

# INTRODUZIONE

Definizione di Ornitologia

Definizione di biologia degli uccelli

Durata del corso e sintesi

Approfondimenti in altri corsi

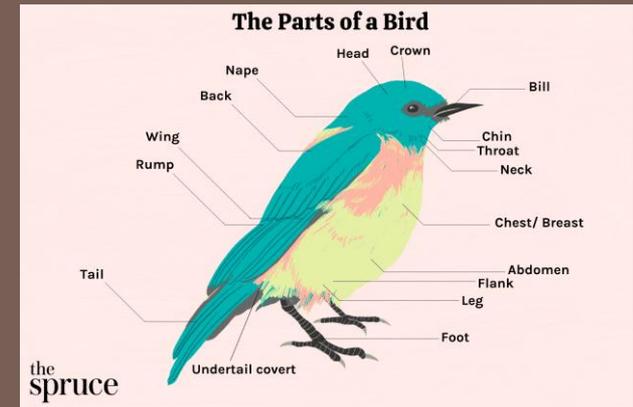


# COS'È UN UCCELLO

Il volo non è una caratteristica solo degli uccelli, vi sono anche uccelli che non volano, e rettili, pesci, mammiferi che volano.

Caratteristiche degli uccelli:

- Piumaggio: esclusivo, attualmente non ci sono altri animali con le piume
- Ossa pneumatiche rinforzate
- Sacchi aerei collegati ai polmoni
- Coste articolate con processi uncinati
- Furcula: clavicole fuse
- Siringe: organo fonatore specializzato
  
- Sangue caldo: come i Mammiferi (omeotermi)
- Bipedismo: pochi altri animali, soprattutto mammiferi
- Ovideposizione: presente anche nei Rettili e Mammiferi ovipari
- Becco corneo: presente anche nell'Ornitorinco e nelle Echidne (ovipari)



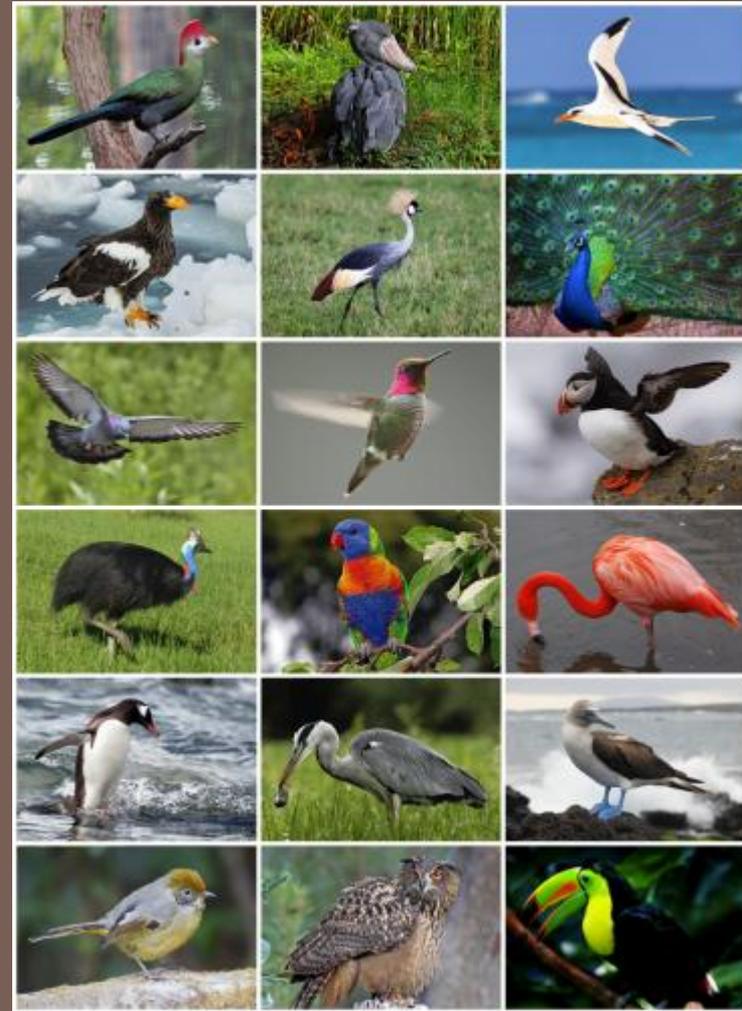
# COS'È UN UCCELLO

In breve gli uccelli sono Vertebrati dotati di penne

Originatisi dai rettili

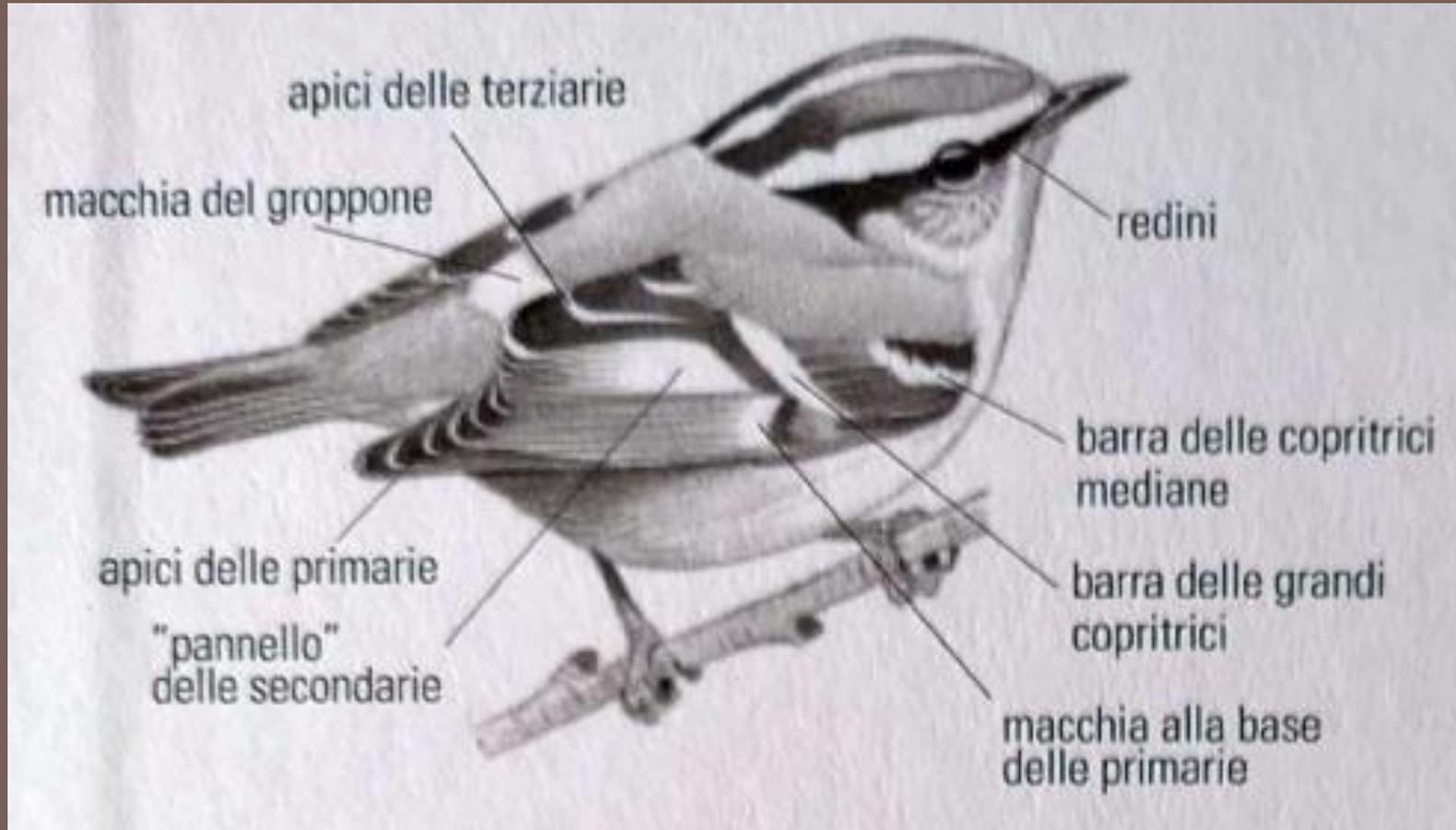
E dotati di tutta una serie di caratteristiche anatomiche che si sono sviluppate come adattamento al volo

**Volo attivo battuto.**



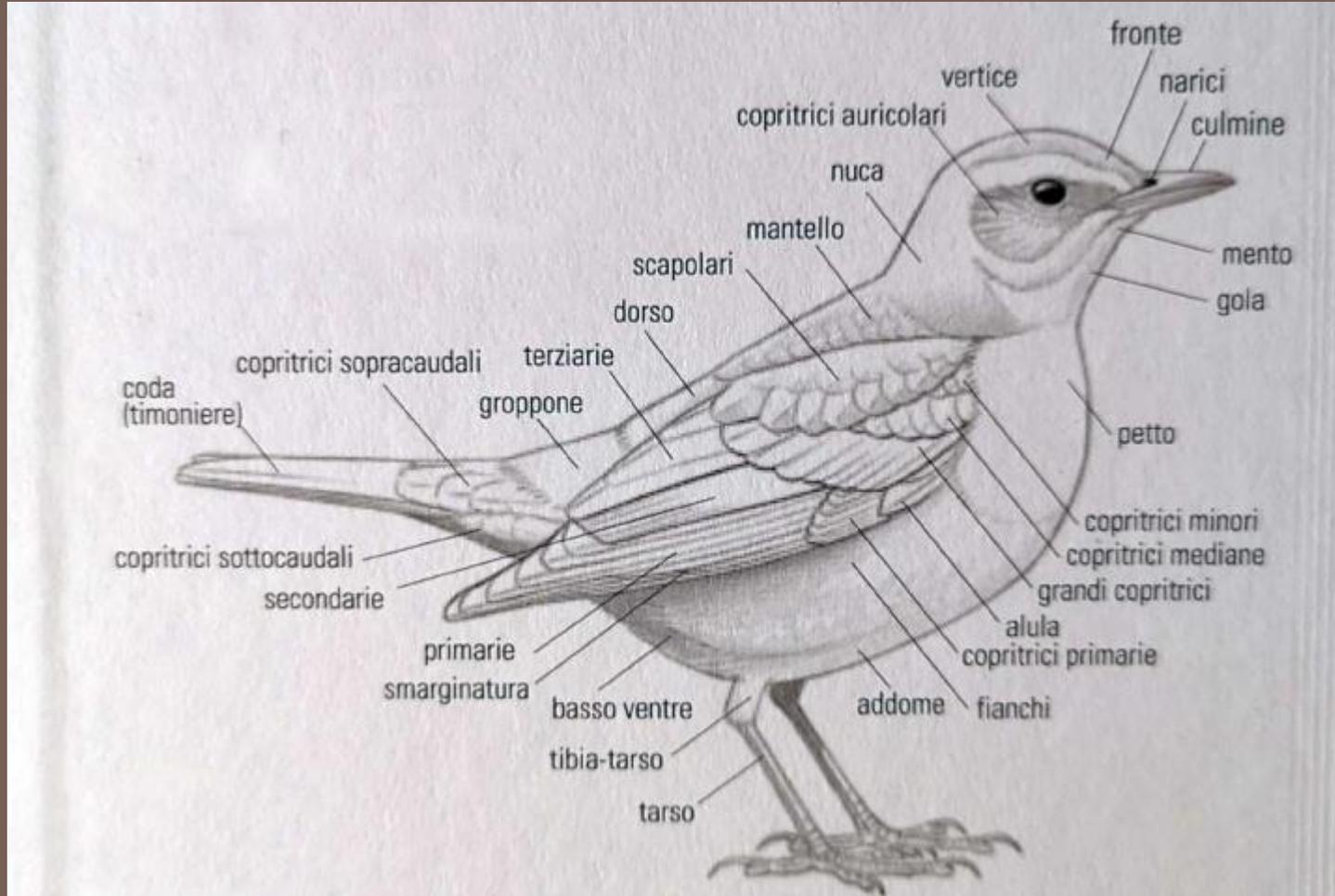
# COS'È UN UCCELLO

## Anatomia esterna di un uccello



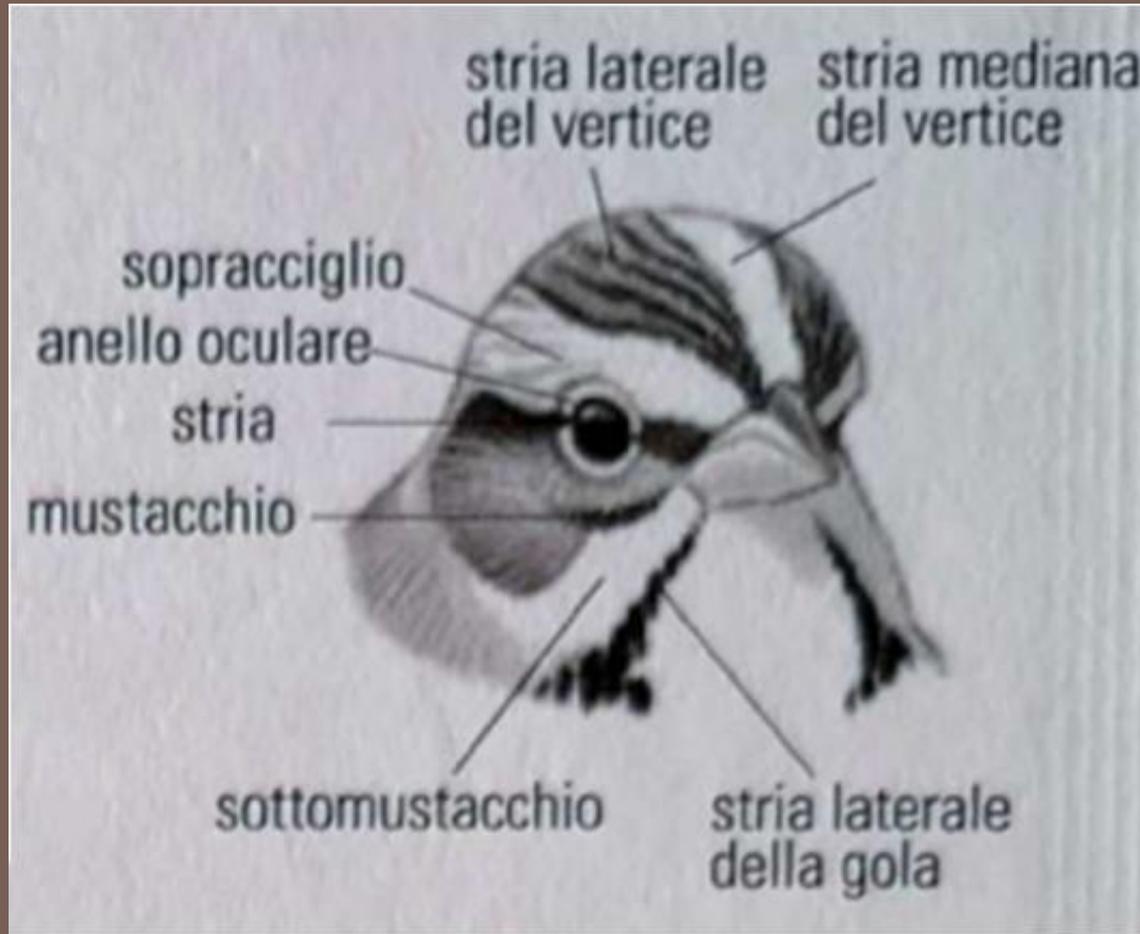
# COS'È UN UCCELLO

## Anatomia esterna di un uccello

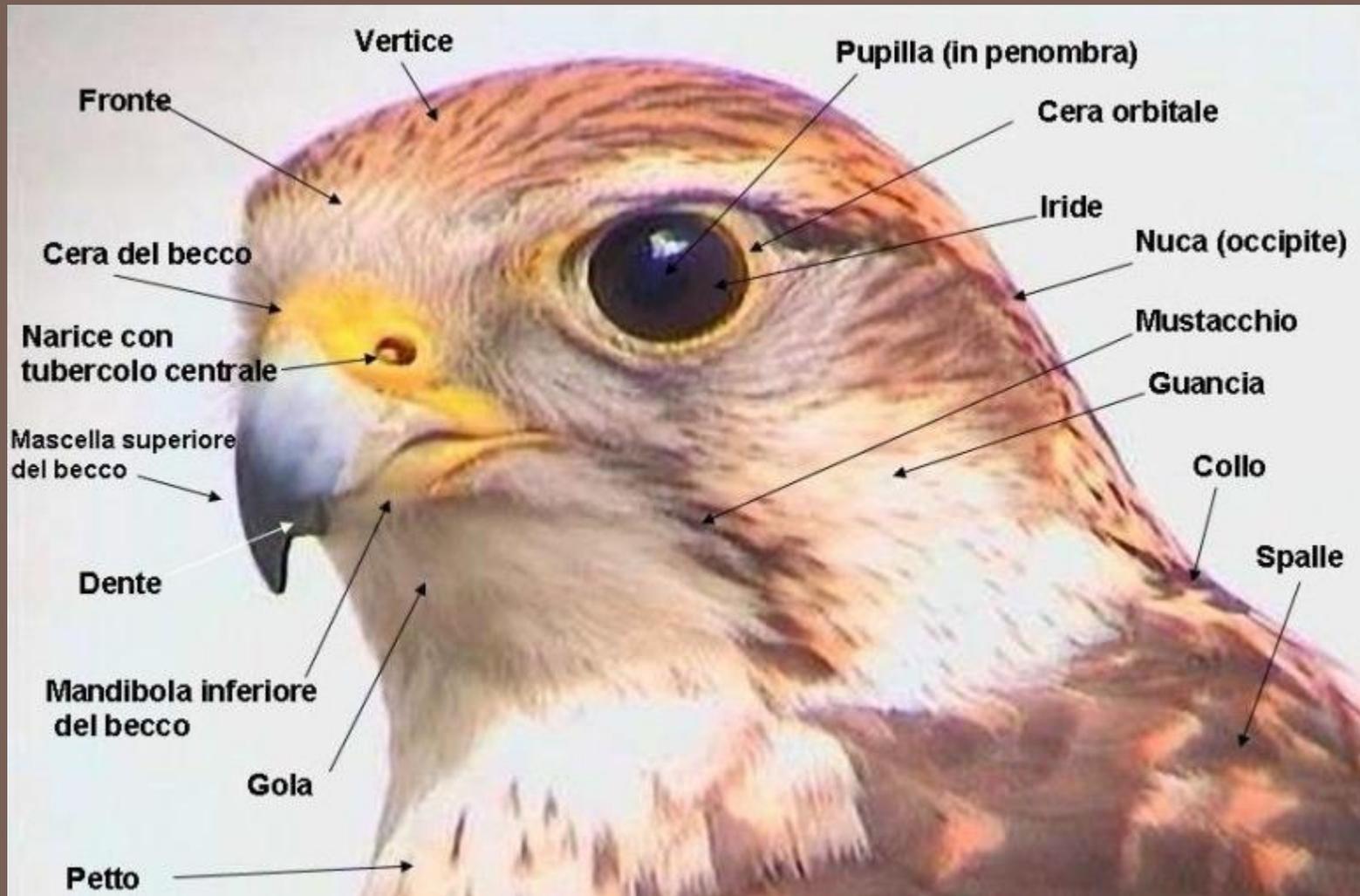


# COS'È UN UCCELLO

## Anatomia esterna di un uccello



# COS'È UN UCCELLO



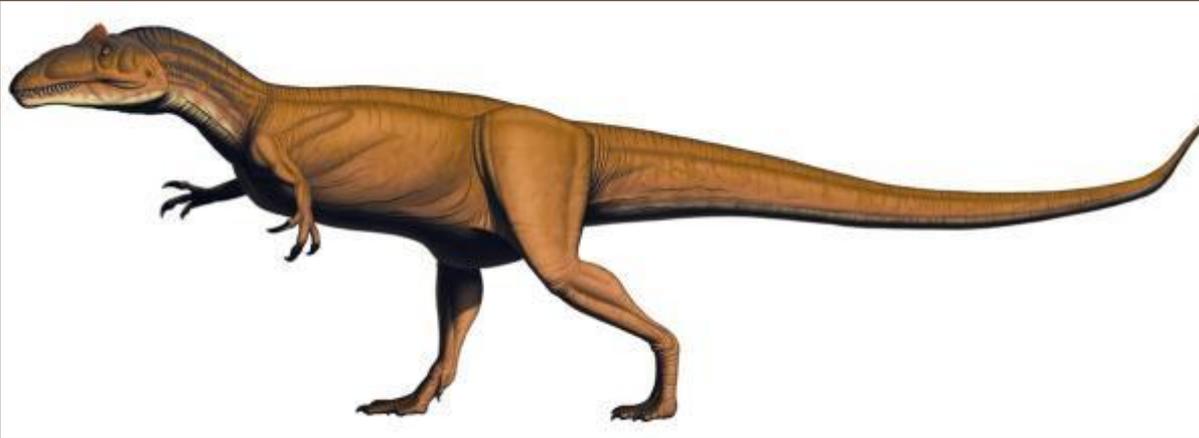
# PALEONTOLOGIA

L'origine degli Uccelli risale a più di 150 milioni di anni fa

Con l'origine dei dinosauri teropodi piumati

Non è possibile trovare una linea di demarcazione netta tra dinosauri e uccelli ma è stata una evoluzione graduale

I Teropodi deponevano uova, le covavano, avevano un piumaggio ancestrale e sacchi aeriferi



Bipedi e carnivori

Comparsi nel Triassico superiore

Es: Tirannosauro, Allosauro, Velociraptor



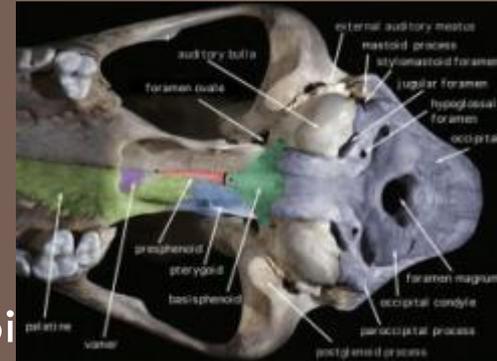
# PALEONTOLOGIA

**Table 2–1 Geologic Time Scale**

<b>Era</b>	<b>Period</b>	<b>Epoch</b>	<b>Million Years Before Present</b>
<b>Cenozoic</b>	Quaternary	Holocene	0.01
		Pleistocene	2.6–0.01
	Neogene	Pliocene	5–2.6
<b>Mesozoic</b>	Paleogene	Miocene	23–5
		Oligocene	34–23
		Eocene	56–34
		Paleocene	66–56
	Cretaceous	Late	100–66
		Early	145–100
	Jurassic	Late	164–145
		Middle	174–164
		Early	200–175
	Triassic		250–200



