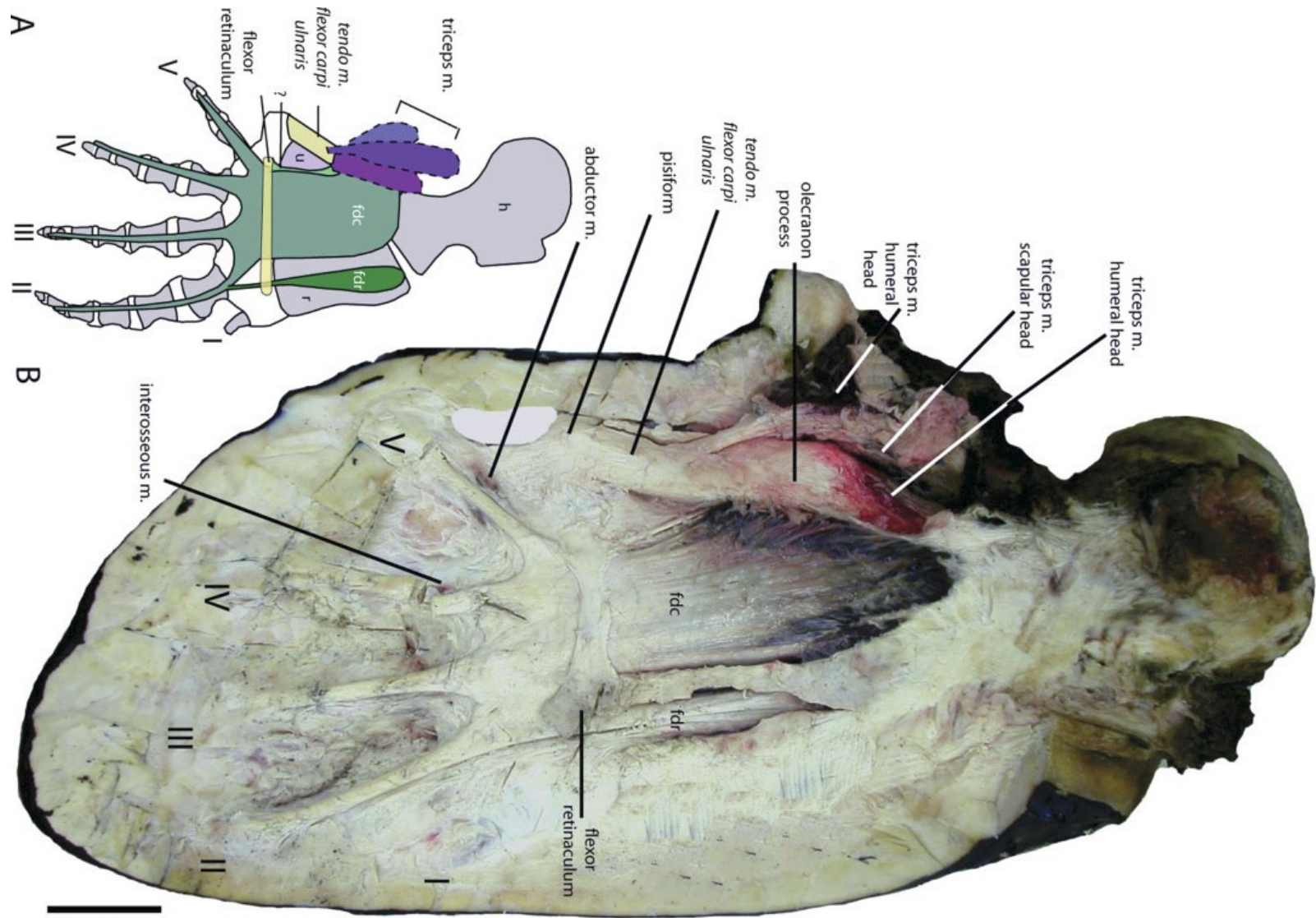
cetáceo



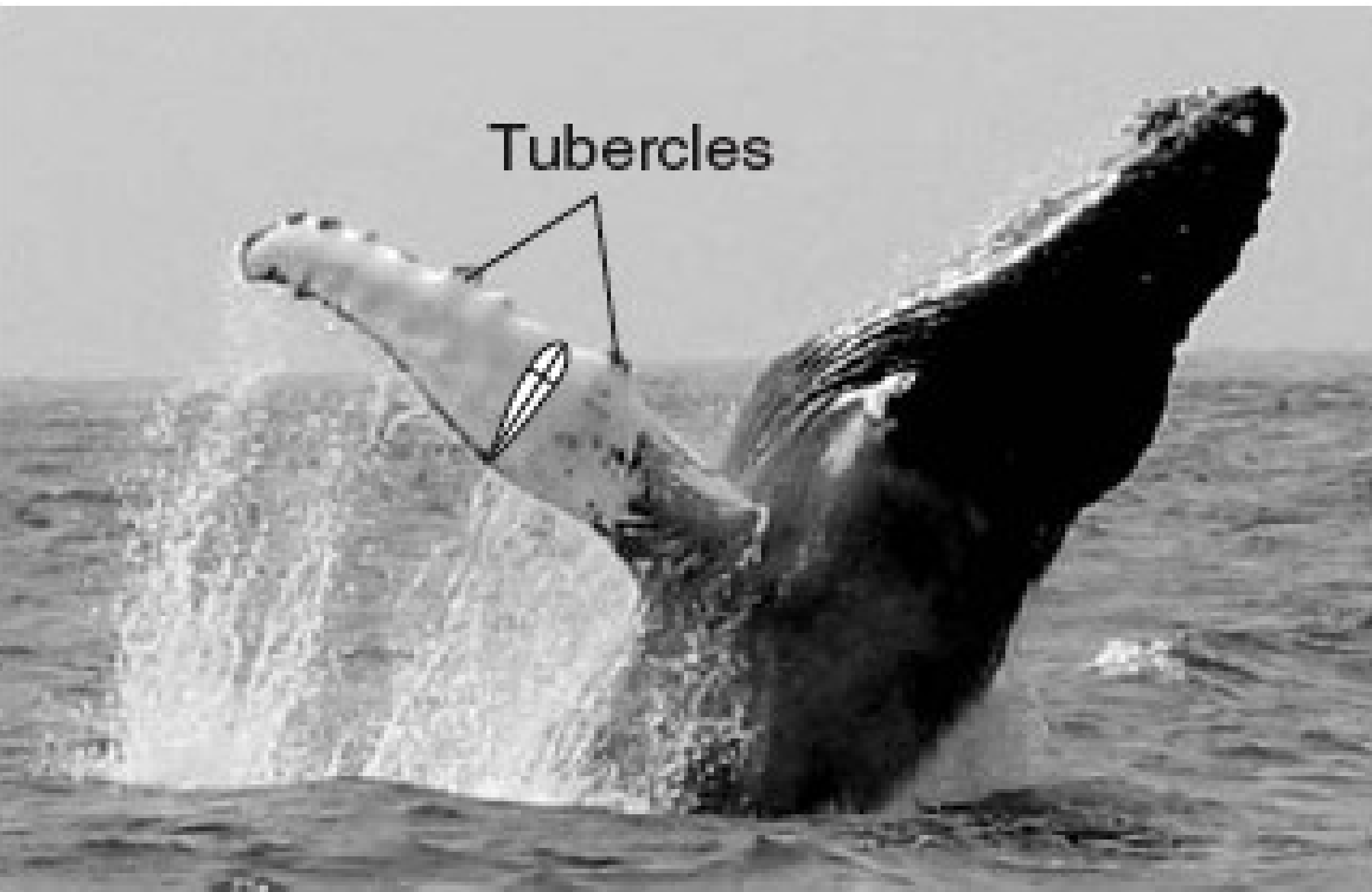
murciélago



Mano de cachalote