# PALEONTOLOGIA



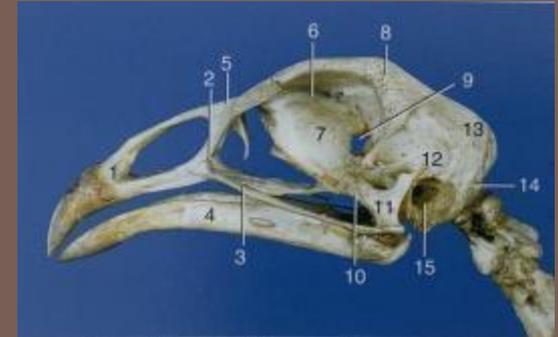
Gli uccelli dunque derivano dai rettili e sono essi stessi dei rettili:

-Cranio: diapside articolato con uno snodo “a sfera” (Condilo occipitale) con la prima vertebra (nei mammiferi è doppi

-Orecchio medio con un solo osso (staffa). Nei mammiferi 3 ossa (martello incudine staffa)

-Squame nelle zampe molto simili alle scaglie dei rettili

-Depongono uova con una struttura molto simile

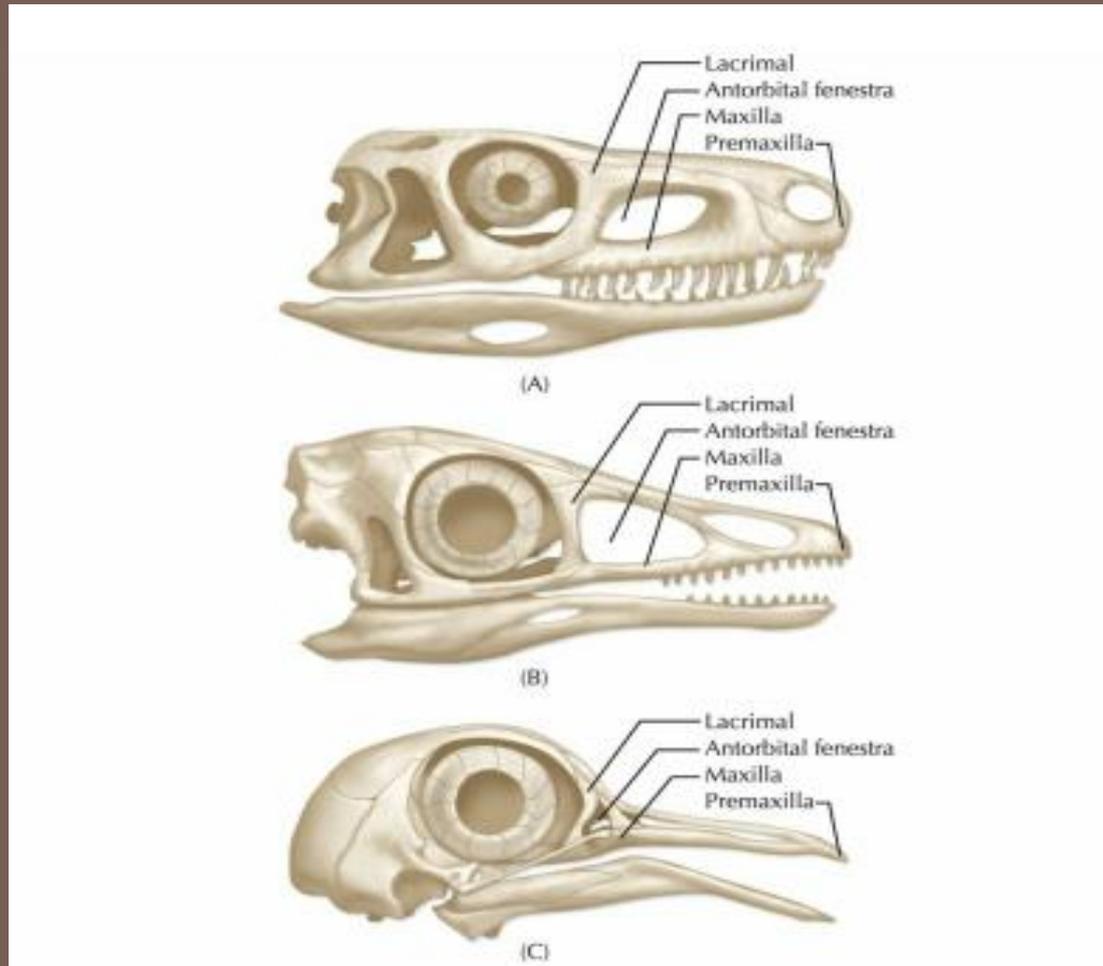


In particolare gli uccelli sono strettamente imparentati con Alligatori e Coccodrilli i quali hanno anche cure parentali come gli uccelli. Comportamento presente nei loro antenati, gli Arcosauri.

Il cranio degli Arcosauri ha una finestra antorbitale come gli uccelli (foro distintivo sul lato del cranio di fronte alla cavità dell'occhio)



# PALEONTOLOGIA



# PALEONTOLOGIA

Gli uccelli sono dinosauri pedomorfici secondo alcuni autori cioè adulti con caratteristiche da immaturi

Nei dinosauri non aviani e nei coccodrilli il cranio infatti subisce cambiamenti dalla nascita allo sviluppo da adulto: il muso si allunga, gli occhi da grandi nei piccoli si riducono e così via

Negli uccelli estinti come l'Archeopteryx o il Confuciusornis ciò non avviene e gli adulti mantengono le stesse caratteristiche dei giovani (occhi grandi, muso allungato etc).

Stessa cosa succede negli uccelli, infatti.



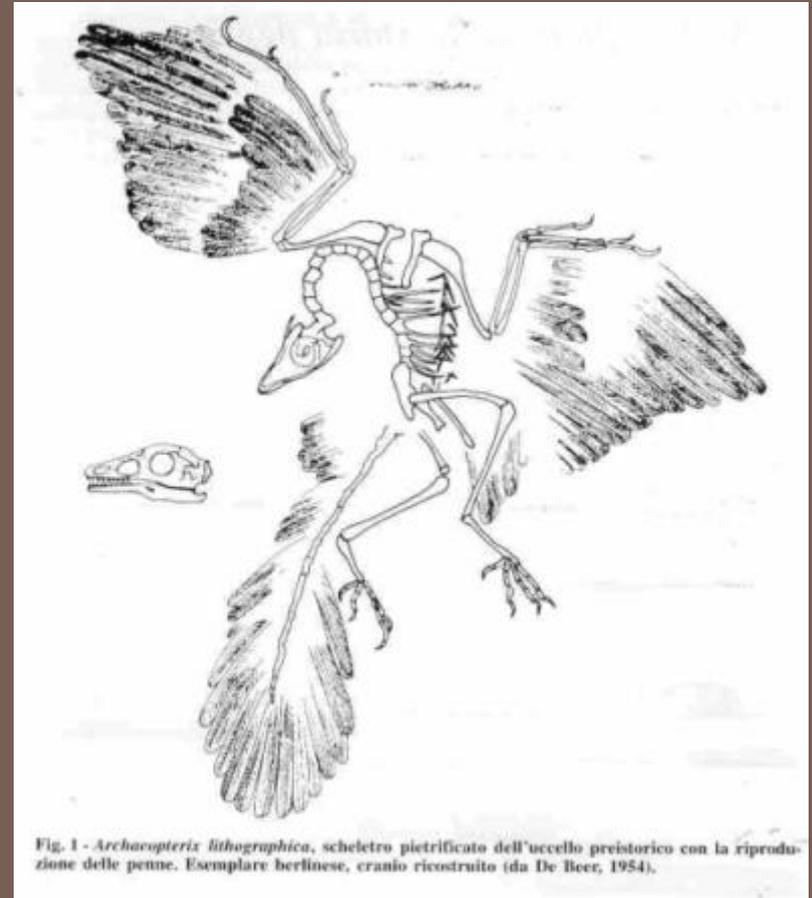
# PALEONTOLOGIA

Già Darwin nel 1859 nel suo famoso libro sull'origine delle specie aveva predetto che ci fosse un anello di congiunzione tra uccelli e dinosauri.

Questo anello fu trovato infatti poco dopo in alcune cave in Germania risalenti al Giurassico superiore

Si tratta dell'*Archaeopteryx lithographica*

Tutt'ora ritenuto l'anello mancante anche se il concetto di anello mancante non si usa più in paleontologia perché vi è tutta una gradazione di fossili e non solo uno.



# PALEONTOLOGIA

L'Archaeopteryx mostra tutta una serie di caratteristiche tipiche dei dinosauri ma ha già un piumaggio perfettamente sviluppato uguali a quelle degli Uccelli.

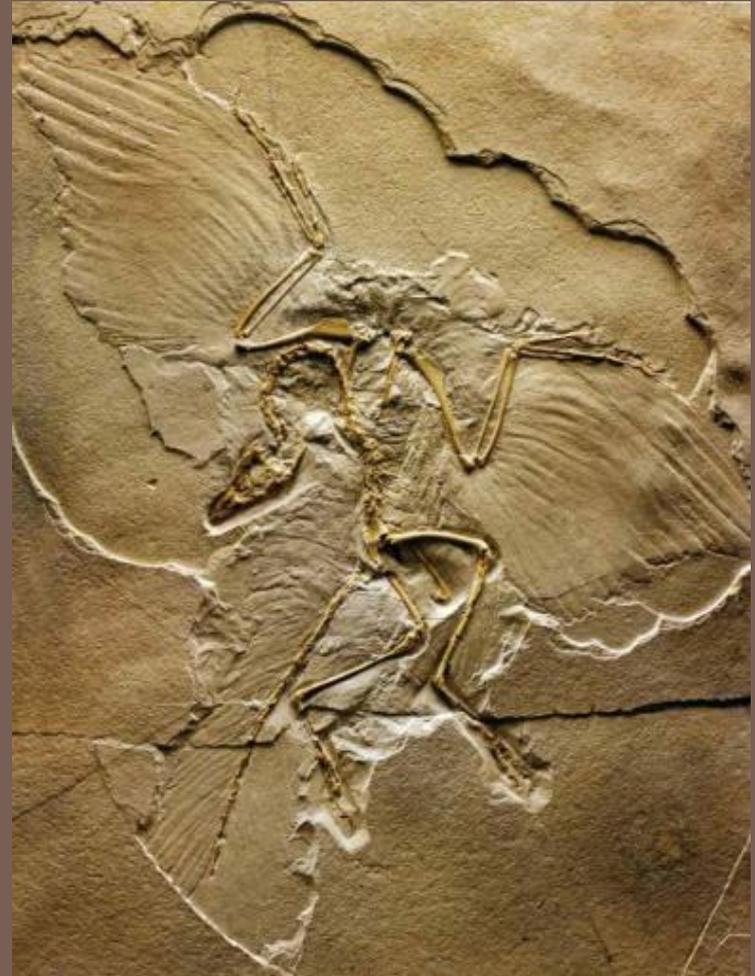
Sono stati trovati numerosi scheletri di Archaeopter..

Rettile bipede dalle dimensioni di un Corvo

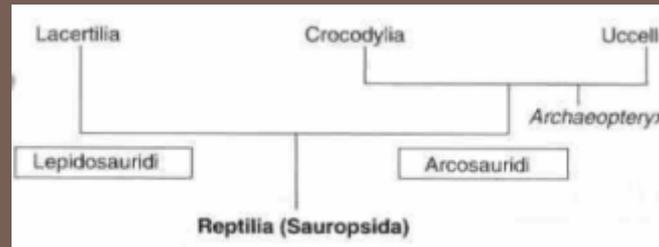
Con lunga coda ossea e penne sugli arti superiori a formare delle ali (penne uguali agli uccelli attuali con vessillo asimmetrico)

Era un corridore terrestre capace di arrampicarsi sugli alberi e poi planare dall'alto battendo leggermente le ali.

La spalla però non era evoluta, era da dinosauro e dunque non adatta al volo battuto



# PALEONTOLOGIA



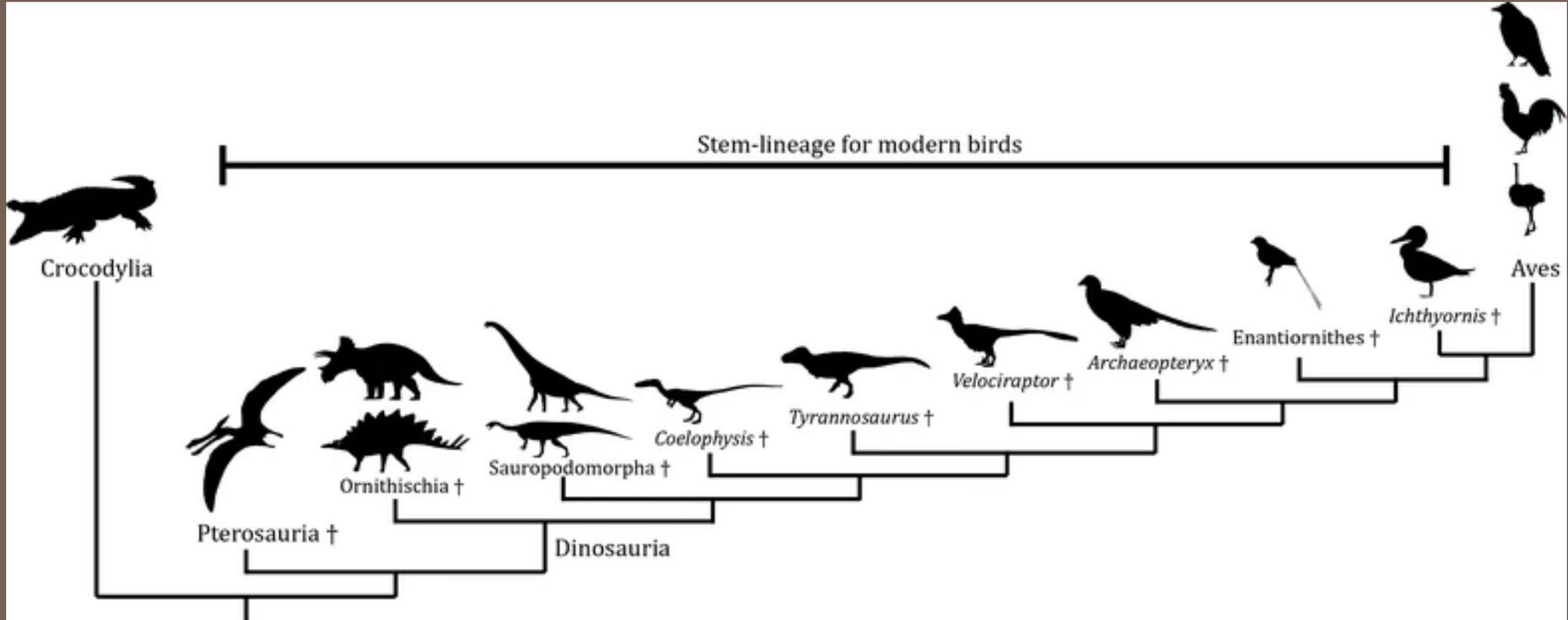
Coccodrilli e uccelli si trovano molto vicini nell'albero filogenetico, infatti entrambi appartengono agli Arcosauridi;

Sono imparentati gli uni con gli altri più strettamente che con i Lepidosauridi, a cui appartengono i Lacertidi (Lucertole e Serpenti).

Figura: Scheletri di un sauro (a), di un Archaeopteryx (b) e di un uccello recente (c) riprodotti tutti alla stessa grandezza per facilitarne il confronto.



# PALEONTOLOGIA

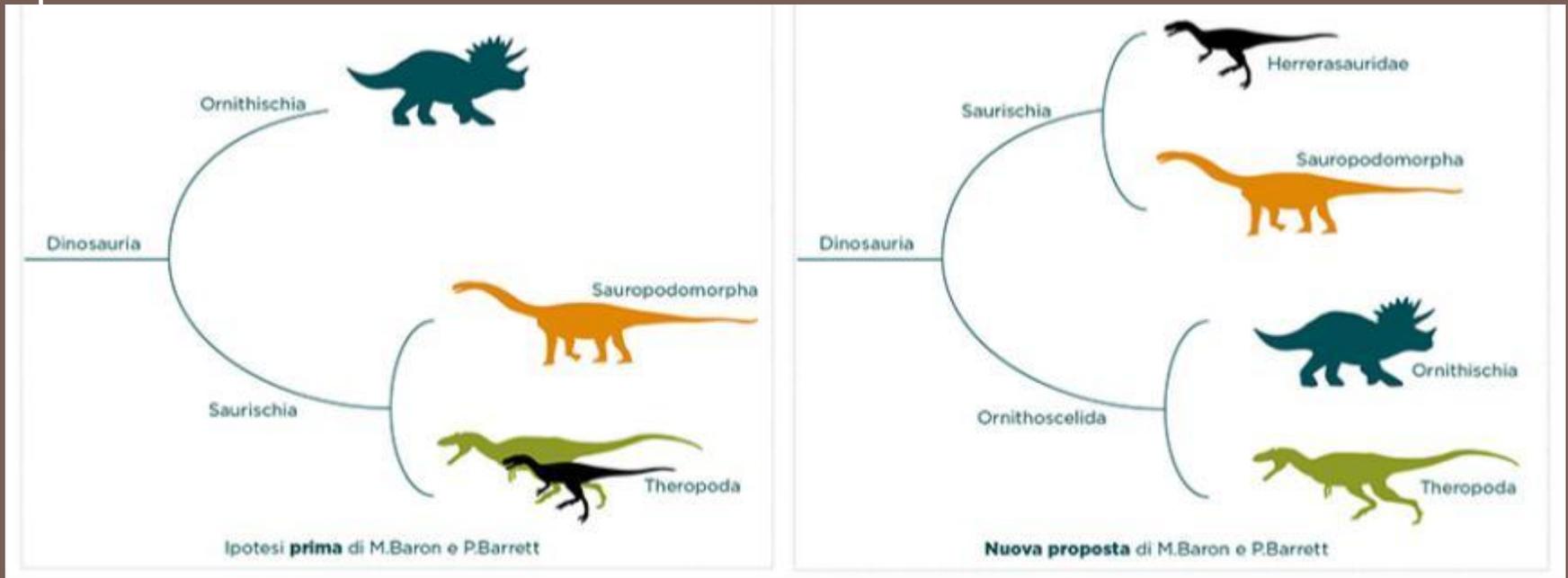


# PALEONTOLOGIA

Dunque gli uccelli sono dinosauri (precisamente Teropodi come il Velociraptor per es)

Si distinguono dinosauri aviani (cioè gli uccelli) e dinosauri non aviani cioè i dinosauri veri e propri

I dinosauri sono classificati in 3 gruppi principali monofiletici: Ornitisci, Sauropodi e Teropodi



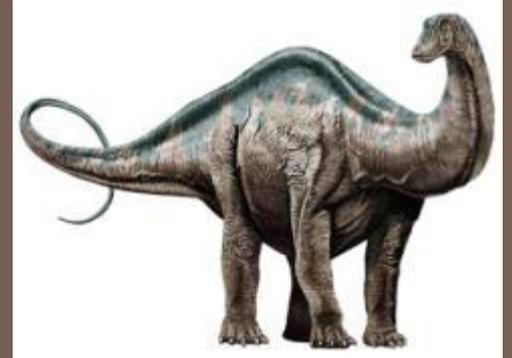
# PALEONTOLOGIA

## 1) Ornitisch:

Erano soprattutto quadrupedi vegetariani e includono per esempio l'Anchilosauro, lo Stegosauo, il Triceratopo e il Parasaurolophus.



I dinosauri Saurischi sono il gruppo fratello degli Ornitisch e includono Sauropodi e teropodi.



## 2) Sauropodi:

Erano dinosauri vegetariani dal lungo collo, tra gli animali più grandi mai vissuti per es Brachiosauro, Brontosauo e Titanosauro.



## 3) Teropodi:

Gruppo fratello dei sauropodi, costituito da dinosauri bipedi e carnivori per es Allosauro, Tirannosauro, Oviraptor e Velociraptor.



# PALEONTOLOGIA

## Gradualità evolutiva

Gli Uccelli hanno avuto una straordinaria radiazione evolutiva nel Mesozoico, tra l'origine dell'Archeopteryx e l'estinzione di massa dei dinosauri non aviani alla fine del Cretaceo.

Dopo l'evoluzione dell'Archeopteryx nel tardo periodo Giurassico, gli uccelli gradualmente si sono evoluti con determinate caratteristiche morfologiche tipiche degli uccelli moderni.

Una gran quantità di fossili provenienti soprattutto dal primo Cretaceo in Cina (Liaoning) successivamente scoperti hanno fatto da ponte per coprire il vuoto che c'era tra l'Archeopteryx e gli uccelli moderni.

La filogenesi degli Uccelli del Mesozoico documenta il fatto che la morfologia e le capacità di volo degli uccelli moderni si sono evolute in tutta una serie di passaggi intermedi per questo non si parla più di “anello mancante”



# PALEONTOLOGIA

Come l'Archaeopterix, il Jeholornis del Cretaceo (120 milioni di anni fa) aveva una coda ossea piuttosto lunga ma in questo Uccello si è evoluto un carattere in più, tipico degli uccelli moderni: le ossa della parte inferiore della zampa (il tarso metatarso) si sono fuse



# PALEONTOLOGIA

Il Confuciusornis del primo cretaceo è stato tra i primi ad avere una coda più corta; questo uccello preistorico aveva diverse caratteristiche oggi comuni negli uccelli moderni, oltre al carpo metacarpo, aveva una coda con meno di 8 vertebre libere e un osso speciale creato dalla fusione delle vertebre della parte finale della coda, detto pigostilo, dove si inseriscono le penne della coda. Come gli uccelli moderni il Confuciusornis aveva anche un becco corneo senza denti.

Alcuni esemplari di Confuciusornis inoltre avevano un paio di piume della coda estremamente lunghe e con le punte spatolate che sembrano avessero la funzione di ornamenti utilizzati per le parate di corteggiamento.

**Il gruppo fratello del Confuciusornis e dei suoi parenti è costituito da due radiazioni evolutive diverse, gli Enanthiornitini e gli Ornithurini**



# PALEONTOLOGIA

## Enantiornitini

Hanno dominato l'evoluzione degli uccelli nel Mesozoico con decine di specie in grado di volare; erano piccoli come passeri per es il Sinornis ma alcune specie erano molto grandi quanto gli avvoltoi per es l'Avisaurus. Molte specie erano arboree.

Avevano i denti

**Enantiornithes**  
PRONOUNCED: (Ee-nan-tee-orn-ith-ees)  
TIME: Early-Late Cretaceous LOCATION: worldwide

Many fused bones in the hand, like a modern bird wing. Very different from the clawed wings of Archaeopteryx and the raptors.

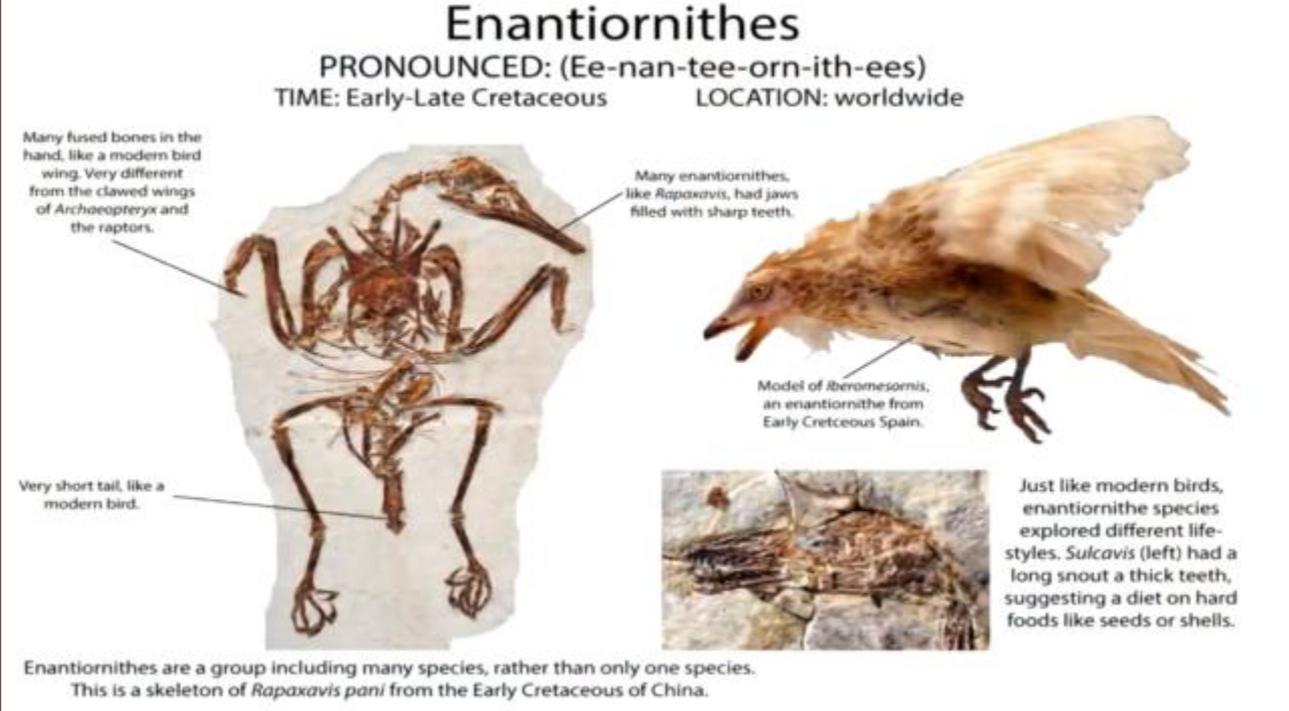
Many enantiornithes, like *Rapaxavis*, had jaws filled with sharp teeth.

Very short tail, like a modern bird.

Model of *Iberomesornis*, an enantiornithe from Early Cretaceous Spain.

Just like modern birds, enantiornithe species explored different lifestyles. *Sulcavis* (left) had a long snout a thick teeth, suggesting a diet on hard foods like seeds or shells.

Enantiornithes are a group including many species, rather than only one species. This is a skeleton of *Rapaxavis pani* from the Early Cretaceous of China.



# PALEONTOLOGIA

Gli Enantiornitini avevano in comune con gli uccelli moderni molte caratteristiche soprattutto nella morfologia del volo per esempio lo sterno carenato e l'osso coracoide allungato.

Il coracoide più lungo ha sollevato l'articolazione della spalla creando il foro delle tre ossa o canale delle tre ossa dove passa il tendine supracoracoideo, dando così la capacità di alzare le ali tipica del volo moderno (upstroke).

L'antenato comune degli Enantiornithines e degli uccelli moderni ha anche evoluto un'altra caratteristica importante per il volo cioè l'alula o “bastard wing”, che è formata da un gruppo di piccole penne asimmetriche sulla punta del primo dito della mano; quando è estesa l'alula crea uno slot sul bordo di attacco (leading edge) dell'ala che aiuta a mantenere un flusso d'aria laminare sulla superficie superiore dell'ala a basse velocità.



# PALEONTOLOGIA

## Ornithurini

Il gruppo fratello degli Enantiornithes, che ha dato poi origine agli uccelli moderni; gli Ornithurini hanno evoluto e portato agli uccelli moderni una caratteristica molto importante, i processi uncinati nelle costole, che aggiungono stabilità alla cassa toracica superiore e aiutano sia nel volo che nella respirazione.

Come gli Enantiornithes, gli Ornithurae avevano i denti ed erano uccelli di piccola dimensione e arborei, che vissero nel primo Cretaceo.

Tra le specie meglio conosciute di uccelli Ornithurini vi sono alcune specie di uccelli marini dentati come l'Hesperornis, il Baptornis e l'Ichthyornis.

Molte specie di Uccelli Ornithuri scomparvero insieme con i dinosauri nell'estinzione di massa alla fine dell'era Mesozoica. Tra i pochi sopravvissuti, comunque, vi furono gli antenati degli Uccelli moderni.



# PALEONTOLOGIA

## Origine delle penne

L'origine degli uccelli, l'origine delle penne e l'origine del volo sono sempre state questioni correlate.

Secondo una ipotesi, l'origine delle penne è di tipo aerodinamico e il volo è inizialmente stato solo basato su salti tra gli alberi, e planate.

Secondo l'ipotesi di una origine degli uccelli dai teropodi invece le penne avevano un iniziale ruolo termoregolatorio e il volo è iniziato prima correndo.

Inizialmente si pensava che solo Archaeopteryx avesse le piume ma dopo si sono scoperti tanti fossili di dinosauri teropodi dotati di piume

Il piumaggio è stato scoperto anche in specie di dinosauri non aviani

Ad es il Sinosauropterix



# PALEONTOLOGIA

Le piume dunque sono un carattere molto diffuso tra tutti i dinosauri

Ed è facile che si siano evolute più volte indipendentemente



Sinosauropteryx



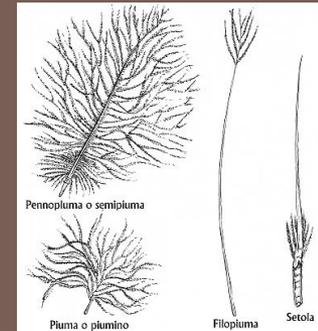
# PALEONTOLOGIA

Le piume degli antichi teropodi includevano strutture filamentose simili a piumino e penne più moderne e avanzate, simili alle penne attuali dotate di vessillo.

La relazione tra il piumino dei dinosauri e le penne moderne è sempre stata controversa, alcuni pensano che siano strutture non correlate altri pensano che il piumino dei dinosauri sia un antenato delle penne moderne.

Meno controversa è invece l'origine delle penne con vessillo (vaned feathers). Ad es il piccolo Microraptor gui aveva ali anteriori e posteriori (aveva le penne sulle 4 zampe) dotate di piume con vessillo asimmetrico proprio come nelle ali dei moderni uccelli.

Dunque è chiaro che le penne si sono evolute nella loro forma moderna a partire dai dinosauri teropodi e quindi pian piano si sono diversificate in forme e funzioni.



# PALEONTOLOGIA

Contrariamente a quanto si pensava le penne comunque non si sono originate insieme all'evoluzione della capacità di volare ma piuttosto il volo si è evoluto dopo l'origine di penne complesse con vessillo. Le penne con vessillo asimmetrico si sono evolute nella loro forma moderna a partire dagli antenati degli Uccelli Enantiornithini e Orniturini.

## Funzioni delle piume nei dinosauri

Ma quali erano le altre funzioni delle prime piume se non per il volo? Ci sono varie ipotesi che vanno dalla termoregolazione (soprattutto nei piccoli) alla repellenza all'acqua, mimetismo, comunicazione sociale e sessuale o una combinazione di più funzioni insieme. Le filopiume, presenti attualmente anche sugli uccelli, somigliano quasi a peli e hanno scopo sensoriale come le vibrisse; erano presenti anche nei Dinosauri come organi di senso. Le piume più sviluppate, quindi vere e proprie penne, presenti negli arti anteriori potevano essere utili per tenere l'equilibrio durante la cattura e l'uccisione di grosse prede.



# PALEONTOLOGIA

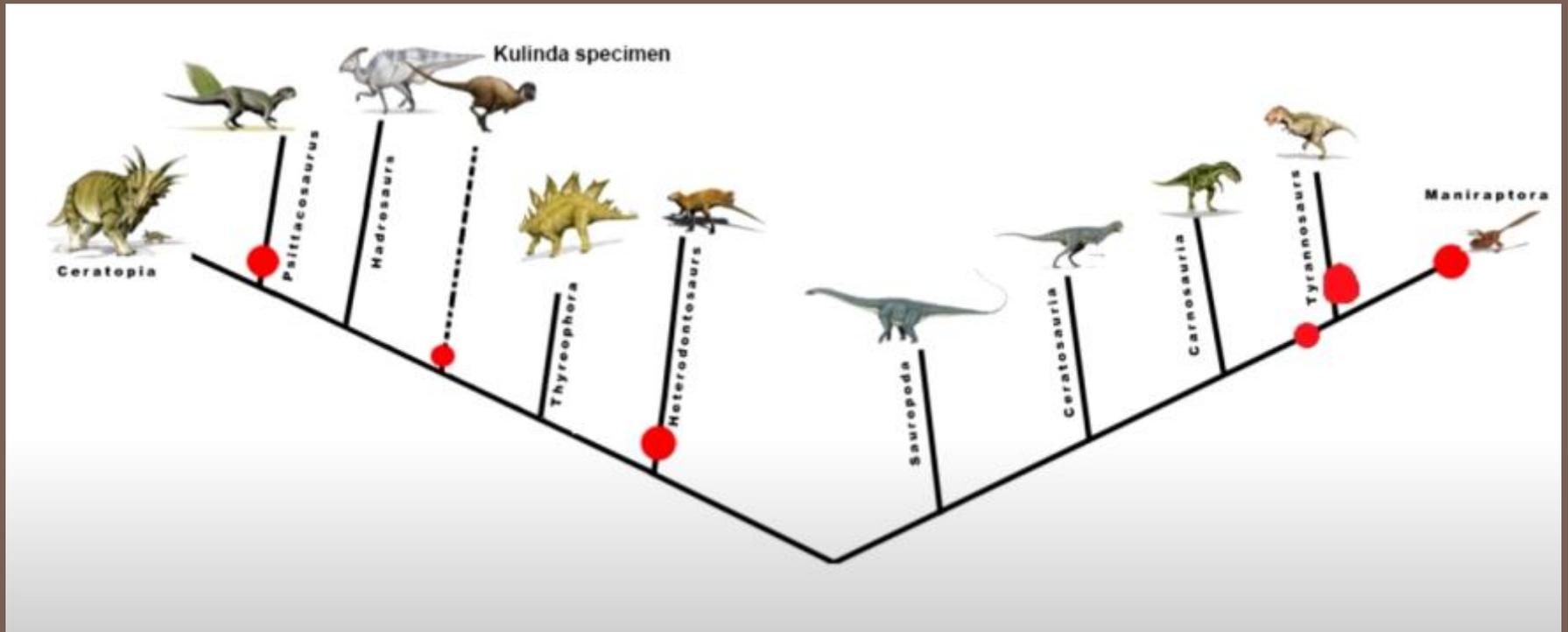


Grafico molto semplificato che mostra nella filogenesi dei dinosauri gli snodi dove compaiono delle piume

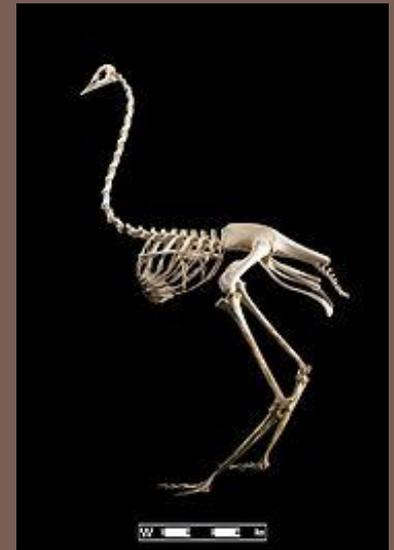


# PALEONTOLOGIA

## Evoluzione del volo

Come si è evoluto il volo negli uccelli? Quanto e come poteva volare l'Archaeopteryx? Come si è passato dagli arti anteriori degli antenati rettiliani alle proto-ali dei primi uccelli?

Tutti gli uccelli moderni derivano da antenati che già sapevano volare; oggi esistono anche uccelli non volatori come gli Struzzi ma si tratta di una evoluzione successiva, essi infatti hanno nella struttura del loro scheletro le tipiche caratteristiche di uccelli volatori ad esempio la forcella (furcula) originata dalla clavicola che serve a stabilizzare lo scheletro del torace durante il volo e che ha la funzione anche di fornire una superficie per l'inserzione di una parte della muscolatura del volo; negli struzzi solo la carena dello sterno è regredita.



# PALEONTOLOGIA

## Evoluzione del volo

Sull'origine del volo vi sono due principali teorie:

### 1) Teoria del volo arboreo in planata

Questa teoria propone che l'evoluzione del volo è iniziata planando come un paracadute da posatoi elevati tra gli alberi. Archaeopteryx deriverebbe da rettili quadrupedi che si arrampicavano sugli alberi e la stessa struttura del suo dito posteriore opposto agli altri conferma tale ipotesi, i rettili rampicanti infatti hanno bisogno di potenti arti posteriori per poter arrampicarsi e saltare da un ramo all'altro. L'Archaeopteryx poteva arrampicarsi facilmente sfruttando anche gli artigli degli arti anteriori. Da questo modo di muoversi arrampicandosi e saltando si sarebbe sviluppata la prima forma di volo, inizialmente un volo frenato come un paracadute e successivamente un volo planato; entrambi questi tipi di volo non richiedono tutta la stabilità dello scheletro richiesta dal volo battuto attivo infatti l'Archaeopteryx non aveva ancora lo sterno fisso.



# PALEONTOLOGIA

Evoluzione del volo



# PALEONTOLOGIA

## Evoluzione del volo

### 2) Teoria del volo in corsa

Secondo questa teoria invece il volo si sarebbe evoluto a partire da dinosauri teropodi bipedi che avevano la capacità di saltare sia per muoversi sia per catturare le prede.

Questa teoria parte dalla considerazione che gli uccelli moderni, i più grossi soprattutto, prima di alzarsi in volo fanno un paio di saltelli o passi, ad es i rallidi, i Cigni che hanno bisogno di una lunga rincorsa. Questi sauri bipedi si aiutavano anche con gli arti anteriori che venivano mossi come a svolazzare.

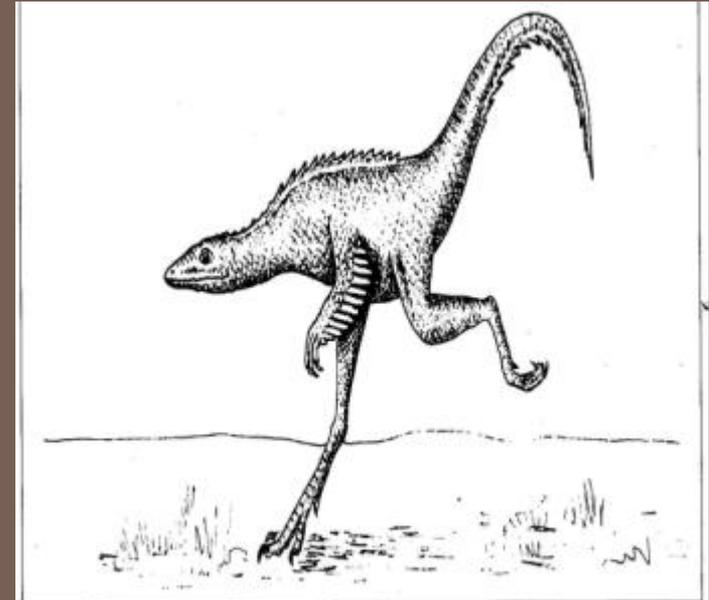


Fig. 3 - Per Nopcsa (1907) questo doveva essere l'aspetto del *Proavis*: un veloce rettile corridore, che già presenta abbozzi di ala.



# PALEONTOLOGIA

## Evoluzione del volo

Le due teorie non sono alternative. Infatti vi potevano essere delle situazioni miste, anche nell'Archaeopteryx stesso.

L'aspetto più importante nell'origine del volo è l'evoluzione del battito alare che potrebbe aver prodotto poi il vero e proprio volo battuto formato da sollevamento e spinta. Il battito alare ha richiesto la trasformazione del polso e della spalla negli uccelli moderni e ciò è stato dovuto a comportamenti particolari che hanno pian piano portato a questa trasformazione.



# PALEONTOLOGIA

## Evoluzione del volo

La teoria arborea del volo planato sull'origine del volo è biofisicamente e anatomicamente più plausibile perché planare da un albero alto crea velocità senza costi aggiuntivi, un po' come fanno alcuni mammiferi oggi come gli Scoiattoli volanti.

Successivamente il battito alare si è potuto evolvere a partire dal volo planato.

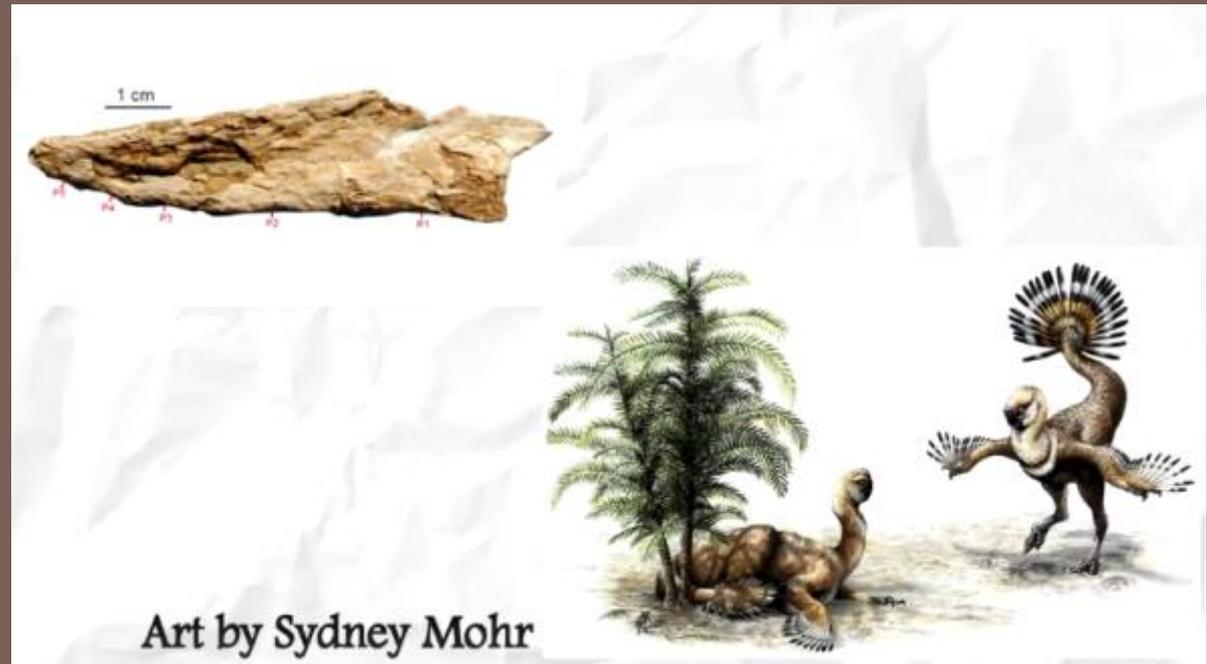


# PALEONTOLOGIA

Evoluzione del volo

La coda degli uccelli

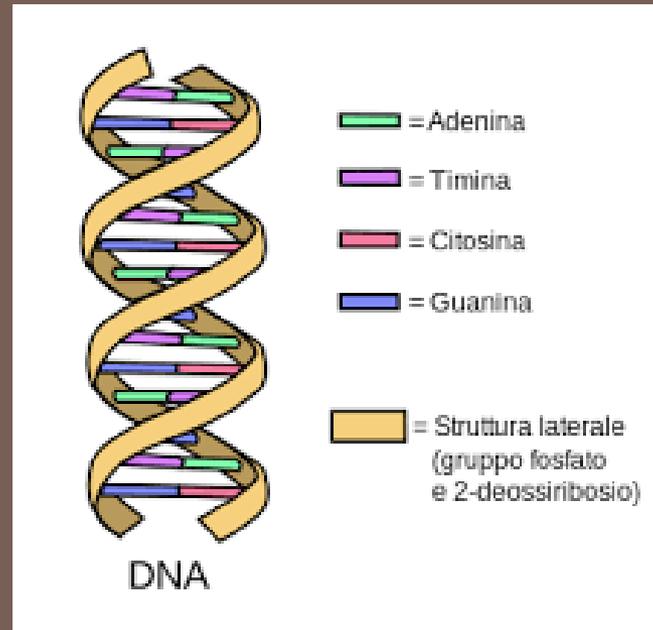
Pigostilo, le ultime 3 vertebre della coda sono fuse, serve a sorreggere le penne timoniere, caratteristica tipica degli uccelli ma presente anche nei Dinosauri,



per es gli Oviraptorosauri che non erano volatori dunque in questi il pigostilo aveva un'altra funzione, in particolare per il display visivo cioè per corteggiare e comunicare. Questi dinosauri hanno evoluto il pigostilo in modo indipendente dagli uccelli.

# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

L'evoluzione delle tecniche di analisi genetica hanno consentito di studiare la filogenesi degli uccelli in modo incredibile, su scala molecolare, analizzando migliaia di geni da migliaia di specie. La filogenesi molecolare ha consentito di ricostruire le ramificazioni ancestrali nella filogenesi aviare e capire così le relazioni tra i vari taxa viventi.