Tubercles



Cola

Capa de piel

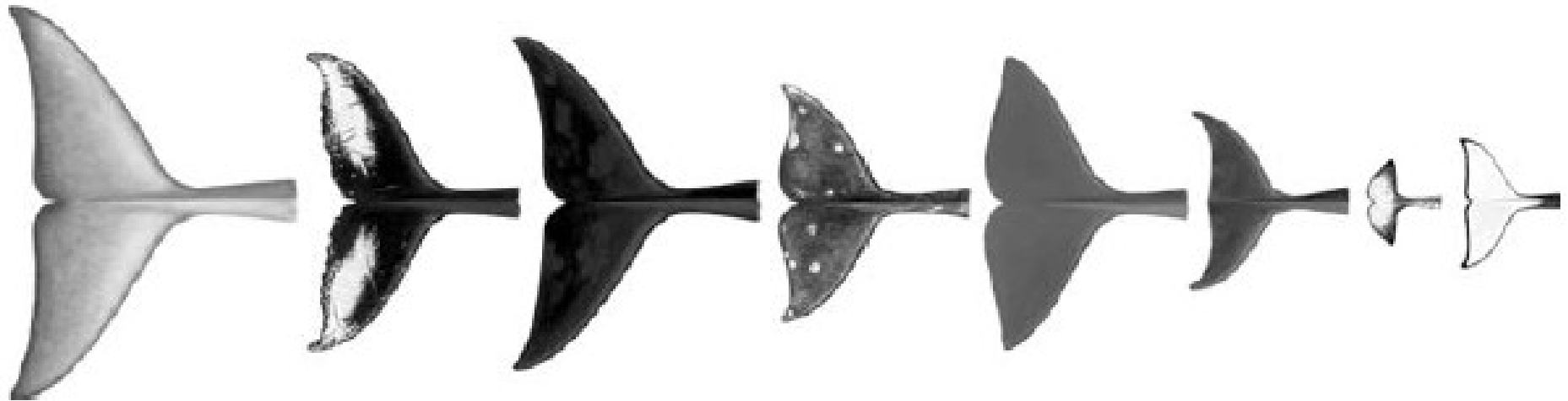
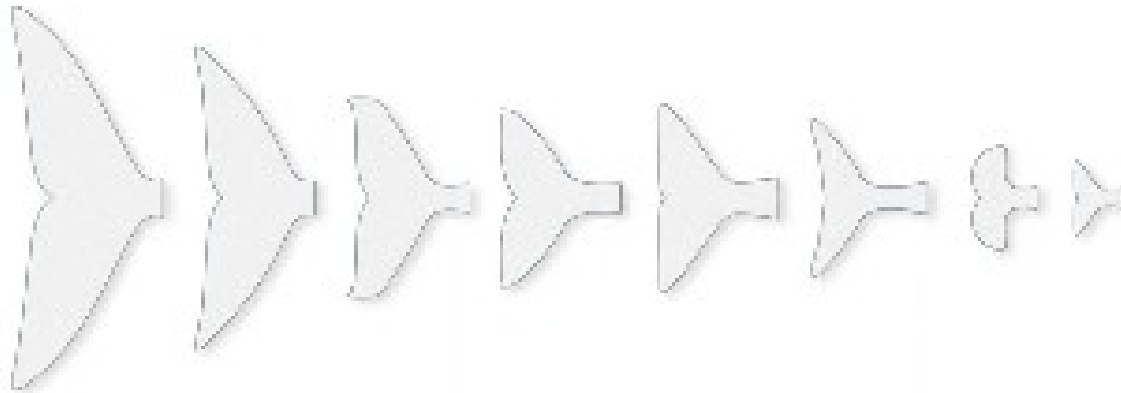
Capa de grasa mucho más fina