# Orders of Birds

**Strigiformes**  
owls



**Passeriformes**  
songbirds



**Coraciiformes**  
kingfishers



**Piciformes**  
woodpeckers

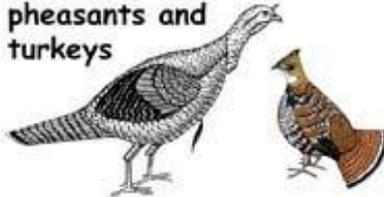


**Trochiliformes**  
hummingbirds



[www.exploringnature.org](http://www.exploringnature.org)

**Galliformes**  
grouse, quails,  
pheasants and  
turkeys



**Charadriiformes**  
sandpipers and  
seagulls



**Gaviiformes**  
loons



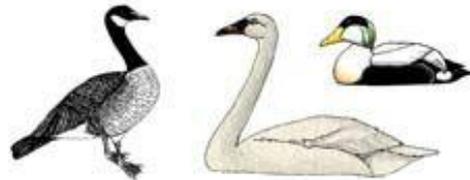
**Columbriformes**  
doves and  
pigeons



**Psittaciformes**  
mawcaws and  
parrots



**Anseriformes**  
geese, swans and ducks



**Struthioniformes**

emus, rheas, ostriches, and kiwis, cassowaries



**Ciconiiformes**  
herons



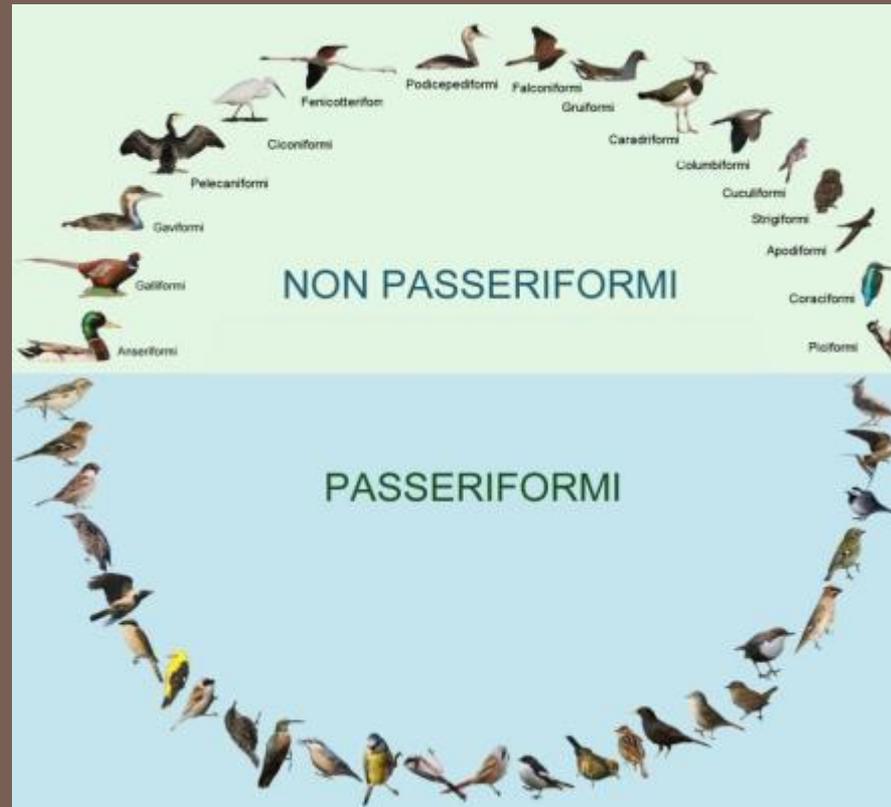
**Falconiformes**  
hawks, eagles,  
and vultures



©Sheri Amsel



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

40 ordini in totale

Gli ordini finiscono in: -formes

Ogni ordine si divide in famiglie

Totale: 247 famiglie

Le famiglie si dividono in generi  
2312 generi

10699 specie nel mondo, più o meno (perché?)

Es: Fringilla coelebs, Genere Fringilla, famiglia Fringillidae, ordine Passeriformes

**Kingdom:** Animalia (this includes all animals on earth)

**Phylum:** Chordata (this includes all animals on earth which have a spinal chord)

**Subphylum:** Vertebrata (this includes all animals which have a true backbone)

**Class:** Aves (this includes all living and extinct birds)



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

Vediamo alcuni punti principali dell'albero filogenetico degli uccelli fino ad ora ricostruito:

-I Paleognati (inclusi i Tinamidae volanti, gli Struzzi, i Rea, Kwi , Emu e Casuari) sono un gruppo fratello del gruppo principale che include tutto il resto degli altri uccelli viventi. Ai Paleognati appartengono uccelli con un palato di tipo primitivo e dalle origini molto antiche. Hanno perso la capacità di volare dopo l'evoluzione del volo e sono ottimi uccelli corridori.

-Il secondo ramo gerarchico del gruppo principale degli Uccelli viventi è rappresentato dai Galloanseri o Pangalloanseri (galliformi e anseriformi) e anche questo è un ramo fratello del ramo che ha portato al gruppo principale di tutti gli altri Uccelli viventi.

-All'interno dei Neoaves vari studi sono concordi nell'affermare che ci sono da 2 a 9 cladi principali.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

- Alcuni dei cladi neoaviani includono i Turachi, Otarde, e cucucli , gli svassi, i fenicotteri, i columbiformi, gli Pteroclididi (sandgrouse) e i Mesiti (Mesitornithidi, parenti dei Columbiformi).
- I rondoni diurni e i Colibrì si sono evoluti dai succiacapre notturni e dai loro parenti (Caprimulgiformi)
- Vi è un clado principale di uccelli terrestri (Telluraves, Land Birds). Questo clado dei Telluraves che sono molto imparentati ai Passeriformi, include i pappagalli, i falchi, i Seriema Sudamericani.
- L'antenato di tutti i Telluraves era un predatore. Cioè il più recente antenato comune di Passeriformi, Pappagalli, Picchi, Martin pescatori etc.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

## Specie e speciazione

Le specie sono l'unità fondamentale della classificazione biologica.

Ogni specie ha particolari caratteristiche, dimensioni, forme, colori, vocalizzazioni ma anche comportamento, nicchia ecologica e range geografico.

Specie differenti possono interagire ecologicamente ma non cambiare liberamente geni o adattamenti ereditabili geneticamente.

La definizione più utilizzata di specie, il concetto di specie biologica (Biological Species Concept, BSC) stabilisce che: le specie sono gruppi di popolazioni naturali che si riproducono tra loro ma isolate riproduttivamente da altri gruppi.

I criteri per la definizione delle specie biologiche sono la compatibilità riproduttiva dei singoli organismi e il potenziale per lo scambio genetico fra due popolazioni.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

## Specie e speciazione

Il processo di speciazione si ha quando una specie si divide in due o più specie discendenti a causa di una divergenza genetica tra popolazioni isolate. La separazione tra popolazioni riduce lo scambio di gene e consente la divergenza indipendente favorendo la speciazione.

Le popolazioni di uccelli diventano geograficamente isolate in due modi principali:

1) Individui pionieri possono colonizzare un'area come per esempio un'isola oceanica e quindi si separano dalla popolazione principale. Classici esempi di questo tipo di separazione sono le isole Galapagos e le Hawaii.

2) La frammentazione degli habitat che erano una volta uniti può isolare popolazioni. Anche barriere possono isolare le popolazioni come ad esempio i grandi fiumi.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

## I Fringuelli di Darwin

Isole dell'arcipelago delle Galapagos (Ecuador, 1000 km dalla costa sud americana)

Sono state studiate da C. Darwin ma il primo a citare queste specie fu Lowe nel 1936.

Oggi vengono chiamati anche Fringuelli delle Galapagos

Le Galapagos sono isole di origine vulcanica e risalgono a 3-5 milioni di anni fa.

Sono le cime più alte di una catena montuosa sottomarina.

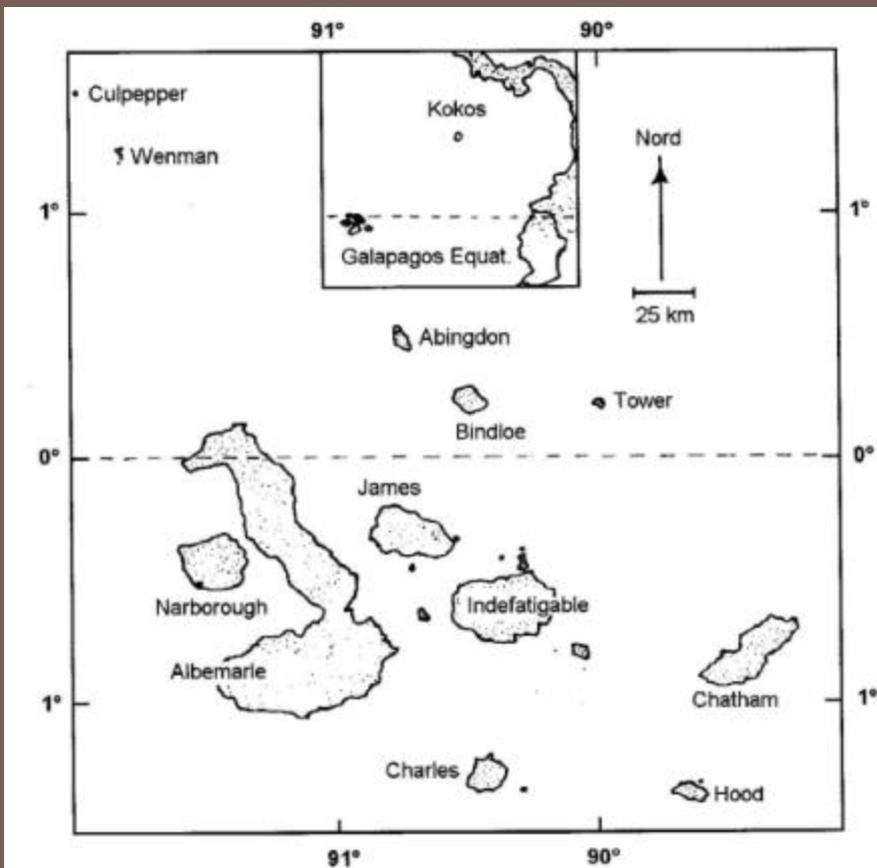


Fig. 6 - Mappa delle Isole Galapagos nell'Oceano Pacifico. La linea tratteggiata rappresenta l'equatore. Le Isole portano anche nomi spagnoli (cfr. carta bilingue, ad es. in Eibl-Eibesfeldt, 1977).



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

I Fringuelli di Darwin sono 13 specie

Appartengono alle sottofamiglie dei Fringillidi: Geospizinae e Thaupidae.

Il carattere principale che le differenzia è il becco, molto variabile, da insettivoro a granivoro, a becco grosso tipo Frosone

Tutte originano da un'unica specie.

Si sono diversificate per adattarsi alla diversificazione degli habitat delle isole e dunque a diverse fonti alimentari.

Tab. 2 - Elenco dei fringuelli di Darwin presenti sulle Isole Galapagos e l'Isola Kokos.

Nome scientifico	Diffusione	Note
1. <i>Pinarolaxias inornata</i>	Solo sull'Isola Kokos, dove è l'unica specie presente	
2. <i>Certhidea olivacea</i>	Diffuso in tutte le Galapagos, con diverse sottospecie	
3. <i>Cactospiza hellobates</i>	Albemarle, Narborough	Abitano le mangrovie
4. <i>Cactospiza pallida</i>	Diverse Isole	Impiego di utensili
5. <i>Camarhynchus parvulus</i>	Diverse Isole	Solo 1 sottospecie
6. <i>Camarhynchus pauper</i>	Solo Isola Charles	
7. <i>Camarhynchus psittacula</i>	Diverse Isole	
8. <i>C. (Platyspiza) crassirostris vegetariano</i>	Diverse Isole	
9. <i>Geospiza conirostris</i>	3 Isole	
10. <i>Geospiza scandens</i>	Diverse Isole	
11. <i>Geospiza difficilis</i>	Diverse Isole	
12. <i>Geospiza fuliginosa</i>	13 Isole	
13. <i>Geospiza fortis</i>	12 Isole	
14. <i>Geospiza magnirostris</i>	Circa 12 Isole	



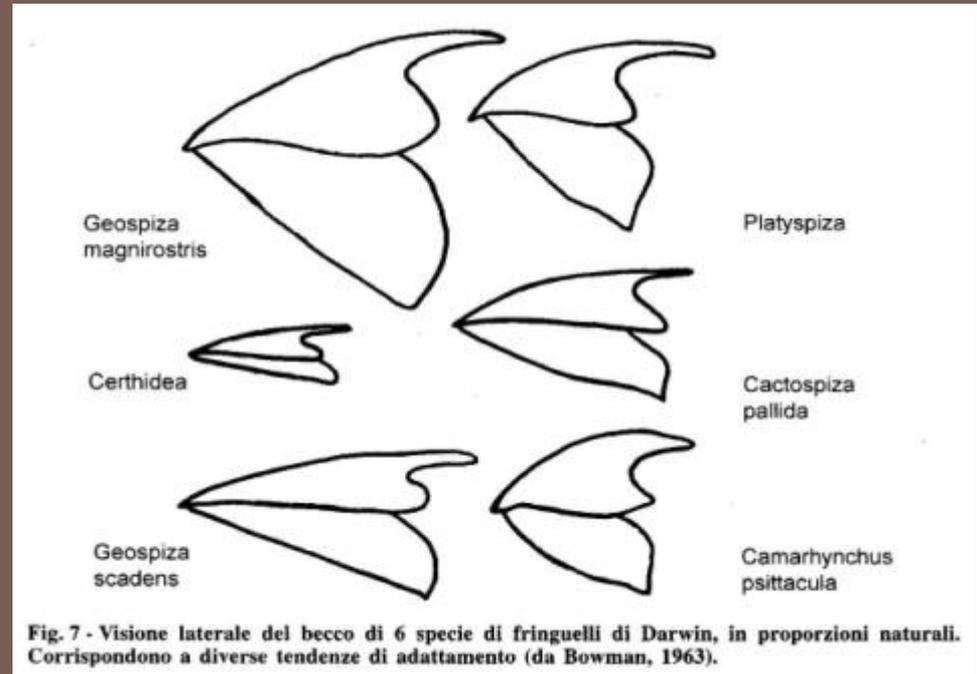
# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

Le isole sono infatti abbastanza distanti una dall'altra rispetto alla capacità di spostamento di questi piccoli uccelli.

Inizialmente avevano tutte lo stesso habitat e dunque una sola specie vi poteva vivere. La distanza è servita come barriera riproduttiva.

Col passare del tempo gli habitat si sono diversificati e dunque anche le fonti alimentari dando spazio a nuove specie

Si parla dunque di speciazione allopatrica cioè formazione di nuove specie in diversi ambienti



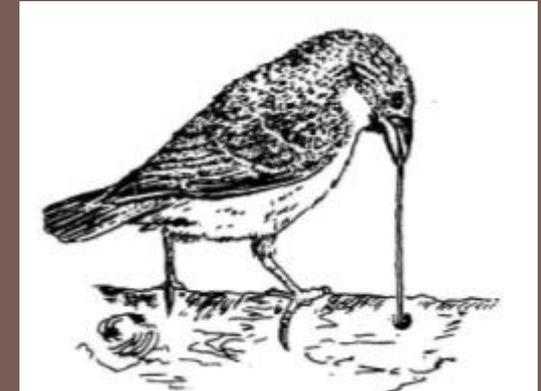
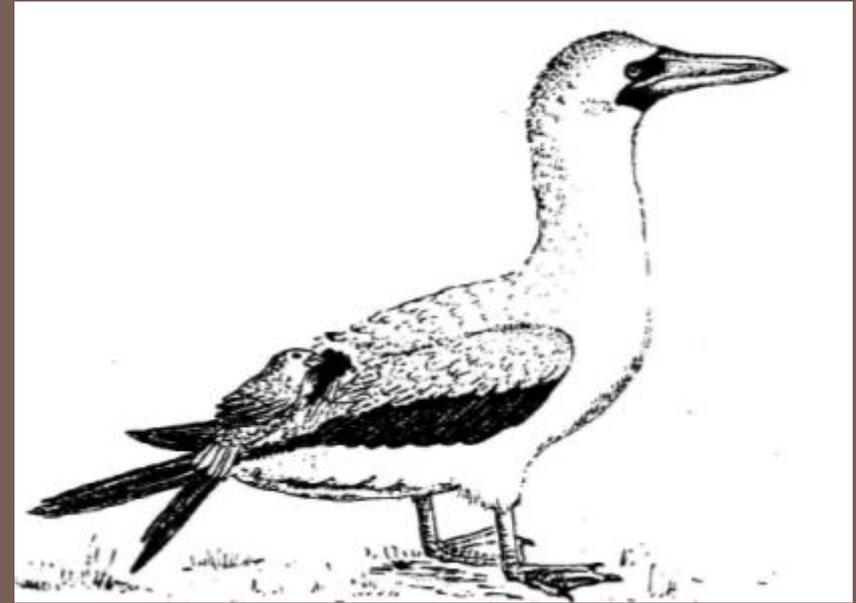
# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

Ancora oggi i Fringuelli delle Galapagos continuano a stupire gli ornitologi.

Solo da poco tempo si è scoperto che alcuni hanno evoluto comportamenti alimentari diversi.

Una specie si è adattata a nutrirsi degli ectoparassiti delle Sule

Un'altra specie invece ha imparato a usare utensili per alimentarsi di insetti sotto le cortecce, pur avendo un becco da fringillide.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

## Biodiversità

Circa 300 miliardi di uccelli abitano sulla Terra. La grande varietà di Uccelli sulla Terra è il risultato di milioni di anni di adattamenti evolutivi.

La dimensione degli uccelli varia dai pochi grammi di peso di un colibrì ai 100 Kg di uno Struzzo.

Le loro forme e funzioni si sono evolute per tantissimi tipi di ambienti e di stili alimentari così si hanno uccelli acquatici, di superficie o nuotatori subacquei, uccelli adatti a climi freddissimi come i Pinguini, volatori oceanici, uccelli terrestri come i Galliformi, specializzati nel canto come molti Passeriformi, rapaci che predano di giorno e di notte etc.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

## Biodiversità

La grande diversità degli uccelli è dovuta all'evoluzione di varie specie adattate a differenti ambienti, comportamenti, alimentazione etc, questo fenomeno è detto radiazione adattativa.

I becchi degli uccelli si sono evoluti in funzione del tipo di alimentazione, le zampe in funzione della locomozione, le ali in funzione del tipo di volo e così via.

Per esempio, da una singola specie ancestrale di uccello marino si sono evoluti pirati dell'aria come gli Skua, dei tuffatori come le Sterne, uccelli limicoli dalle lunghe zampe, tutti con caratteristiche particolari nella lunghezza delle zampe e nella forma e curvatura del becco per adattarsi a tante tipologie di alimentazione diverse.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

## Selezione naturale e convergenza

Lo stretto legame tra forme e funzioni degli organismi e l'ambiente, ha portato alla grande diversità di specie di uccelli che conosciamo ed è un prodotto dell'adattamento evolutivo attraverso la selezione naturale.

Teorizzata per primo da Charles Darwin nel 1859 e poi confermata da numerosi esperimenti ed osservazione, la selezione naturale consente una maggiore probabilità di sopravvivenza agli individui con tratti più vantaggiosi (e geneticamente trasmissibili). Individui ben adattati vivono più a lungo, producono più prole hanno più probabilità di riprodursi e lasciano una prole più numerosa. La selezione naturale è un processo senza un piano o uno scopo specifico ma che può trasformare le apparenze e le abilità degli organismi.



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

Selezione naturale

Adattamento alle variazioni ambientali.... Variabilità genetica

Generalmente la selezione naturale avviene nell'arco di milioni di anni o comunque di tempi lunghissimi ma non è sempre così, a volte può agire in tempi molto brevi, anche solo 1 anno, una sola generazione!

Un classico esempio di evoluzione adattativa per selezione naturale è l'evoluzione della forma del becco nei Fringuelli di Darwin.

Nel 1976 e 1977 l'Isola di Daphne, nell'Arcipelago delle Galàpagos è stata attanagliata da una forte siccità, le piante hanno prodotto molti meno semi nuovi e la disponibilità di tali semi per gli uccelli ebbe un crollo, molti fringuelli morirono di fame ma gli individui con becchi un po' più larghi riuscirono a sopravvivere alimentandosi dei semi più vecchi e grossi, riuscendo più facilmente a romperli. Il risultato fu l'evoluzione di un drammatico incremento della dimensione del becco in questa specie di Fringuelli in un solo anno, per selezione naturale. Questa intensa selezione naturale si è poi invertita in anni successivi in cui i semi nuovi più piccoli erano più abbondanti.



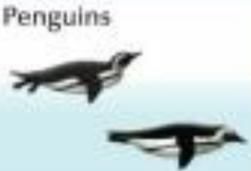
# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

Selezione naturale e convergenza

La potenza della selezione naturale è stata successivamente dimostrata attraverso la convergenza evolutiva, cioè l'evoluzione indipendente di adattamenti simili in organismi non imparentati. Specie completamente diverse e non imparentate ma adattate a ruoli ecologici simili hanno evoluto caratteristiche simili. Ne è un esempio il becco adunco e gli artigli dei rapaci diurni rapaci notturni e averle (passeriformi).

Oppure adattamenti al nuoto: procellaridi da un lato e Gabbiani dall'altro

## Procellaridi

Petrels and Relatives	Wing Functional Diversity	Gulls and Relatives
 <p>Penguins</p>	Wings used for submarine flight only Stage C	 <p>Great Auk</p> <p>Alcidi</p>
 <p>Diving petrels</p>	Wings used for both submarine and aerial flight Stage B	 <p>Razorbill</p> <p>Gazza marina</p>
 <p>Petrels</p>	Wings used for aerial flight only Stage A	 <p>Gulls</p>

Gill/Prum, *Ornithology*, 4e, © 2019 W. H. Freeman and Company  
DATA FROM STORER 1960



# SISTEMATICA E CLASSIFICAZIONE

Selezione naturale e convergenza



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

A differenza dei Mammiferi che hanno una differenziazione maggiore, dai classici mammiferi terrestri ai pipistrelli o cetacei, gli Uccelli hanno un aspetto molto più “standard” e ciò è dovuto al loro principale adattamento, il volo.

Solo gli Struzzi (i Paleognati in generale) e i Pinguini hanno cambiato le loro forme perché hanno perso la capacità di volare.

Per il resto tutti gli adattamenti che l'evoluzione ha fornito agli uccelli per volare sono uniformi e valgono per tutte le specie ma soprattutto li distinguono da tutti gli altri animali Vertebrati. Tutti gli aspetti dell'anatomia degli Uccelli, e non solo, sono adattamenti al volo. Proprio per il volo gli Uccelli hanno evoluto le migliori “tecnologie” naturali tra i Vertebrati.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

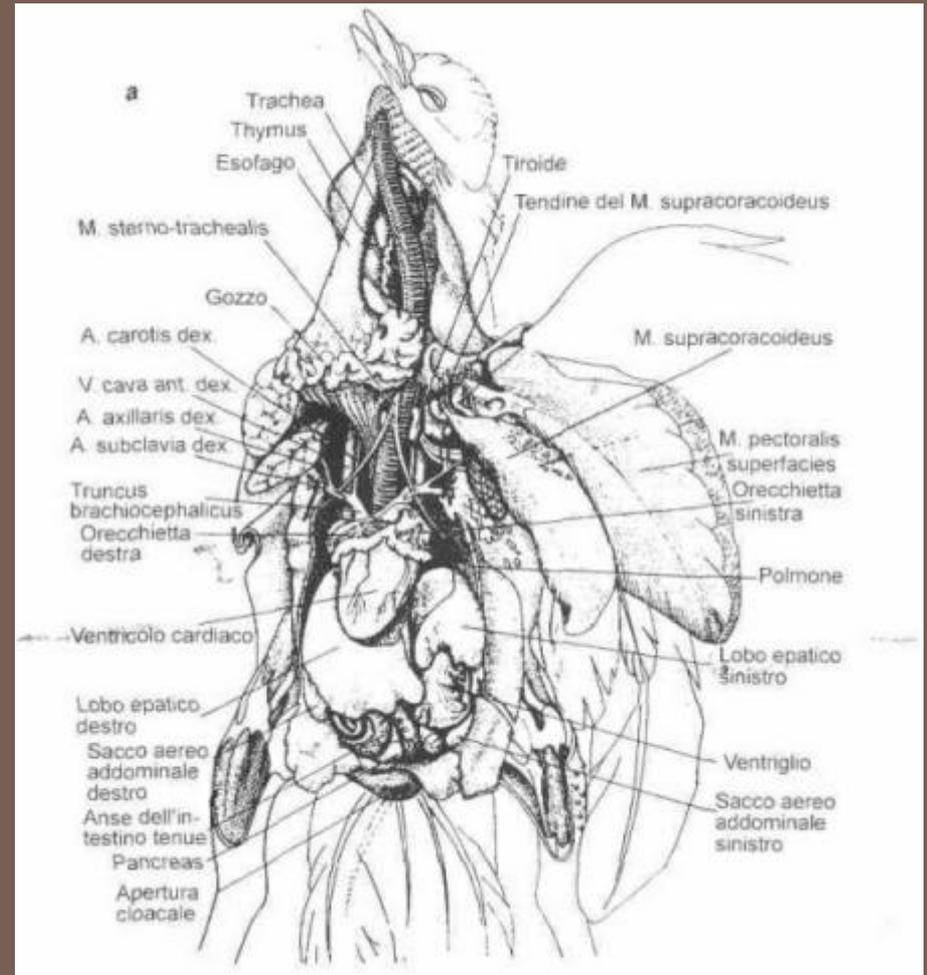
Infatti in tutta l'anatomia di un uccello si riscontrano adattamenti al volo, ad es un alleggerimento dello scheletro e una sua maggiore rigidità ma anche un perfetto centro di gravità, i muscoli infatti non possono essere alleggeriti come le ossa, anzi devono essere potenti, dunque il corpo degli Uccelli si è compattato, all'inverso del corpo allungato delle Lucertole, il peso degli Uccelli è tutto concentrato intorno al loro centro di gravità.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tre diversi sistemi longitudinali che attraversano il corpo:

- 1) Scheletro: colonna vertebrale
- 2) Trachea: funzione respiratoria, arriva al cuore e si biforca nei bronchi
- 3) Esofago: canale muscolare elastico che serve per il trasporto degli alimenti dalla cavità orale allo stomaco



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: introduzione

La maggioranza degli adattamenti che consentono agli Uccelli di volare è concentrata nello scheletro

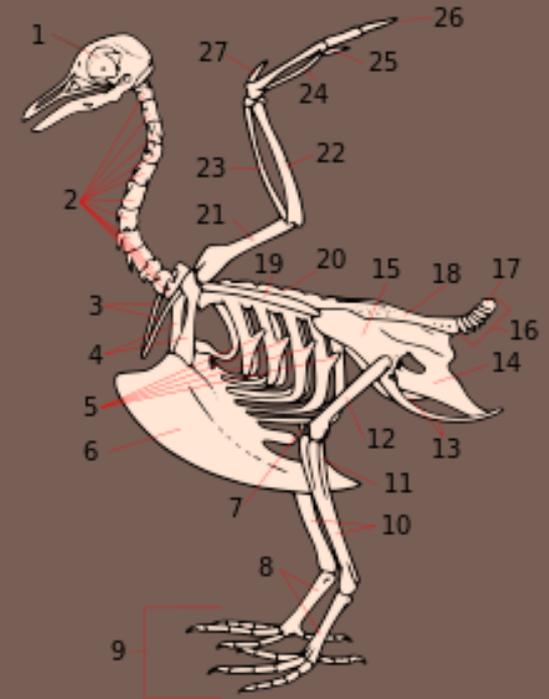
La sua funzione è quella di sostegno e rigidità al corpo

Ma per volare esso deve essere leggero!

Lo scheletro degli uccelli pesa solo il 4,5%  
Nell'uomo il 15%

Per questo negli uccelli si è tecnologizzato

Una fregata ha apertura alare di 2 metri e  
uno scheletro che pesa solo 100 grammi!



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: leggerezza

Le ossa degli Uccelli sono fatte dello stesso materiale degli altri vertebrati: Fosfato di calcio e Carbonato di calcio.

Come possono diventare più leggere se il materiale è uguale?

Sono diventate cave, pneumatizzate.



Dentro vi passano anche i sacchi aerei nelle specie più grandi.

Ma se sono cave sono più delicate; problema risolto attraverso una serie di impalcature interne dette trabecole che servono a rinforzare la struttura interna

Anche il cranio ha ossa cave per essere più leggero e dare maggior isolamento termico al cervello



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: leggerezza

Ma gli uccelli hanno adottato tutta una serie di altri metodi per alleggerire lo scheletro ad esempio vi sono molte

## Parti mancanti

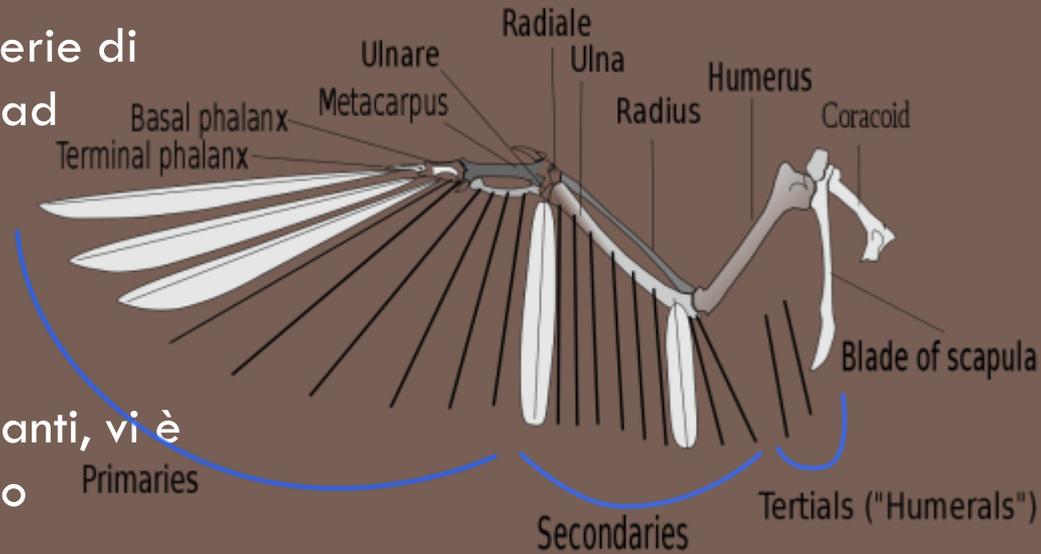
-Mancano mascelle e denti che sono pesanti, vi è il becco che è corneo e molto più leggero

La mancanza dei denti è sostituita da uno stomaco muscolare che ha la funzione di spezzettare il cibo come farebbero i denti

Negli arti anteriori il numero di ossa si è ridotto, il corpo si è accorciato

Mancano anche le ossa della coda, ridotte solo al pigostilo

Negli arti anteriori mancano 2 dita e le altre 2 dita sono molto ridotte, l'alula ad es è formata da un solo osso.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: leggerezza

Fusione di ossa: è un altro sistema per alleggerire ma soprattutto irrigidire lo scheletro

Molte vertebre si sono fuse.

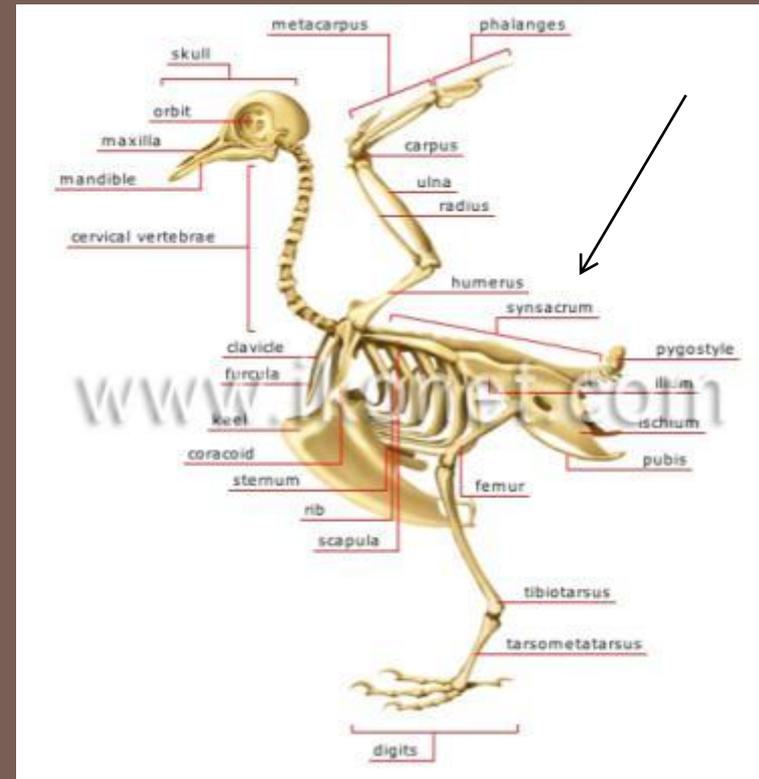
Il numero di vertebre fuse varia nelle specie

Per es nei rallidi ci sono meno vertebre fuse per dare più agilità al corpo che si muove tra la vegetazione

Nel falco pellegrino molte vertebre fuse

L'ultima vertebra del torace, che regge le coste, si è fusa al bacino formando il sinsacro

Le vertebre sacrali e lombari si sono fuse alle ossa del bacino (ileo, ischio e pube) a formare una struttura rigida e leggera cui lateralmente si collegano i due femori e posteriormente la coda, che a sua volta è formata da poche vertebre. Il Pigostilo è formato da 6-8 vertebre fuse e serve per impiantare le penne timoniere della coda.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: carena dello sterno

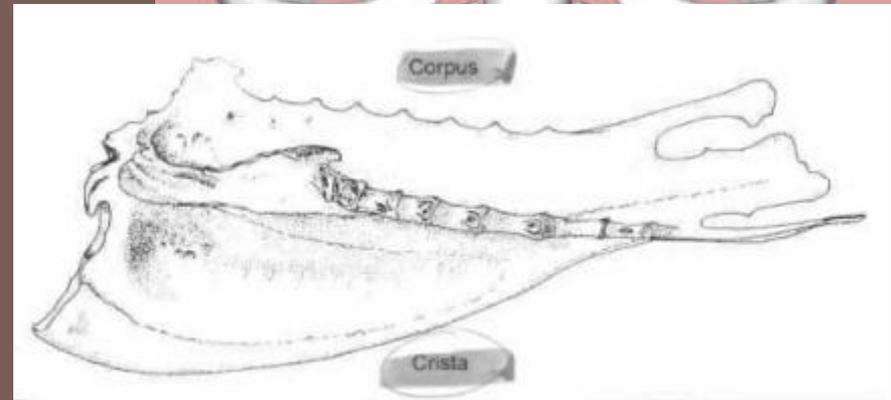
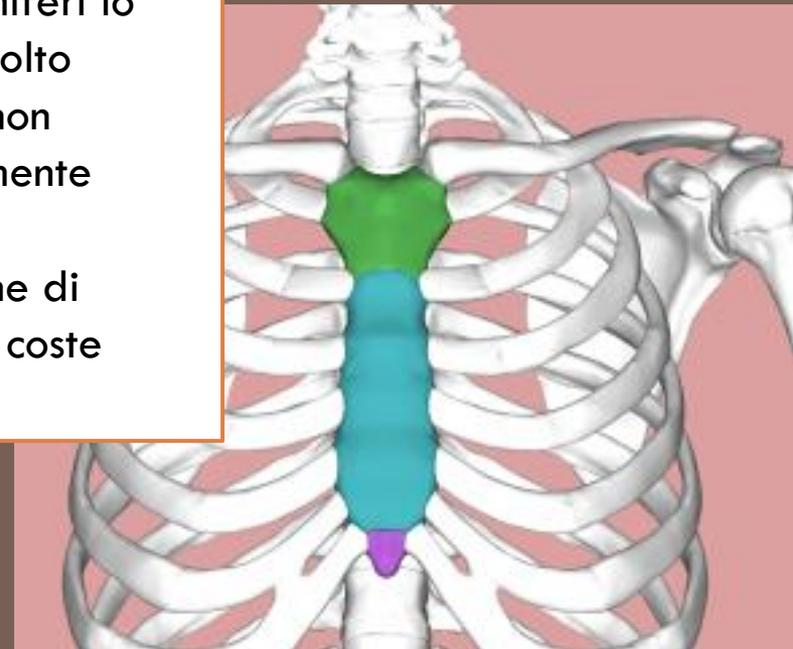
Lo sterno degli uccelli ha sviluppato un elemento in più, contrariamente all'alleggerimento visto prima

La carena dello sterno è una cresta ossea molto ampia

Ha la funzione di fornire un'attaccatura sicura per gli enormi muscoli pettorali che sono fondamentali nel volo nella fase di abbassamento dell'ala che è quella che richiede più forza.

Nello sterno vi è anche il corpo dello sterno, una lamina concava che accoglie e protegge alcuni organi come cuore, fegato e stomaco

Nei Mammiferi lo sterno è molto piccolo e non completamente ossificato  
Ha funzione di riunire le coste ventrali



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: la furcula

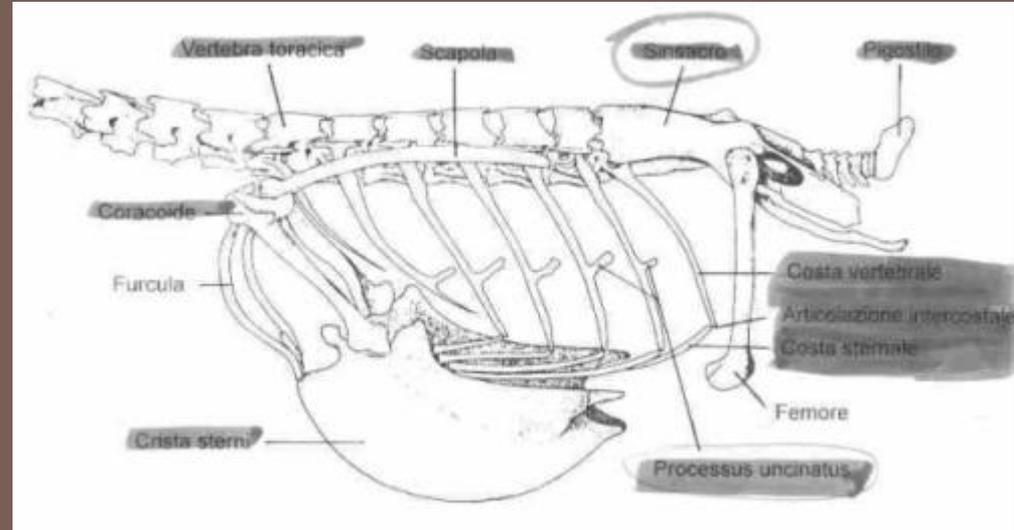
Quelle che nei Mammiferi sono le clavicole negli Uccelli si sono modificate a formare le ossa coracoidi

Si trovano ai due lati dello sterno

E sono saldate a formare una forchetta

La forchetta e il coracoide uniscono in modo saldo e stabile lo sterno all'articolazione della spalla il che è fondamentale per il volo battuto

Gli spazi tra queste due ossa ospitano la potente muscolatura del volo



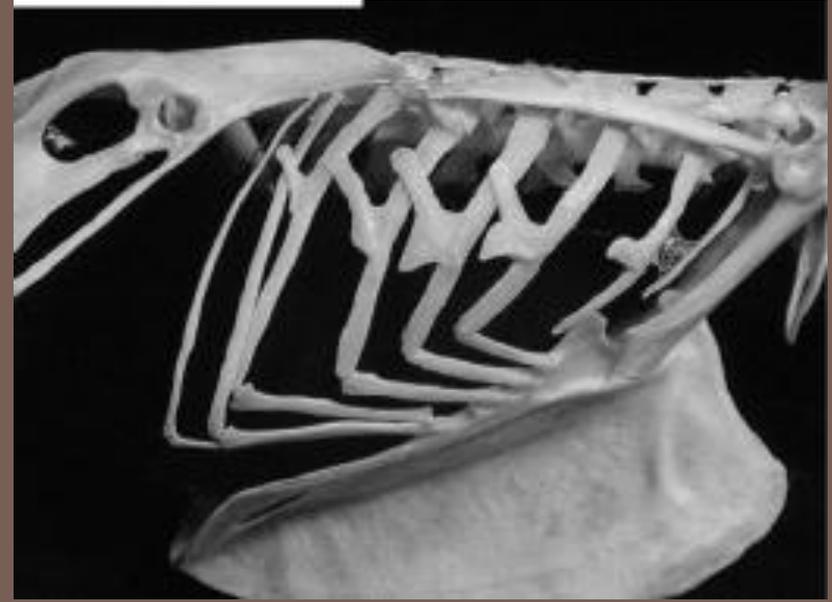
# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: i processi uncinati

Le coste hanno la funzione di collegare lateralmente lo sterno alla colonna vertebrale

Le vertebre toraciche portano delle coste sviluppate.

Le prime 2 paia di coste non raggiungono lo sterno e sono libere. Entrambe si fondono ventralmente a formare un unico osso.



A partire dal terzo paio le coste sono formate da due parti che sono unite da un'articolazione (intercostale) così da dare più mobilità alla gabbia toracica che può espandersi o ridursi adattandosi al volume dei sacchi aerei.

Per mantenere però anche stabilità le coste degli Uccelli sono dotate di sporgenze detti processi uncinati che si sovrappongono e si legano alla costa vicina.

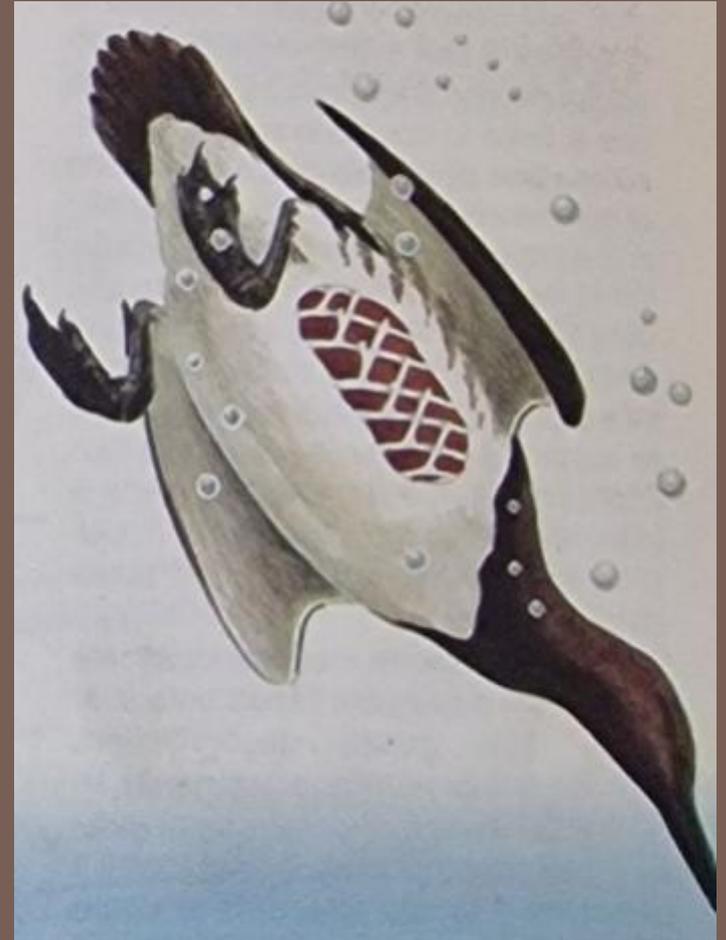


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: i processi uncinati

In alcuni uccelli tuffatori come gli Alcidi questi processi sono molto lunghi e si sovrappongono a 2 costole così da dare maggiore protezione sotto le alte pressioni.

Questi uccelli infatti possono immergersi fino a ben 50 metri di profondità e i Pulcinella di mare fino a 60 metri ma il record è delle Gazze marine che arrivano a ben 120 metri e le urie che arrivano a 180 metri di profondità.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

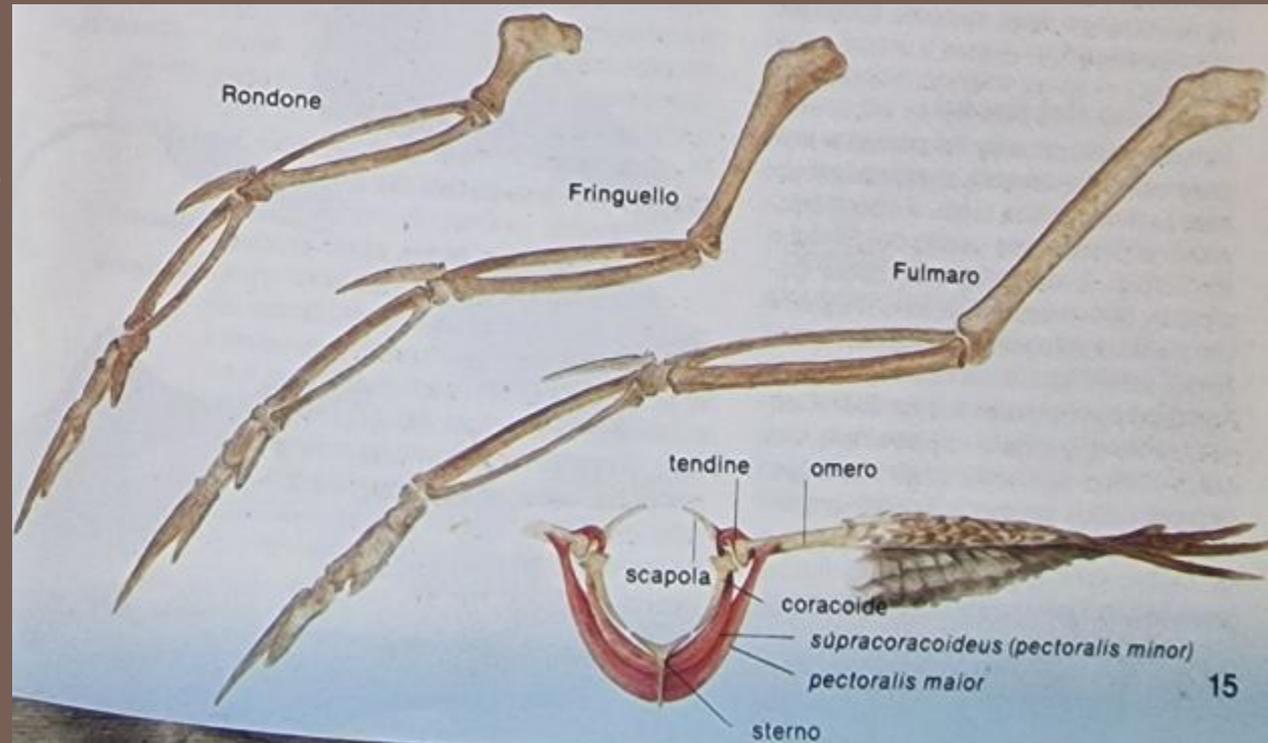
Lo scheletro: arti anteriori, le ali

Anche gli arti anteriori negli Uccelli hanno subito modifiche notevoli per svolgere la loro funzione principale, il volo.