Capa ligamentosa

Núcleo de tejido fibroso muy denso y resistente

Forma

convexa
recta
curvada
falcada
biconvexa



rorcual azul

yubarta

ballena franca

ballena gris

cachalote

zifio

narval

delfín

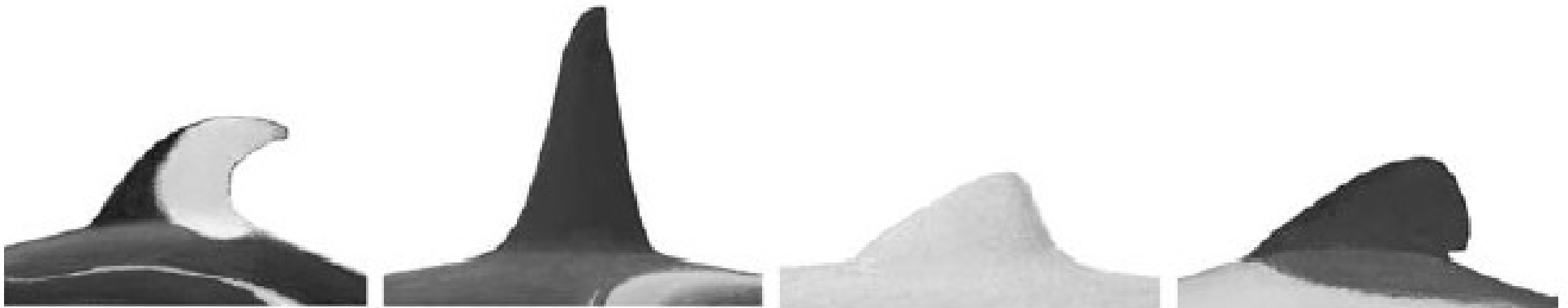


Aleta dorsal

Formada por tejido fibroso como el de la cola

Contribuye a mantener la posición y a la maniobrabilidad,
interviene en la termorregulación

Falta en balénidos, cachalote, narval, algunas marsopas,...



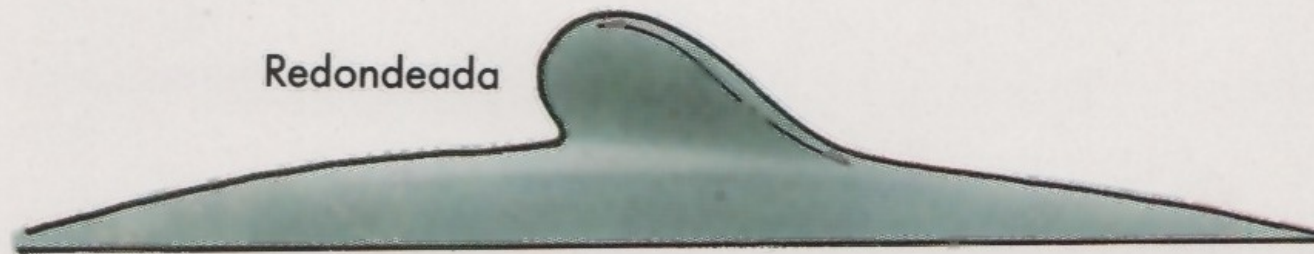
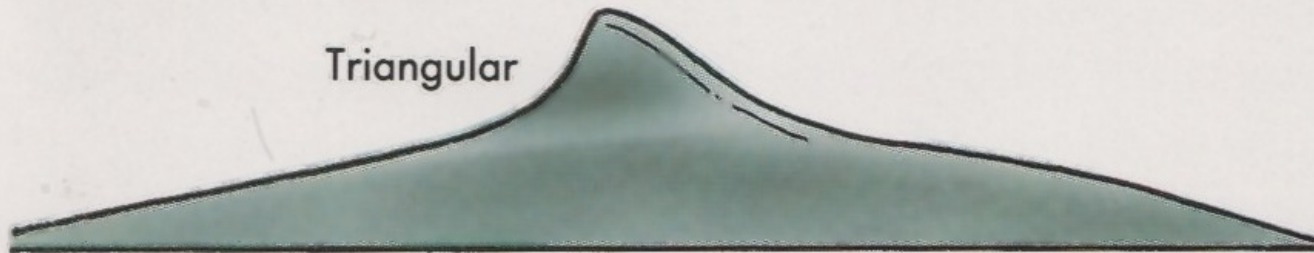
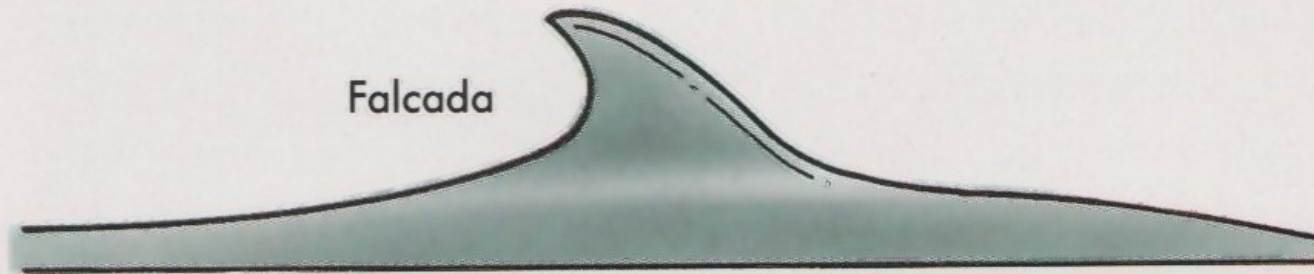
Falcada

Elongada

Triangular

Redondeada

ALETAS DORSALES

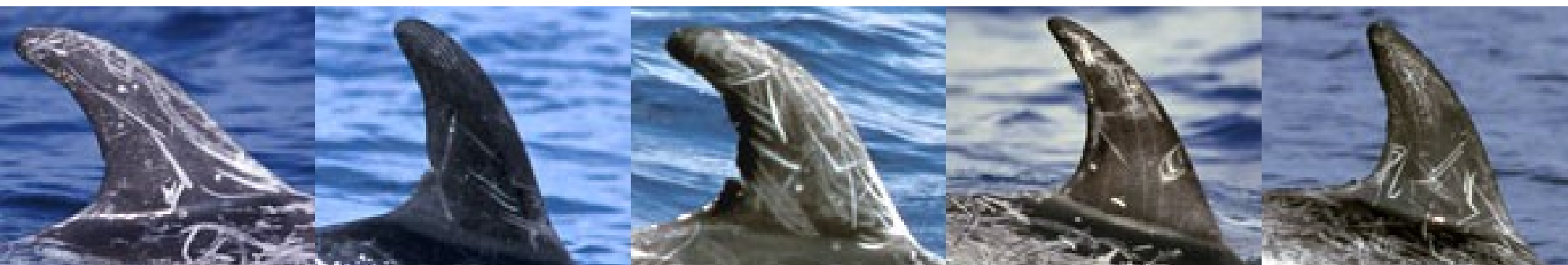


▲ Entre los delfines se encuentran especies que tienen la aleta dorsal falcada, triangular, roma y redondeada o que carecen de ella. El significado funcional de tales diferencias se desconoce.