Le ossa del braccio cioè l'omero e le ossa dell'avambraccio, cioè radio e ulna sono distinguibili e simili all'uomo

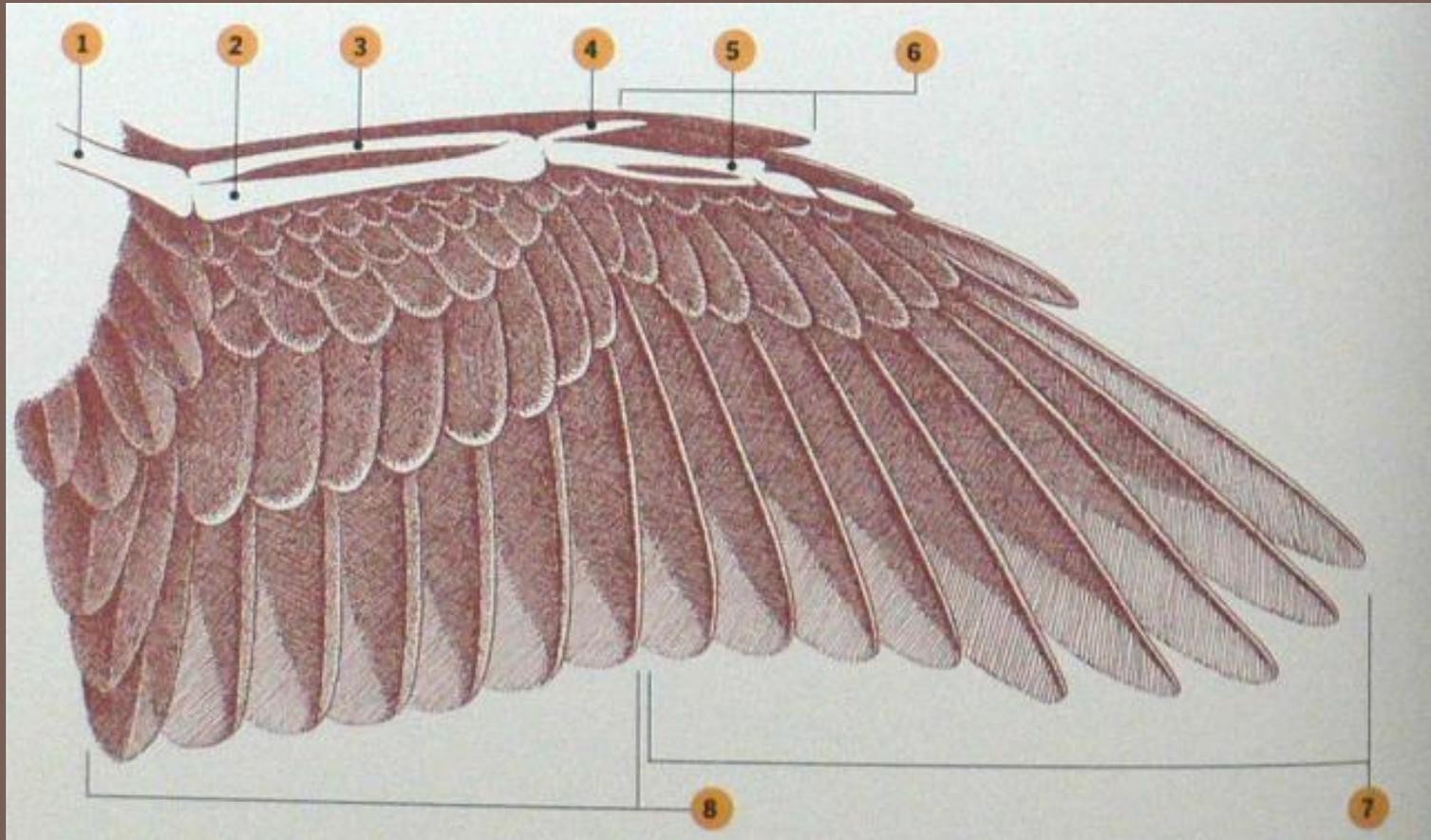
Le ossa delle mani invece hanno subito modifiche.

Le 5 dita si sono ridotte a 3 e due sono molto piccole, una, formata solo da 1 osso (alula)



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: arti anteriori, le ali



1) Omero 2) Ulna 3) Radio 4) Primo dito (I) 5) ossa della mano 6) Alula 7) Remiganti primarie 8) Remiganti secondarie.

# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: arti posteriori

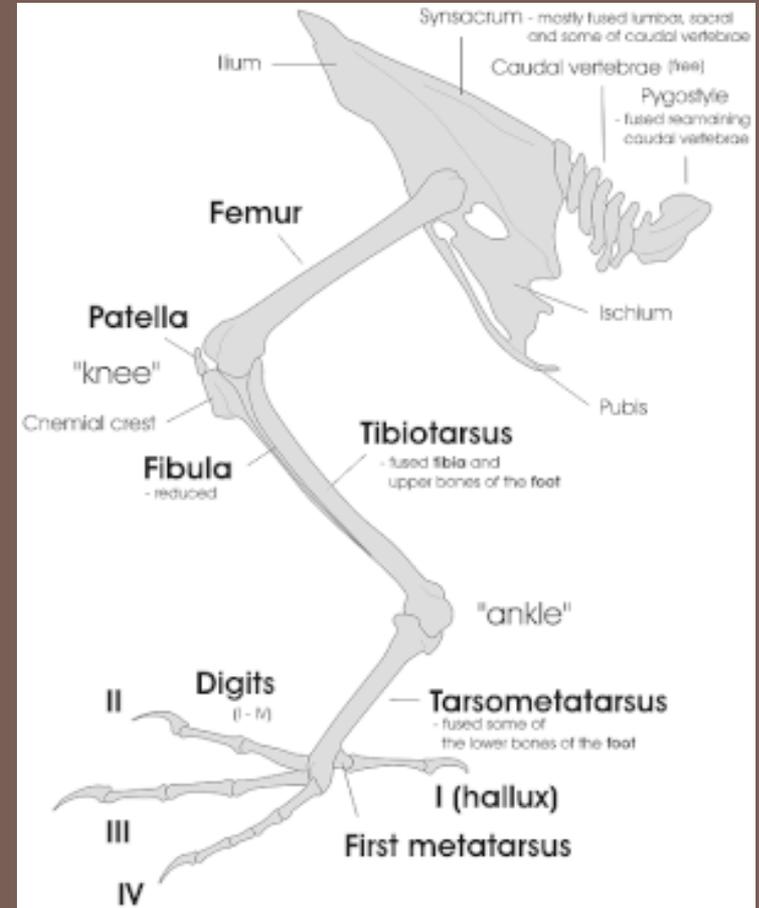
Non servono per il volo ma per la locomozione a terra o in acqua.

Hanno anch'essi subito modifiche

Femore: modifiche minime, ha una testa articolare a sfera che si inserisce nel bacino ed è collegato alla tibia tramite la rotula

Fibula: si è ridotta molto, è sottilissima e finisce a punta, si inserisce lateralmente alla tibia

Tibia: è molto allungata, ad una estremità è saldata al tarso e crea un nuovo osso detto tibiotarso.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: arti posteriori

Il tarso si è fuso col metatarso creando un altro nuovo osso, il tarso-metatarso

Tibiotarso e tarso-metatarso sono articolati tra loro nel tallone o calcagno.

Le piume solitamente coprono parte della gamba e ciò che si vede a occhio nudo è solo la parte terminale del tibiotarso, tutto il tarso-metatarso e le dita, quindi fondamentalmente si vede solo il piede



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: il piede

Nella maggioranza degli uccelli il piede ha 4 dita.

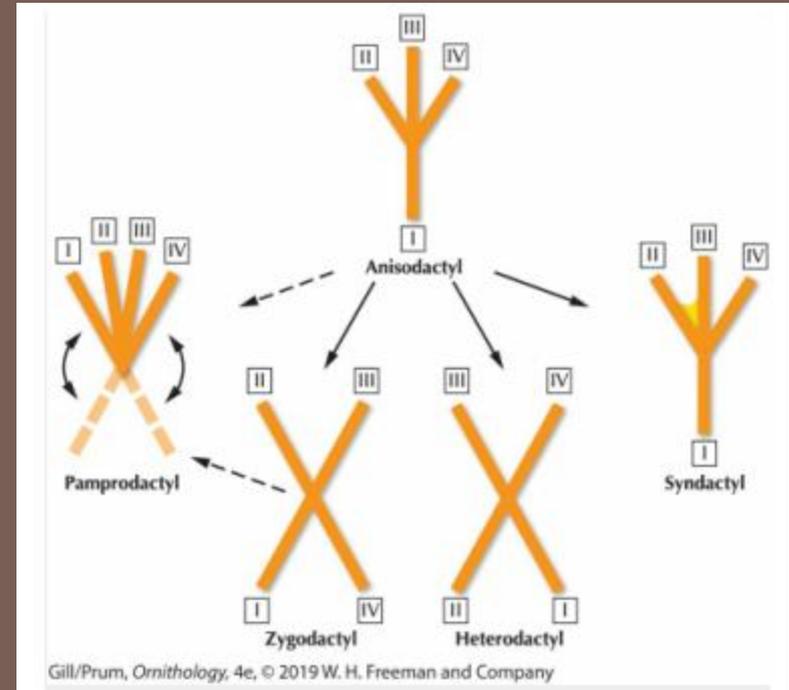
Il primo dito è rivolto all'indietro, all'opposto delle altre 3 dita

In alcuni ordini come Pappagalli, Picchi e Cuculi oltre al primo dito anche il quarto cioè l'ultimo, quello più esterno, è rivolto all'indietro (Zigodattilo)

Nei rapaci diurni e notturni questo quarto dito è orientato in base alle necessità

Sindattilo: II e III dito sono fuse alla base, Coraciformi.

Pamprodattilo: tutte le dita in avanti, Coliiformi (uccelli topo e alcuni Rondoni)



Piede anisodattilo: primitivo, era già nei Teropodi e nell'Archaeopteryx  
Eterodattilo: simile a zigo ma cambiano le dita.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

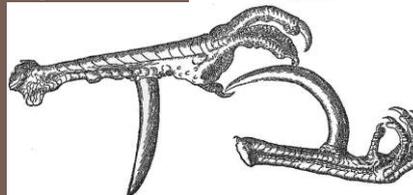
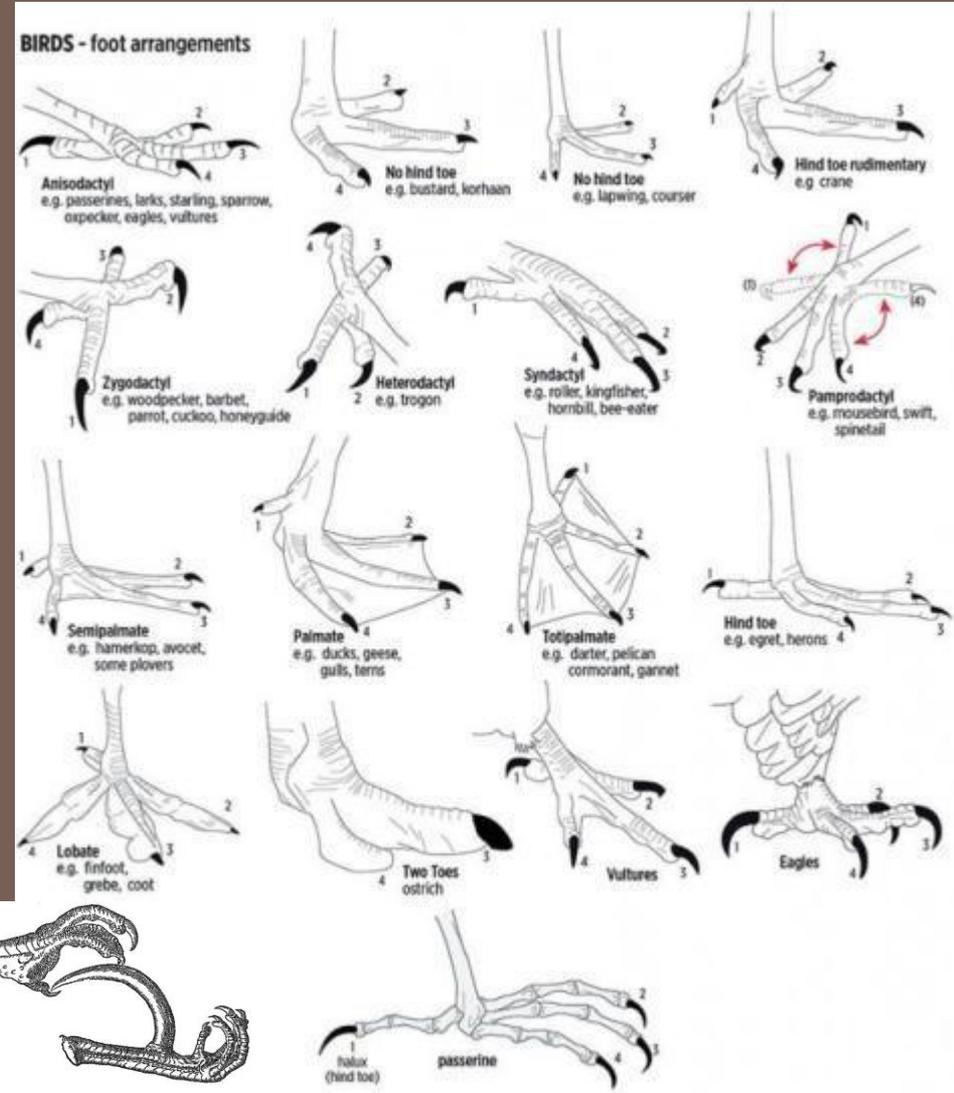
Lo scheletro: il piede

Gli uccelli specializzati nella corsa hanno meno dita per es Nandù, Otarde, non hanno il dito posteriore (I), lo Struzzo non ha il I e il II

Tutte le dita sono dotate di unghie.

Nei rapaci e Averle sono artigli (evoluzione convergente o convergenza evolutiva)

Nei Galliformi maschi si ha uno sperone inserito nel tarso-metatarso che non è un vero dito ma un rilievo osseo ricoperto da tessuto squamoso



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## L'equilibrio

Come gli umani gli uccelli sono bipedi e usano per la locomozione solo gli arti posteriori.

La superficie d'appoggio è rappresentata dai piedi dunque molto piccola

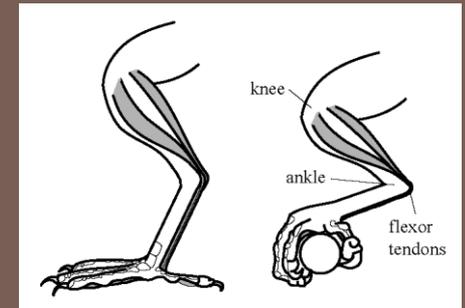
Il baricentro è dunque posto in basso e il femore si è spostato lateralmente al corpo. Le due parti visibili della gamba, tibia e tarso devono avere la stessa lunghezza altrimenti si sposta il centro di gravità

Come non cascano dai rami?

L'articolazione del ginocchio è collegata alle dita dei piedi attraverso un tendine.

Quando si piega in automatico le dita si chiudono fornendo una presa stabile.

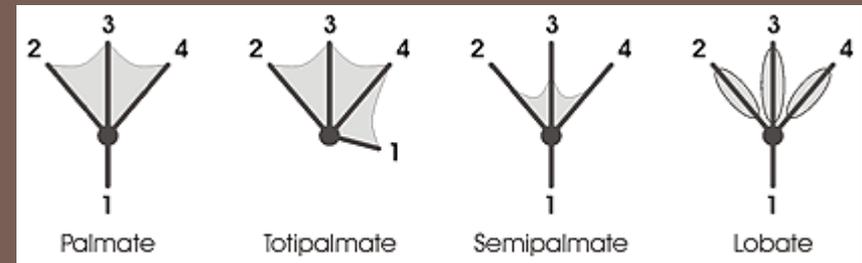
Ovviamente il controllo è volontario. Nei rapaci Tendon Locking Mechanism.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Funzioni delle zampe

- Camminare, correre, saltare
- Nuotare
- Appollaiarsi ai rami
- Arrampicarsi
- Scavare per cercare cibo (Galliformi) o per creare tane e rifugi (Gruccioni)
- Grattarsi la testa, pulire il piumaggio.
- Uccidere trattenere le prede (rapaci diurni e notturni), manipolare il cibo (Pappagalli e Rapaci notturni)
- Trasportare prede
- Lottare (Galliformi)



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Lunghezza delle zampe

Le due parti visibili della gamba, tibia e tarso devono avere la stessa lunghezza altrimenti si sposta il centro di gravità

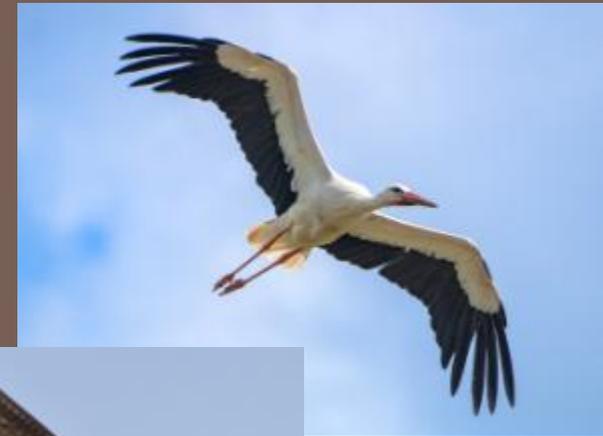
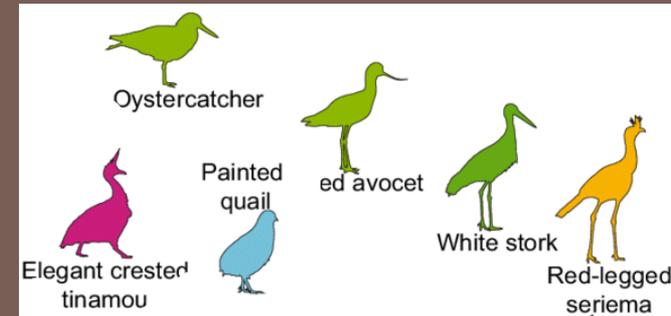
Dipende dagli adattamenti delle specie e dal tipo di locomozione

Le specie che vivono in zone aperte e sono specializzate nella corsa hanno zampe lunghe (Struzzo, Otarda, Occhione)

Le zampe più corte sono dei Rondoni (A-podiformi)

Durante il volo ritirano le zampe sotto le piume del ventre per motivi aerodinamici

Ma le specie con zampe lunghe non riescono



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

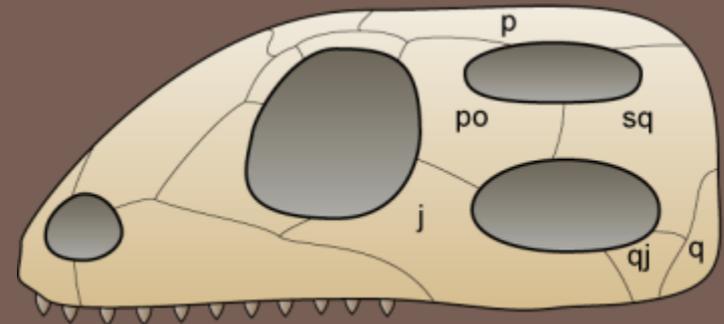
Lo scheletro: il cranio

È di tipo Diapsideo cioè dotato di due finestre e già presente nei dinosauri teropodi da cui derivano gli Uccelli

Ha ossa cave

Questa pneumatizzazione lo rende più leggero

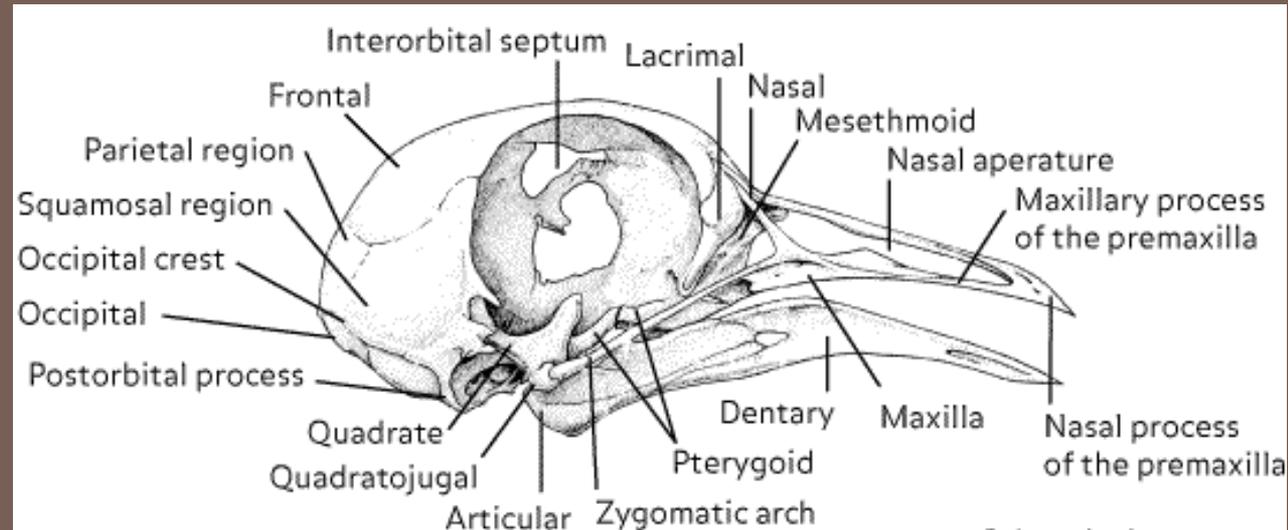
Ma crea anche un isolamento termico utile per un miglior funzionamento del cervello durante il volo



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: il becco

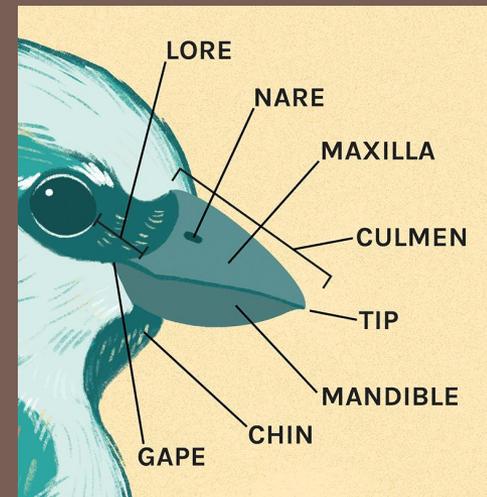
Esternamente è rivestito da una guaina cornea, molto leggera, fatta di cheratina. La cheratina come nelle penne si consuma, nel becco cresce continuamente.