© COLLA / WWW.OCEANLIGHT.COM



Allocco

Fenicottera

Strega

Zigolo

Albatros





Whale with dorsal fin

Blue whale



Fin whale



Sei whale



Bryde's whale



Minke whale



Form of protuberance or upheaval

Humpback whale



Gray whale



Whale without dorsal fin

Northern right whale

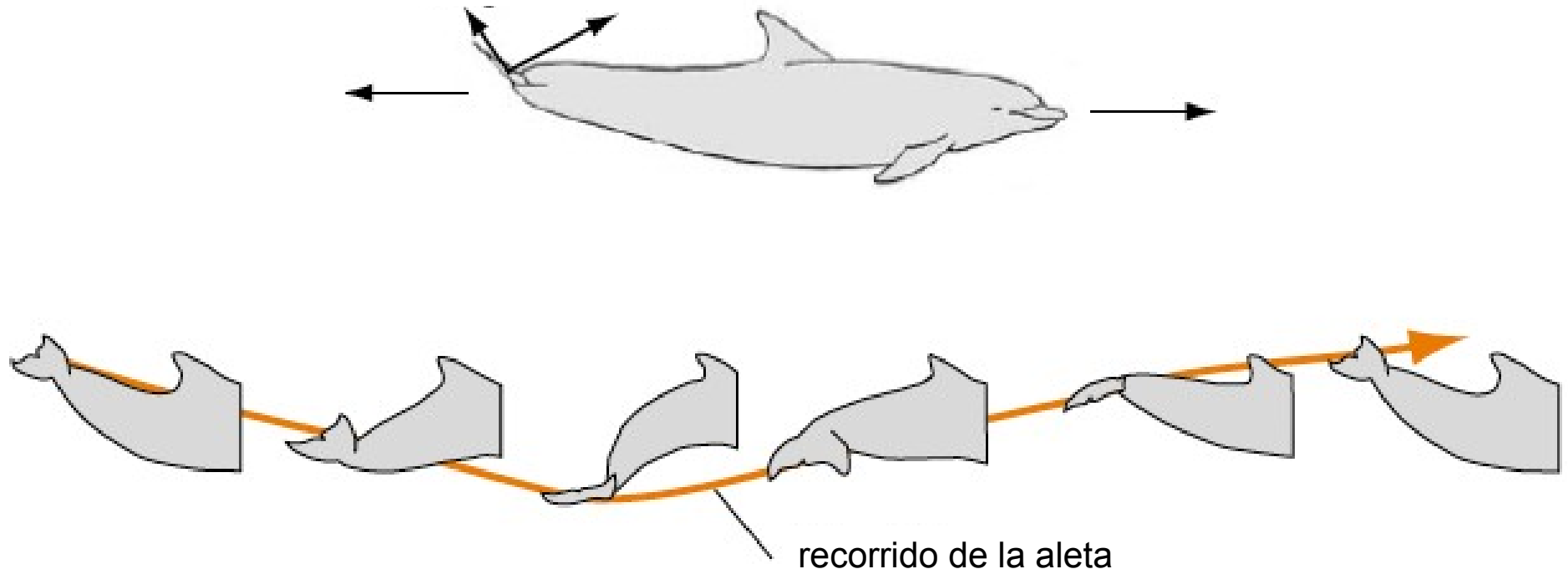


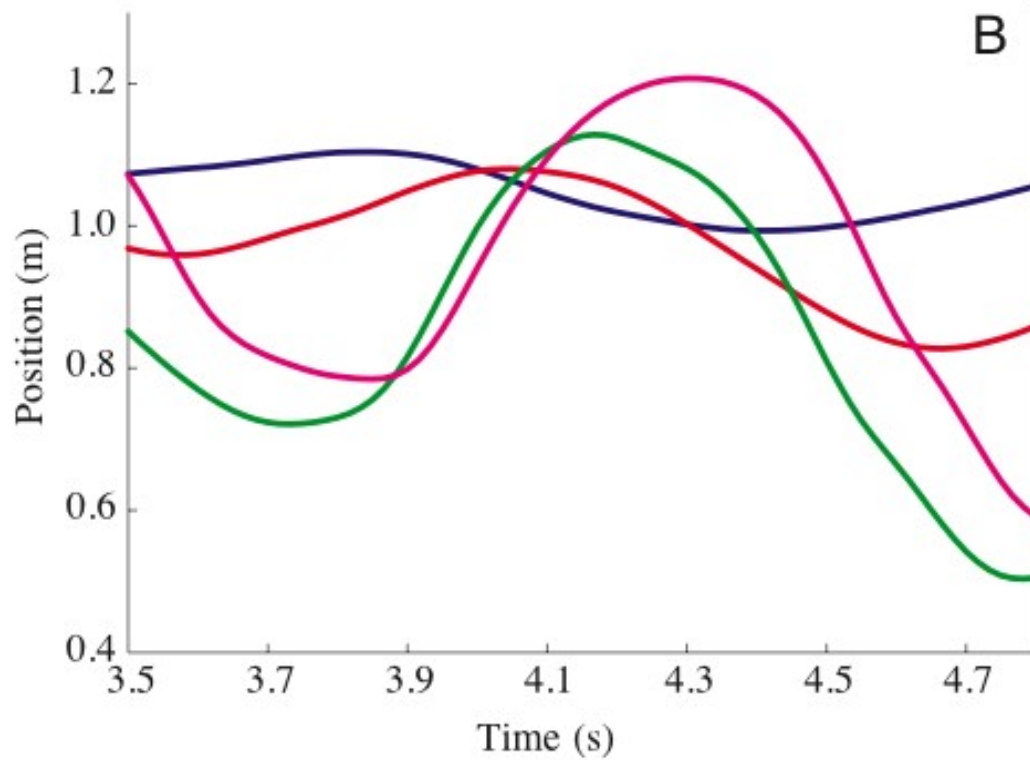
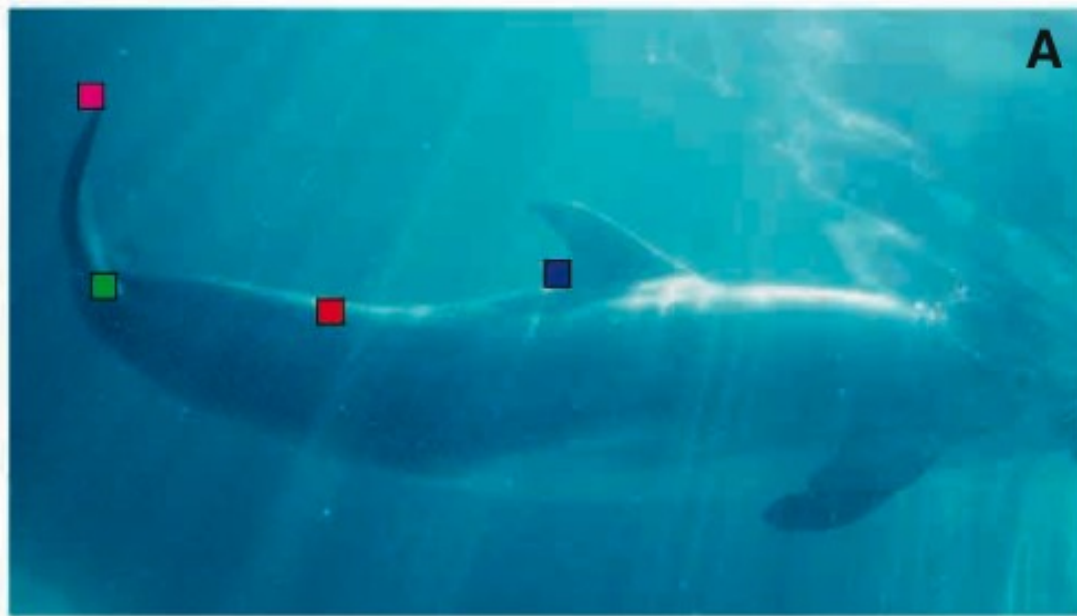
Locomoción acuática