La mancanza di denti è sostituita dallo stomaco muscolare

La mandibola superiore è fissa al cranio in molte specie, in altre invece è articolata

La mandibola inferiore come nell'uomo è più libera, ha un'articolazione e muscoli



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: il becco

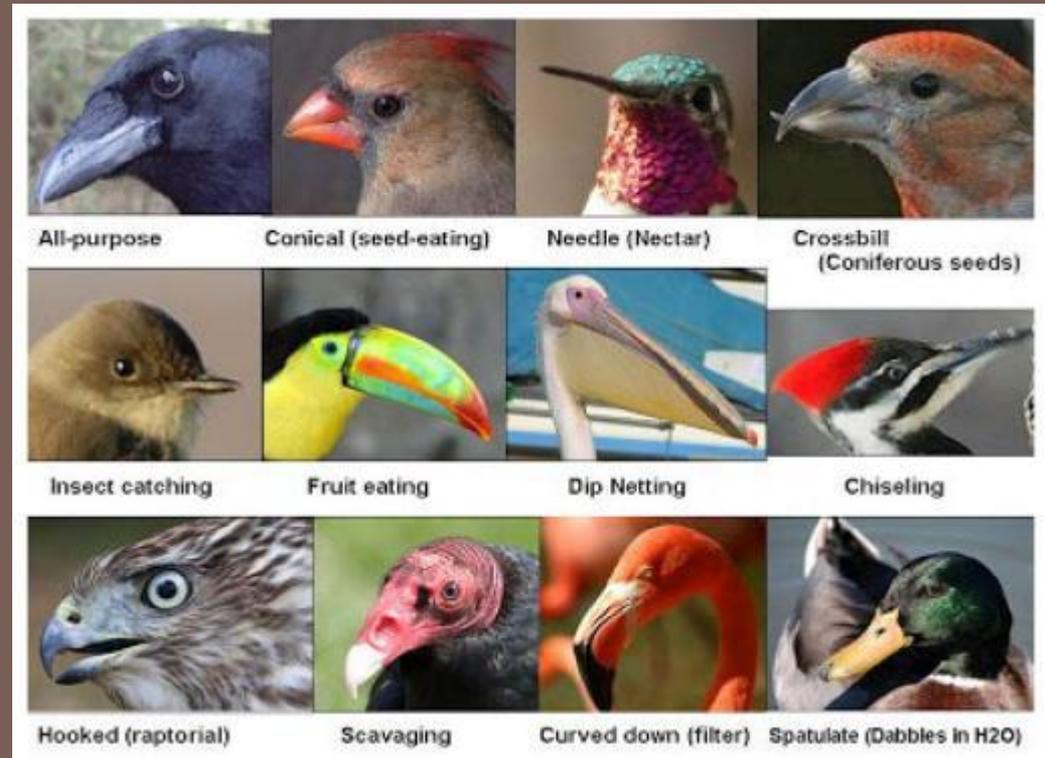
Enorme biodiversità creata dalla selezione naturale. In base all'alimentazione

Granivori, insettivori, piscivori, predatori, filtratori, succhiatori etc

Picchi: becco adatto a martellare, dritto e lungo.

Adattamenti del cranio per ridurre i contraccolpi

Lingua molto lunga (fino a 4 volte la lunghezza del becco)



*Great Spotted Woodpecker's head cut away to show position of the long tongue; the dotted lines indicate the position occupied by the tongue when retracted.*



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Lo scheletro: il becco

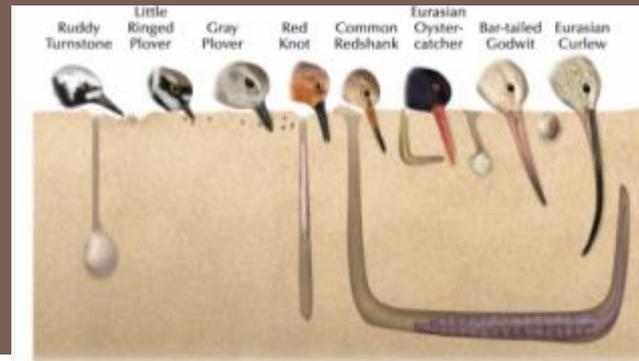
Uccelli granivori: becco tozzo e dritto, muscolatura molto potente  
La loro mandibola superiore ha un'incavatura apposta per tenere fermi i semi con la lingua così da spaccarli con precisione  
Frosone: spacca noccioli delle ciliegie. Crociere: becco crociato

Anatidi: becco piatto, adatto a filtrare e strappare vegetali

Piscivori: becco lungo e appuntito, alcune specie lo hanno ricurvo come i Cormorani.

Limicoli: altissima variabilità nei loro becchi in base alle prede e alle tecniche di caccia.

Es: Avocetta ricurvo in su, molte specie hanno cellule sensibili sulla punta per scovare le prede



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Apparato muscolare

I muscoli sono fondamentali per il volo.

In un uccello pesano circa il 15% del peso totale e in alcune specie può arrivare al 20%

I muscoli principali per il volo sono due:



- 1) Muscolo pettorale maggiore: downstroke
- 2) Muscolo pettorale minore o sopracoroideo: upstroke





# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

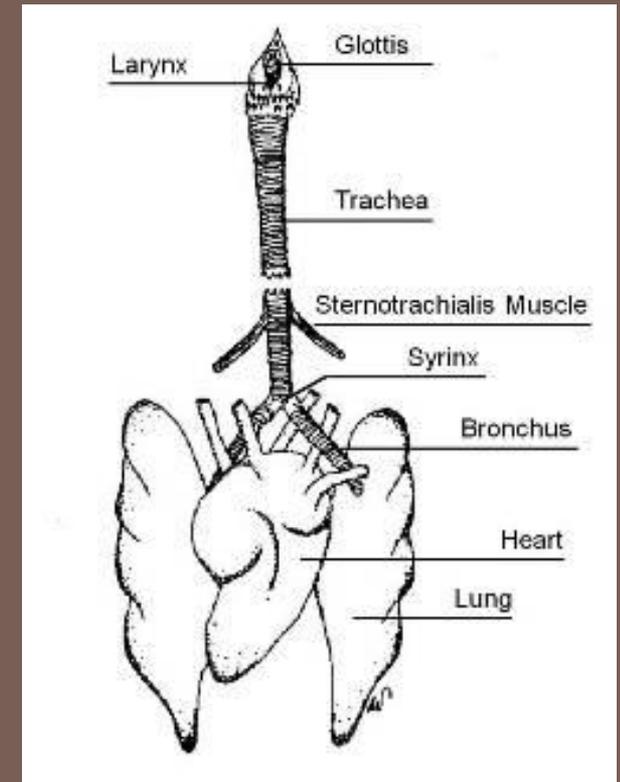
## Apparato respiratorio

Vita e volo richiedono energia, combustione chimica dei nutrienti che richiede ossigeno cioè il comburente

Il sistema respiratorio serve a questo e il circolatorio serve al trasporto capillare dell'ossigeno.

Il sistema respiratorio degli Uccelli proprio per le esigenze del volo deve essere efficacissimo

Serve anche per eliminare i prodotti di scarto cioè l'anidride carbonica prodotta nella combustione



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato respiratorio: polmoni

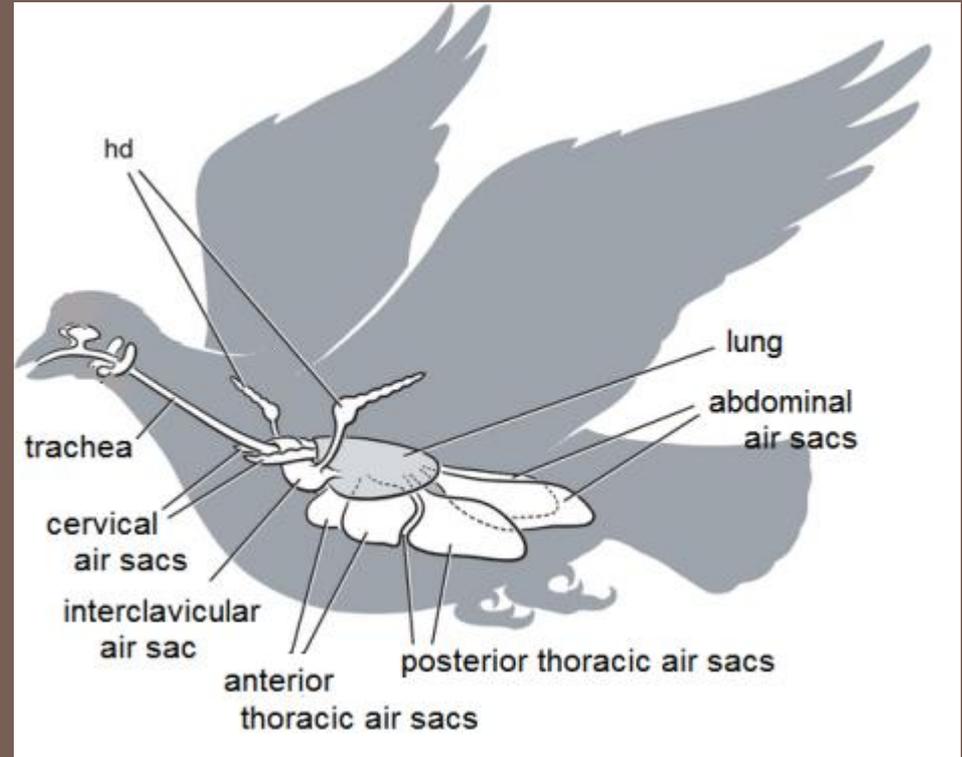
Servono ad assorbire l'ossigeno con l'inspirazione ed espellere anidride carbonica con l'espirazione

Il loro volume dunque si espande e si riduce.

Si trovano dentro la cassa toracica

Negli uccelli sono piccoli, occupano il 2% del volume del corpo (uomo 5%)

Gli uccelli però hanno un numero elevatissimo di alveoli (camere d'aria che si trovano dentro i polmoni dove avviene lo scambio di ossigeno coi capillari), la superficie respiratoria degli Uccelli è dunque più estesa di quella dei Mammiferi di pari dimensioni



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato respiratorio: sacchi aerei

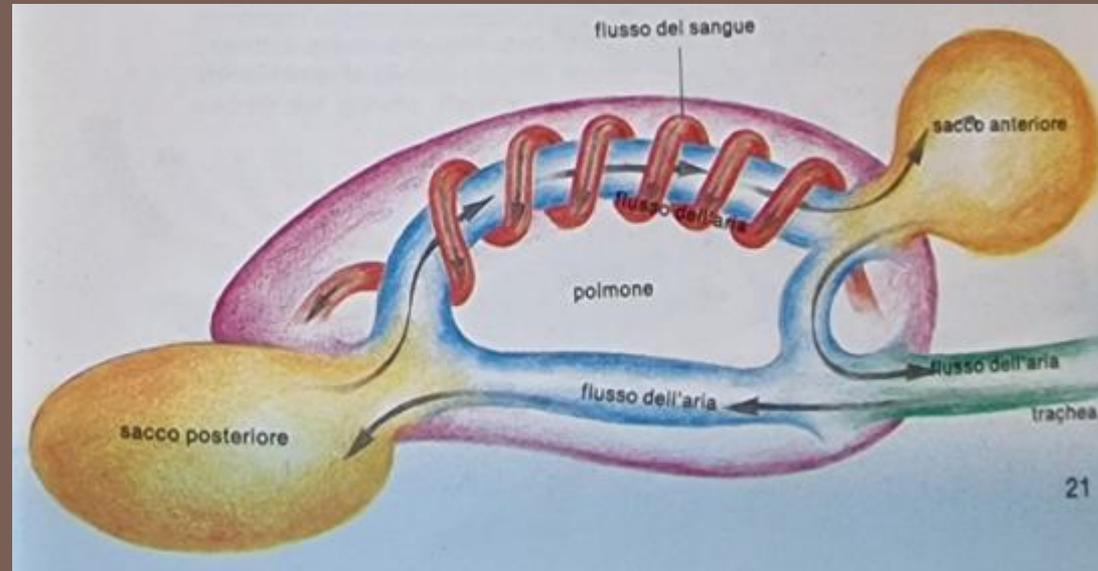
Gli uccelli hanno un'ulteriore "tecnologia", i sacchi aerei sono strutture che aumentano enormemente il rendimento del sistema respiratorio

Occupano gli spazi liberi all'interno del corpo dell'Uccello e si trovano anche dentro le ossa.

Occupano circa il 18% del volume corporeo

Non servono direttamente per la respirazione e nell'assunzione di ossigeno/espulsione di anidride carbonica.

Invece hanno un ruolo fondamentale per far circolare l'aria inspirata nei polmoni e raffreddare il corpo.

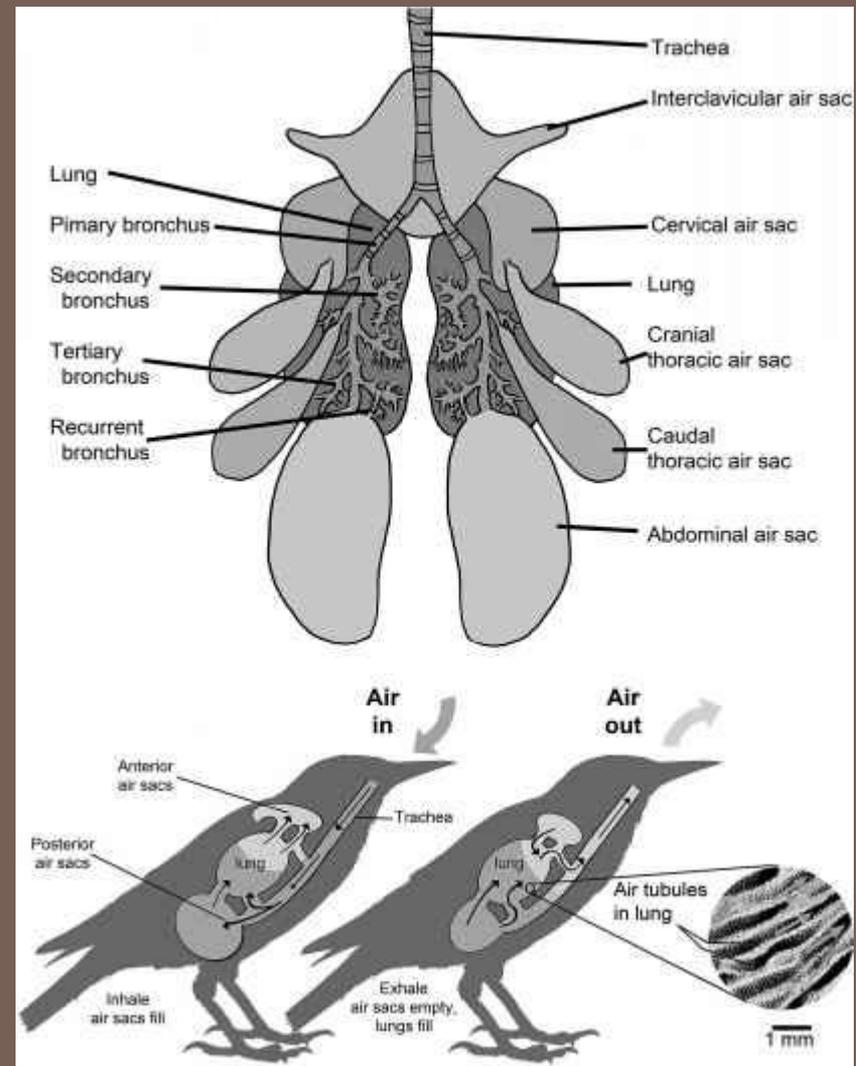


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato respiratorio: sacchi aerei

Vi sono 9 complessi principali di sacchi aerei  
Divisi in due gruppi: quelli della parte anteriore e quelli della posteriore del corpo (dietro i polmoni)

L'aria inspirata non va direttamente ai polmoni ma entra nei sacchi posteriori, poi va ai polmoni e quindi arriva ai sacchi anteriori da cui viene poi espirata



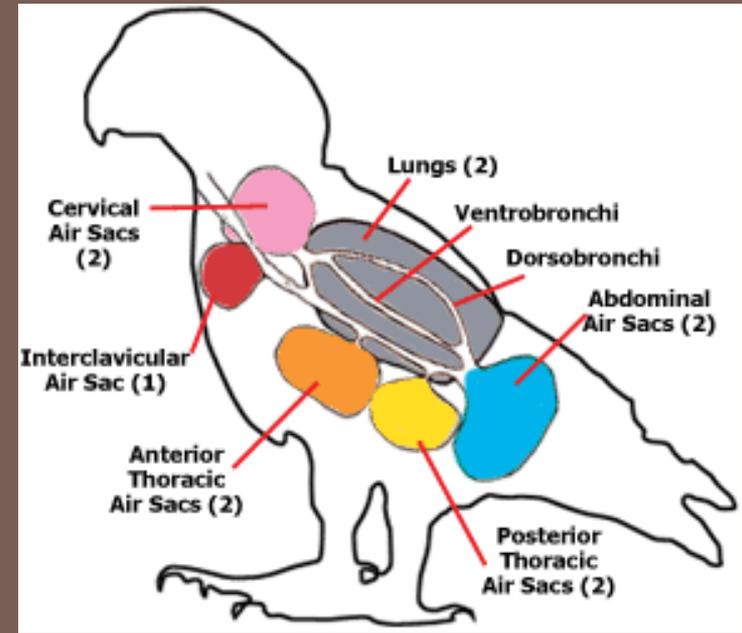
# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato respiratorio: sacchi aerei

Efficienza stupefacente nonostante le piccole dimensioni dei polmoni. Due vantaggi:

1) Negli uccelli il flusso d'aria è unidirezionale (nei Mammiferi è bidirezionale, con flusso e reflusso).

Un mammifero nella respirazione cambia solo il 75% dell'aria, un uccello il 100%



2) l'assunzione di ossigeno è molto migliore; nei Mammiferi il sangue povero assorbe subito l'ossigeno anche dall'aria che ne contiene poco e man mano che si arricchisce di ossigeno ne assorbe meno, solo dall'aria che ne contiene di più.

Negli uccelli il sangue da riossigenare arriva prima alla parte anteriore dei polmoni dove l'aria contiene poco ossigeno e poi scorrendo nei polmoni incontra aria sempre più ricca di ossigeno dunque il sangue assume l'ossigeno più facilmente. L'ossigeno viene quindi assorbito sia in inspirazione che in espirazione



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato respiratorio: sacchi aerei

Anche l'eliminazione dei prodotti di scarto è più efficiente perché funziona allo stesso modo dell'assunzione di ossigeno

Grazie a questo sistema gli Uccelli possono anche respirare in condizioni di scarsa ossigenazione per esempio alle alte quote.

Per questo gli uccelli migratori possono volare a migliaia di metri di altitudine senza problemi

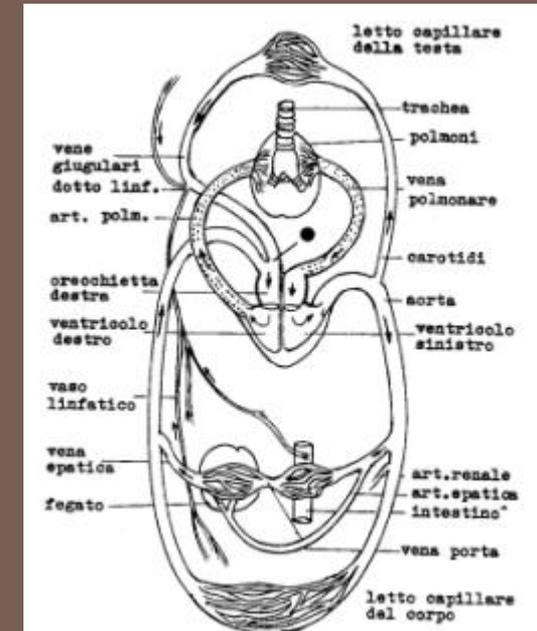


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Apparato circolatorio

L'apparato circolatorio è un sistema che serve a trasportare ossigeno alle cellule, eliminare i prodotti di scarto ma trasporta anche i nutrienti derivanti dall'alimentazione.

In questo caso, gli Uccelli non hanno evoluto particolari adattamenti, il loro apparato circolatorio è molto simile a quello dei Mammiferi



Il cuore ad esempio è identico a quello dei Mammiferi. La frequenza di battito è inversamente proporzionale alla massa, in uccelli piccoli è maggiore, per es in un Passero è di circa 400 pulsazioni al minuto.

Il cuore è controllato dal sistema nervoso autonomo che a sua volta gestisce la frequenza cardiaca in funzione delle esigenze, un uccello a riposo avrà una frequenza molto più bassa di un uccello in volo battuto che richiede molta più energia.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato escretore

Serve a espellere dal corpo le sostanze inutili, rifiuti organici anche nocivi che derivano dal metabolismo.