Oscilación caudal

Movimiento vertical de la cola general empuje a partir de la sustentación

Fibras de fuerte tejido conjuntivo elástico en la cola y la capa subdérmica permiten aumentar la eficiencia en la natación





Estabilidad en los cetáceos

Superficies de control alejadas del centro de gravedad

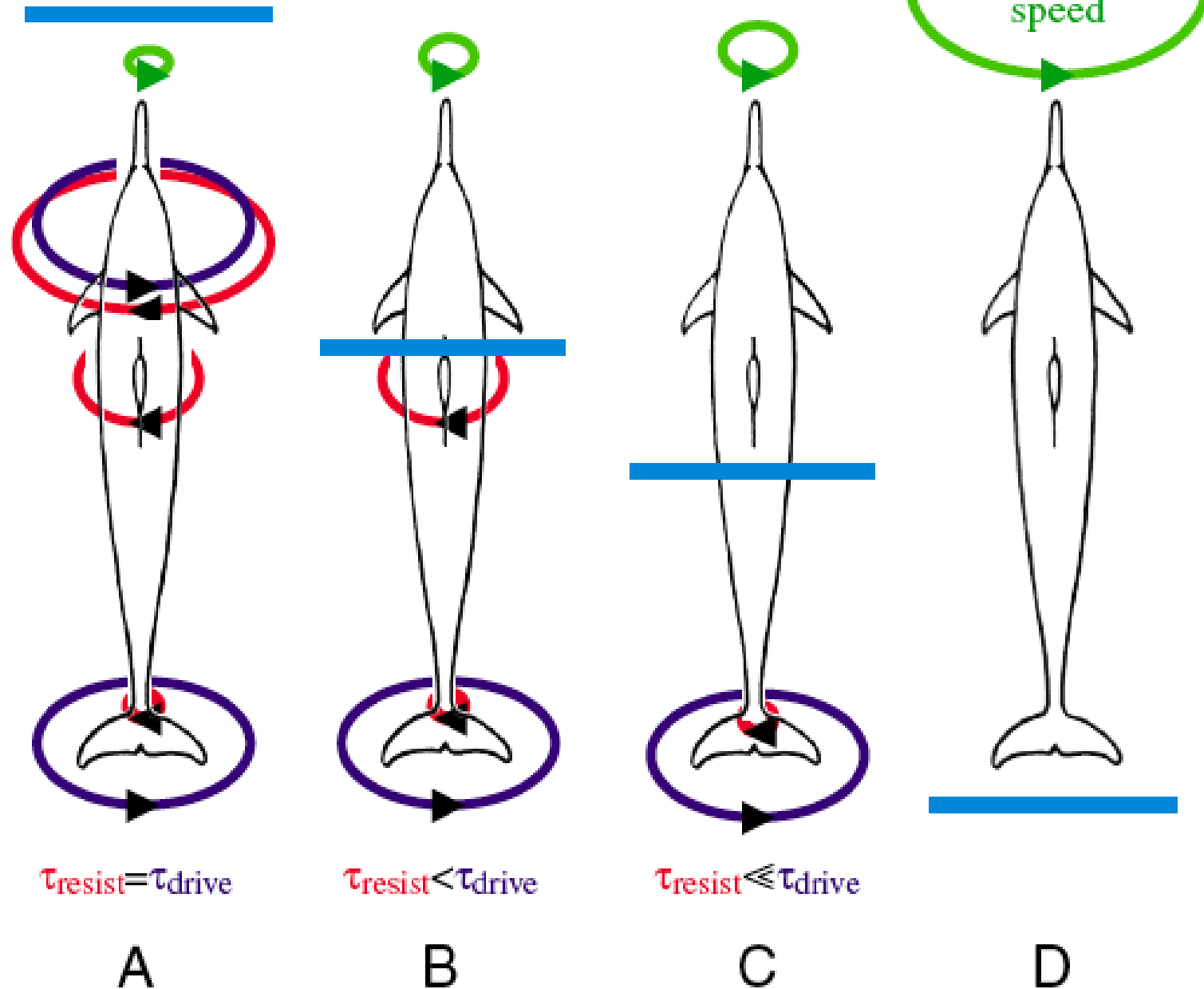
Movimiento limitado de las superficies de control

Flexibilidad reducida del cuerpo

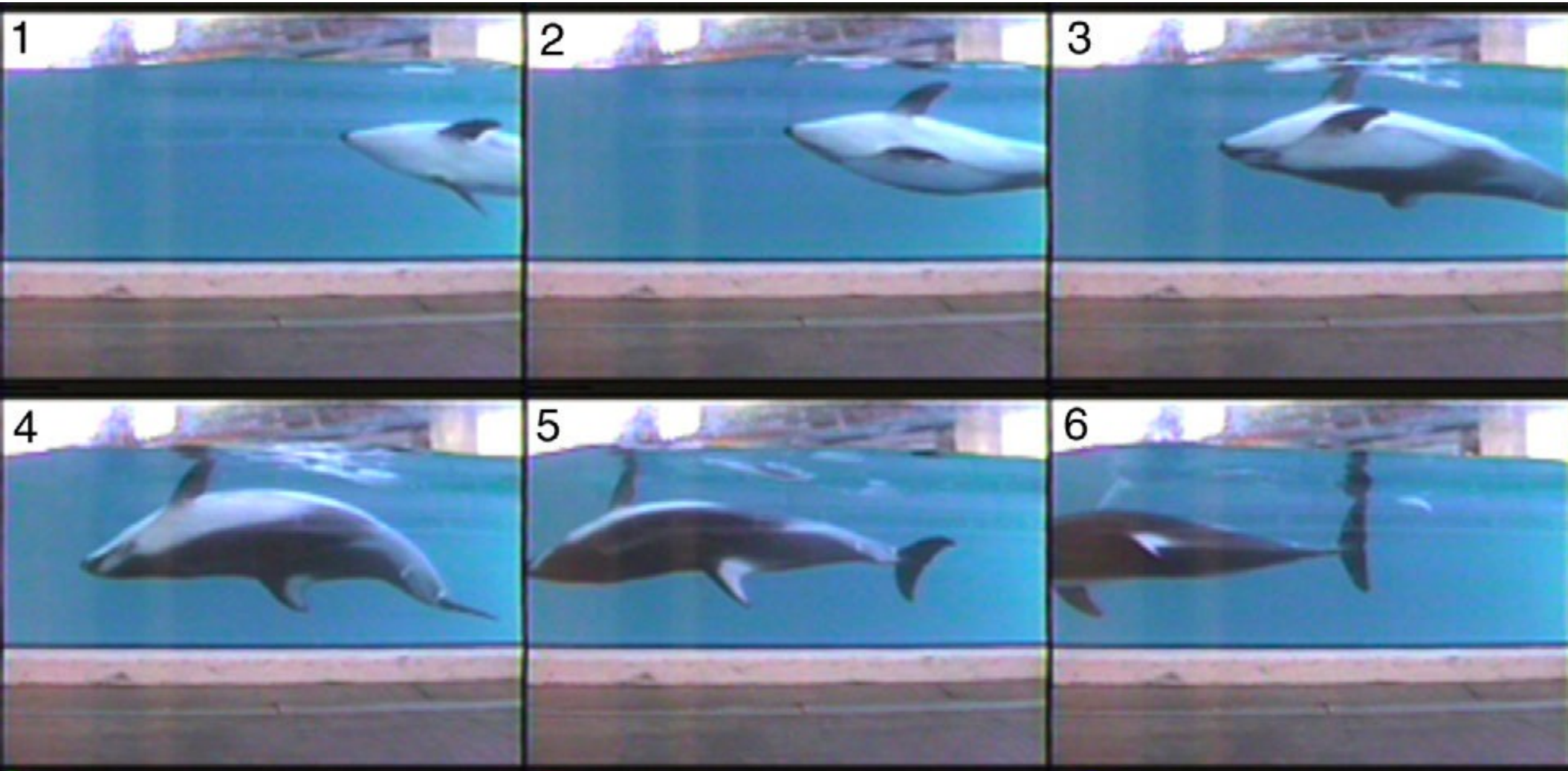


Rotación fuera del agua

Gran fuerza muscular



Rotación dentro del agua



Velocidad máxima medida en cetáceos

Orca 50 km/h



Sirenios

Extremidad visible a la altura del codo

Huesos del brazo bien desarrollados

Codo y muñeca movable

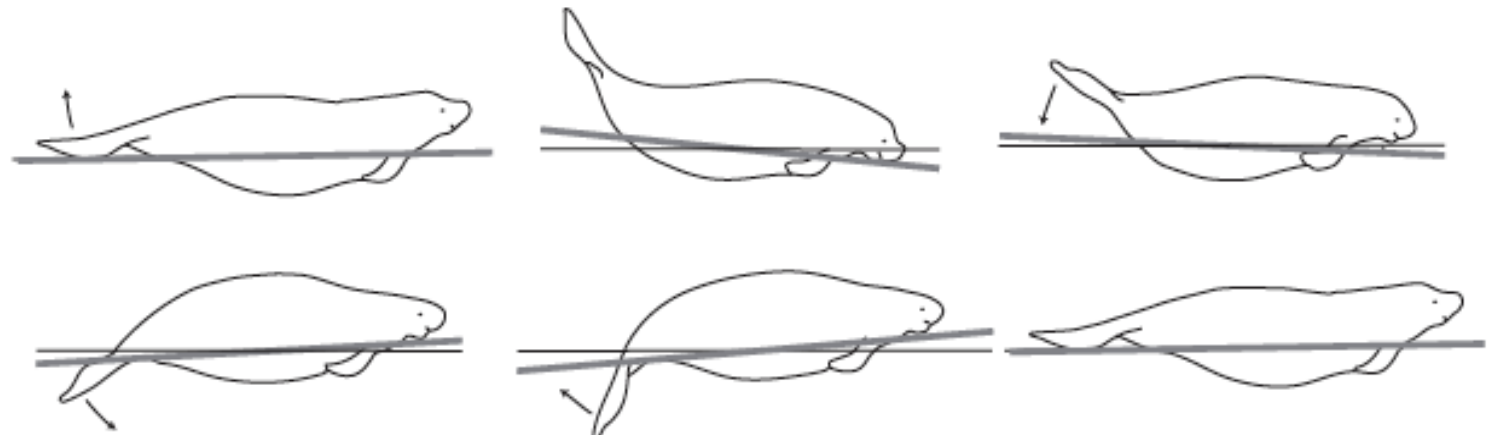
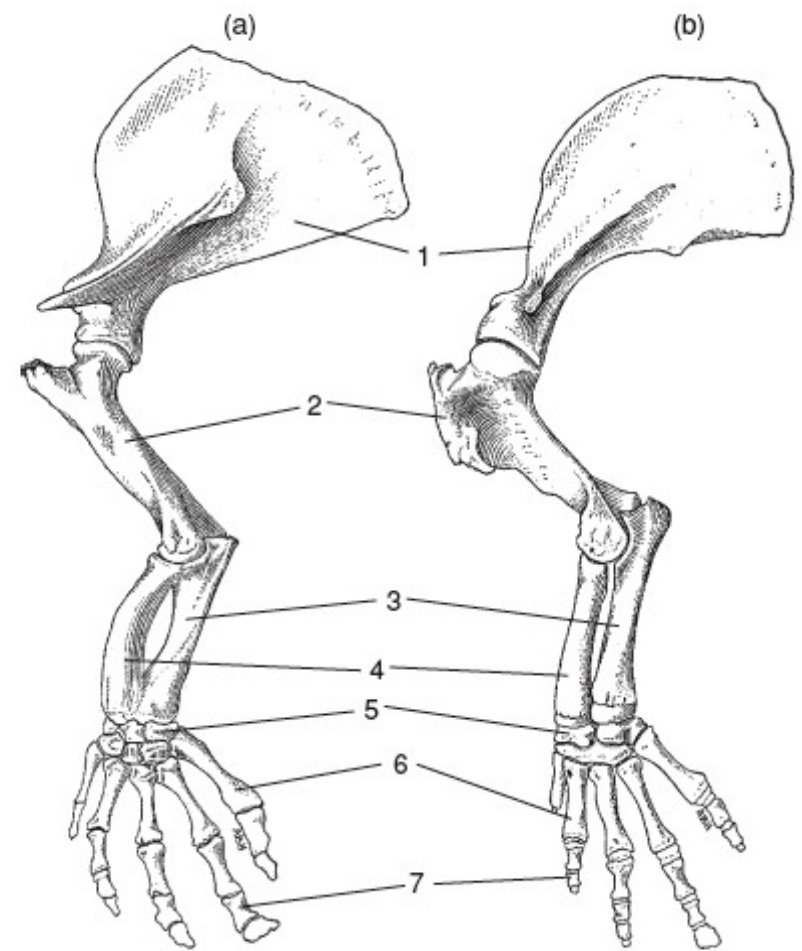
Extremidades posteriores huesos vestigiales

Huesos pesados: flotabilidad

Oscilación caudal

Cola: impulso y dirección

Animales lentos





Nutria

Remo pélvico en superficie

Ondulación sumergida