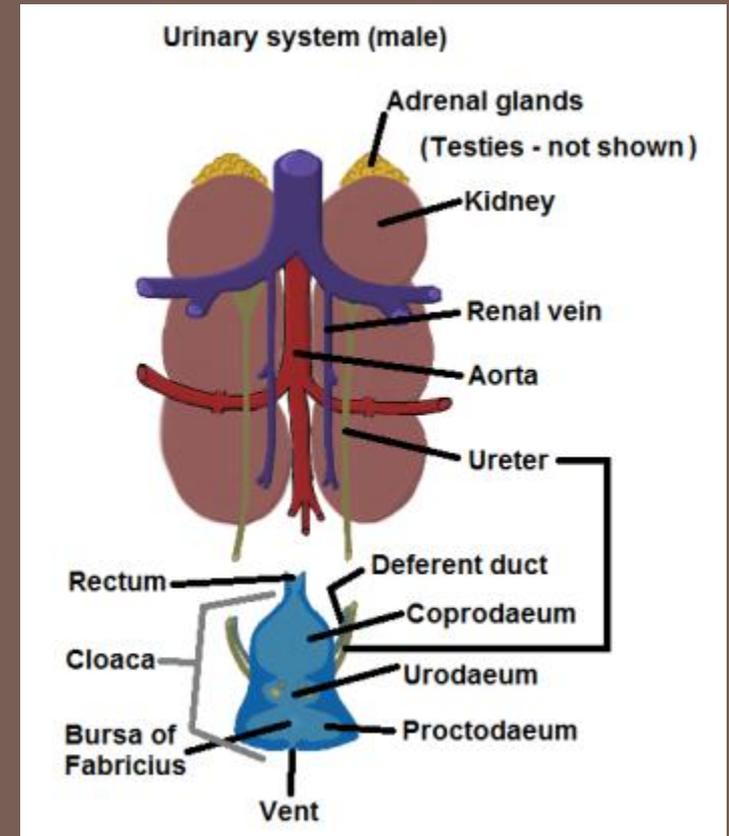
Negli uccelli è molto efficiente perché riesce a trattenere tantissima acqua e non appesantire il corpo. Trattenere acqua non è una buona soluzione per il volo.

I reni si occupano dell'eliminazione delle sostanze azotate di rifiuto.

Sono diversi dai mammiferi, hanno 3 lobi, in 3 coppie.

Attraverso gli ureteri il secreto va dai reni direttamente nella cloaca

Dove si unisce alle altre sostanze di rifiuto espulse dall'intestino (resti indigeribili)



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Apparato escretore

L'azoto non può essere eliminato in forma gassosa come ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) perché velenoso e neanche sotto forma di urea come nei mammiferi perché richiederebbe tanta acqua

Negli Uccelli, come nei Rettili, viene espulso sotto forma di acido urico, che è indissolubile. È quella parte bianca che troviamo negli escrementi.

Lo stato degli escrementi degli Uccelli varia in funzione delle specie: in alcune sono molto liquidi, e quasi esclusivamente bianchi (deiezioni) in altre specie sono più cremosi e hanno anche una parte scura

Altre specie li hanno solidi e molto secchi, sono specie che si nutrono di fibre come le Oche



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Apparato escretore

Altre funzioni:

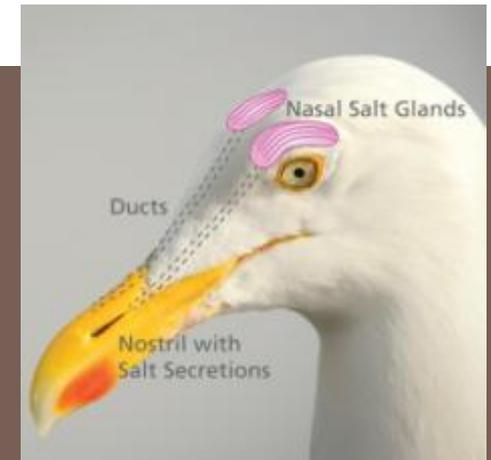
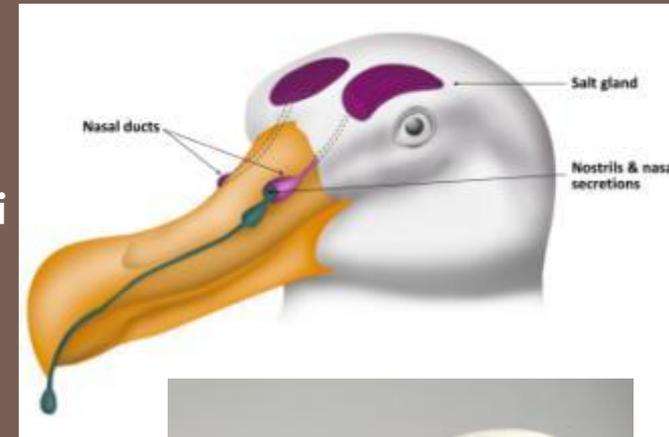
Gli escrementi degli uccelli possono avere anche altre funzioni: le Cicogne per esempio si spruzzano i loro stessi escrementi molto liquidi (deiezioni) sulle zampe per rinfrescarsi quando è molto caldo.

## Sali e ghiandola del sale

Un problema particolare che hanno gli Uccelli, soprattutto quelli marini, è quello dell'escrezione dei Sali.

Il mantenimento dell'equilibrio salino dei liquidi organici, cioè l'osmoregolazione, deve essere separato dall'escrezione

Per l'osmoregolazione gli Uccelli hanno un organo particolare, le ghiandole del sale, poste sulla testa. Queste producono un secreto acquoso che viene espulso dalle narici, a volte con un movimento di scuotimento della testa osservabile sia negli uccelli marini che nei rapaci, soprattutto diurni.

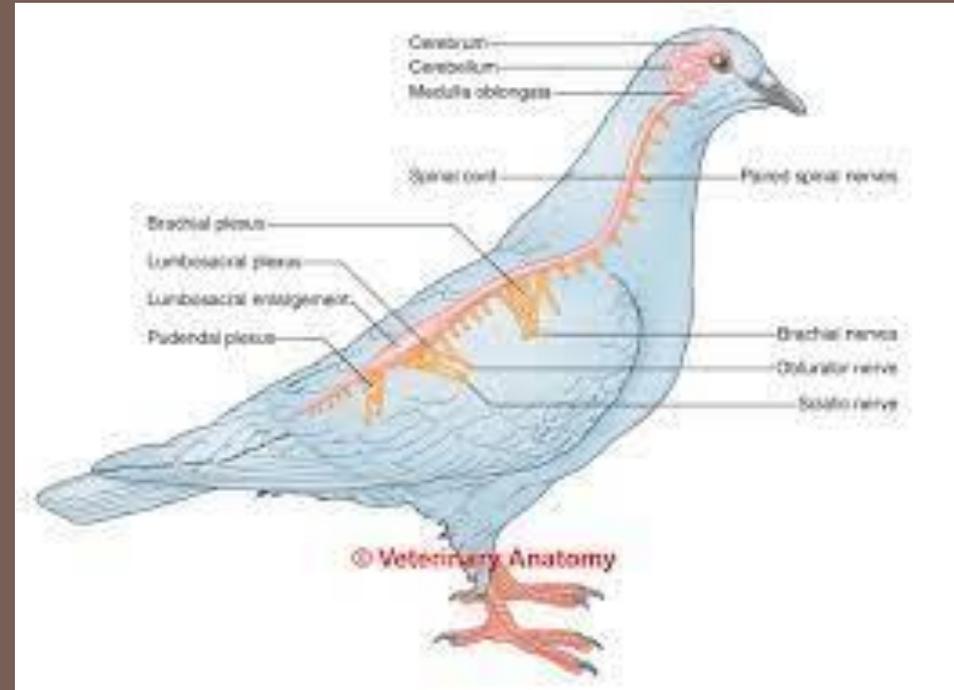


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Sistema nervoso

Il sistema nervoso centrale è costituito dal cervello (encefalo) e dal midollo spinale che si trova dentro la colonna vertebrale.

Vi sono poi tutta una serie di recettori periferici che prendono le informazioni dall'ambiente esterno e le portano attraverso fibre nervose, al cervello, sotto forma di segnali elettrici.



Altre fibre nervose trasportano invece gli impulsi ai vari organi modificandone l'attività

Il sistema nervoso nel suo insieme controlla dunque vari aspetti della vita di un uccello tra cui l'interazione con l'ambiente, il funzionamento degli organi e il comportamento

Il comportamento è sia involontario sia volontario.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Sistema nervoso

Una porzione del SNC è collegata a muscoli e ghiandole che sono involontari e prende il nome di SN vegetativo o autonomo



L'attività motoria, attraverso i muscoli scheletrici si svolge sia in modo volontario che riflesso

Le fibre nervose infatti innervano i muscoli e rispondono agli impulsi dell'encefalo.

L'attività riflessa dipende dai recettori, che inviano segnali al cervello dove vengono elaborati, il cervello rimanda impulsi per controllare l'attività riflessa ad es il bloccarsi o la fuga in seguito ad uno spavento.

L'attività volontaria è controllata invece direttamente dall'encefalo e può essere ragionata o istintiva ad es comportamenti di alimentazione, riproduzione etc.

I riflessi vegetativi sono involontari e riguardano il mantenimento dell'attività vitale dell'organismo come per es il riflesso pupillare e quello cardiaco.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: vista

Organo fondamentale per tutti gli animali ma anche per il volo, che richiede capacità visive ad alte prestazioni (ad es velocità)

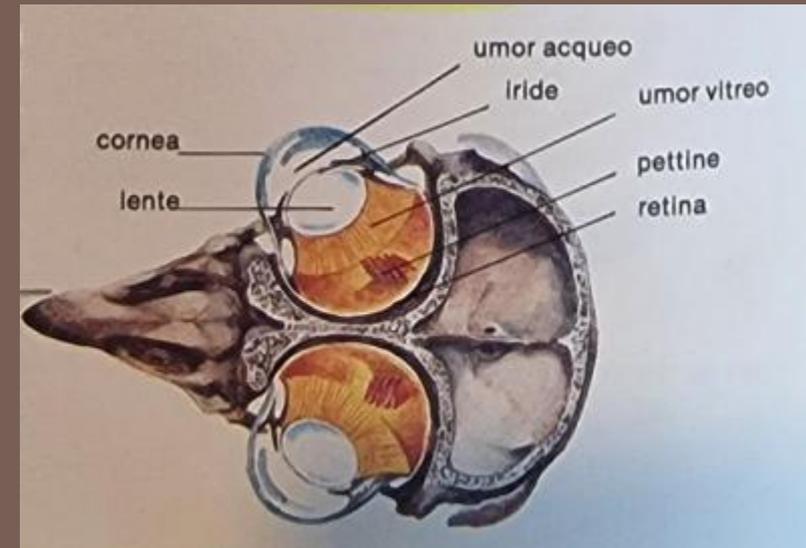
In genere gli occhi degli uccelli sono più grandi rispetto ai Mammiferi.

A causa della loro grandezza gli occhi hanno poca mobilità alla quale gli Uccelli rimediano con una elevata mobilità della testa

La gamma di colori percepita dagli Uccelli è simile a quella umana. Alcuni rapaci però sono in grado di percepire l'UV

L'acutezza visiva nel piccione è simile a quella umana ma nei rapaci è molto più elevata

Stesso discorso per le capacità di visione notturna



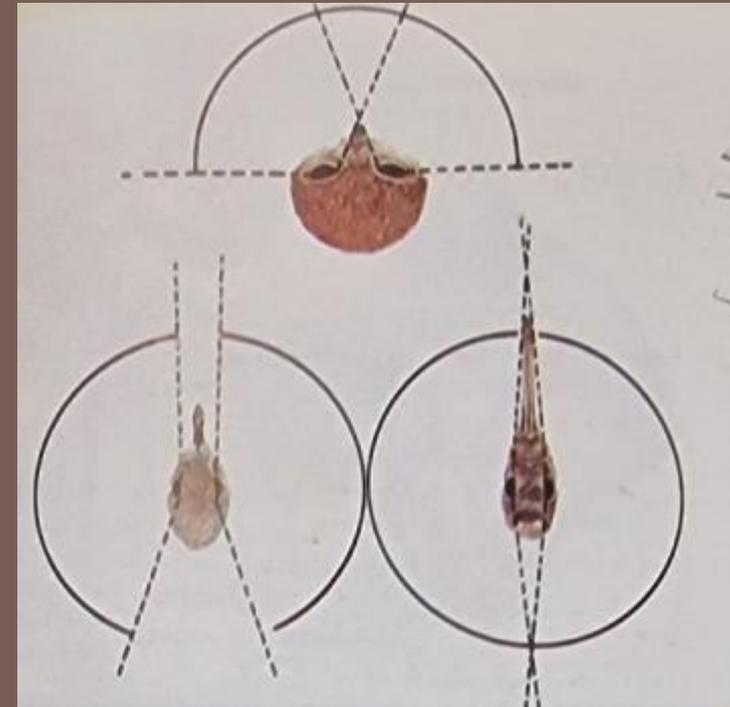
# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: vista

La maggioranza degli uccelli hanno occhi posizionati in avanti ma lateralmente alla testa così da avere campo visivo più ampio. Altre specie li hanno frontali o completamente laterali (la beccaccia per es ha campo visivo di  $360^\circ$ )

Visione binoculare: serve per il calcolo delle distanze (volo e alimentazione)

Differenza con l'occhio umano: zona a fuoco nel campo visivo. Negli umani il campo visivo a fuoco nello stesso momento è di  $2,5^\circ$  e per esaminare un oggetto vicino dobbiamo muovere la testa. Gli uccelli invece hanno ben  $20^\circ$  di campo a fuoco nello stesso momento senza muovere la testa. Ciò è molto utile per la ricerca di prede.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: vista

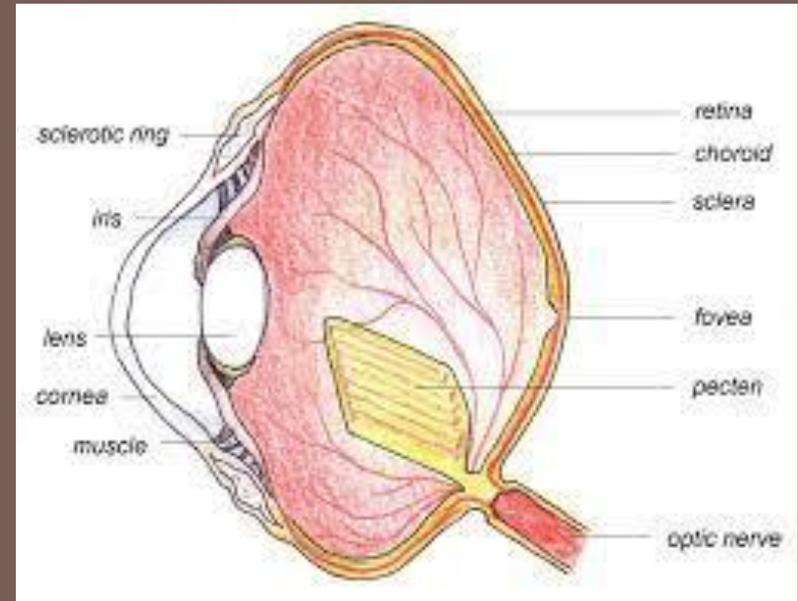
Il pecten o pettine è una struttura tipica solo degli uccelli

È una struttura piegettata, nera e vascolarizzata attaccata alla retina.

Il numero di pieghe varia da specie a specie, sono molte (20) nella maggioranza ma in altre specie sono meno come nei rapaci notturni (8 pieghe) o nel Kiwi nessuna piega

Funzione: tante teorie. Sicuramente serve ad apportare nutrimento e ossigeno per la retina.

Ciò contribuisce all'aumento dell'acuità visiva fornendo nutrimento ad un numero molto maggiore di cellule recettoriali senza bisogno di sviluppare ulteriori vasi sanguigni che interferirebbero con la vista.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: vista

Nell'occhio degli Uccelli è presente una terza palpebra, detta membrana nittitante, una struttura traslucida che può essere abbassata sull'occhio senza però bloccare completamente la visione.

Questa palpebra ha diverse funzioni:

- Tiene la superficie dell'occhio pulita e umida, soprattutto durante il volo
- Protegge l'occhio in momenti particolari ad es. durante la cattura di una preda.
- In alcune specie acquatiche il centro della membrana nittitante presenta un'area chiara e spesso che funziona da lente correttiva quando gli uccelli si immergono.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: l'udito

La struttura dell'orecchio interno degli Uccelli è molto simile a quella dei Mammiferi. Ma, a differenza di questi ultimi, gli Uccelli non hanno un orecchio esterno con un padiglione, probabilmente per motivi aerodinamici. Per questo in generale le loro capacità uditive non sono molto sviluppate come avviene nella maggioranza dei Mammiferi.



Eccezione: rapaci notturni, disco facciale

L'apertura esterna dell'orecchio negli uccelli in genere è piccola (a eccezione dei Rapaci notturni) ed è coperta da particolari piume, prive di barbule, allo scopo di non ostacolare il passaggio dei suoni.



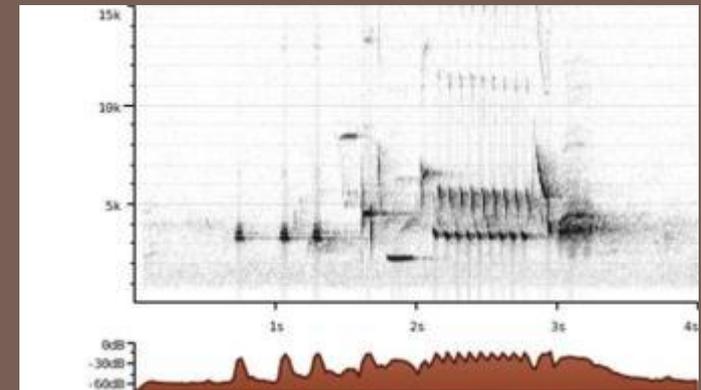
# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: l'udito

La densità delle cellule sensoriali negli Uccelli è molto elevata e ciò gli permette di distinguere suoni vicinissimi nel tempo; gli Uccelli infatti riescono a distinguere suoni distanziati da soli 2 millesimi di secondo, circa 10 volte meglio di quanto può fare un essere umano. Gli Uccelli dunque riescono a decifrare messaggi molto complessi come ad esempio i loro canti complessi.

L'intervallo di frequenze udibili dagli Uccelli è molto simile a quello umano, da 1 a 4 kHz

Anche gli Uccelli infatti non riescono a percepire gli ultrasuoni per esempio.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: l'olfatto

Un senso generalmente poco sviluppato negli Uccelli, solo poche specie lo sfruttano, pochissime di quelle europee.

Già solo osservando i lobi olfattivi nel cervello si capisce che il senso dell'olfatto non è molto sviluppato, questi infatti sono molto piccoli in proporzione a quelli dei Mammiferi.

Solo alcune specie hanno lobi olfattivi sviluppati e dunque un olfatto altrettanto sviluppato: alcune specie di Anatre, Oche e gli Avvoltoi. A livello delle specie mondiali il Kiwi è la specie con l'olfatto più sviluppato tra gli Uccelli.

Gli uccelli delle tempeste hanno lobi olfattivi più grandi ma loro stessi hanno un caratteristico odore di muffa, sono specie notturne e nidificano in colonie, si pensa dunque che essi usino l'olfatto per trovare al buio il proprio nido e/o il proprio partner.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Organi di senso: olfatto

Nel passero domestico la dimensione del bulbo olfattorio rispetto al diametro di tutto l'encefalo è del 5%, nei Galliformi è del 14-18%, negli strigiformi 18%, nei piccioni 22%. Gli uccelli acquatici hanno olfatto più sviluppato, nelle oche il bulbo arriva fino al 24%, nei rallidi al 26% negli svassi al 27% e negli Albatros e Pellicani fino al 37%.



Come per l'orecchio esterno negli Uccelli manca anche un vero e proprio naso paragonabile a quello dei Mammiferi. Il loro organo olfattivo interno si collega con l'esterno attraverso le due narici che si trovano nella parte superiore del becco. Le narici hanno forma e conformazione diversa nelle varie specie di uccelli, in alcune specie possono anche essere chiuse volontariamente. Vi è poi un canale di comunicazione tra la coana e la cavità orale.



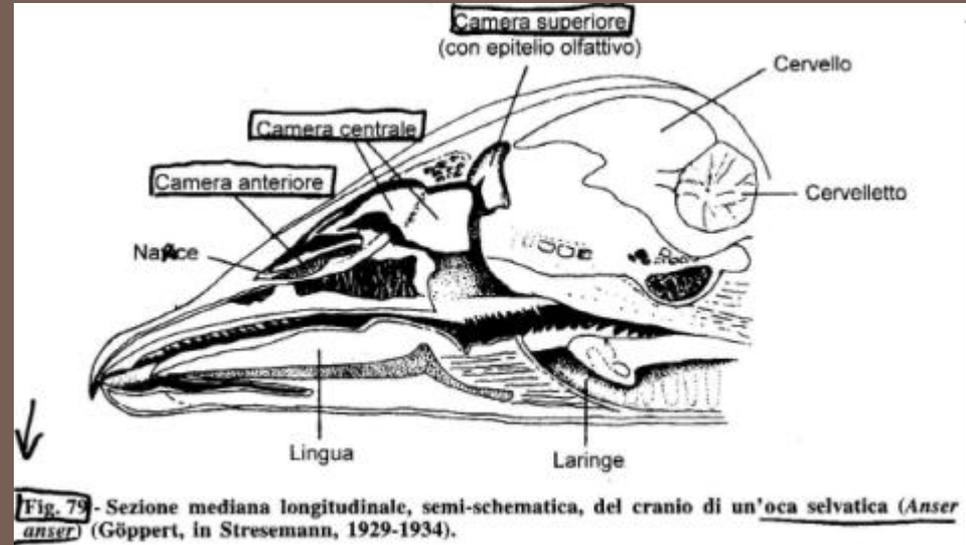
# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

## Organi di senso: olfatto

La cavità olfattiva è costituita su entrambi i lati da un atrio di 3 camere, le cui pareti sono ispessite.

L'aria entra nella prima camera, passa quindi alla camera centrale dove viene riscaldata e umidificata in una specie di padiglione a spirale e infine viene incanalata nella faringe e nella trachea attraverso le coane che si trovano nel pavimento di questa cavità

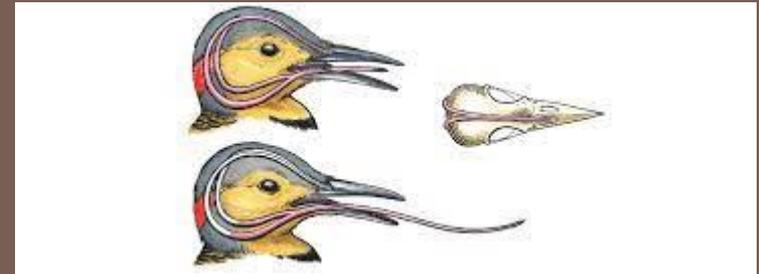
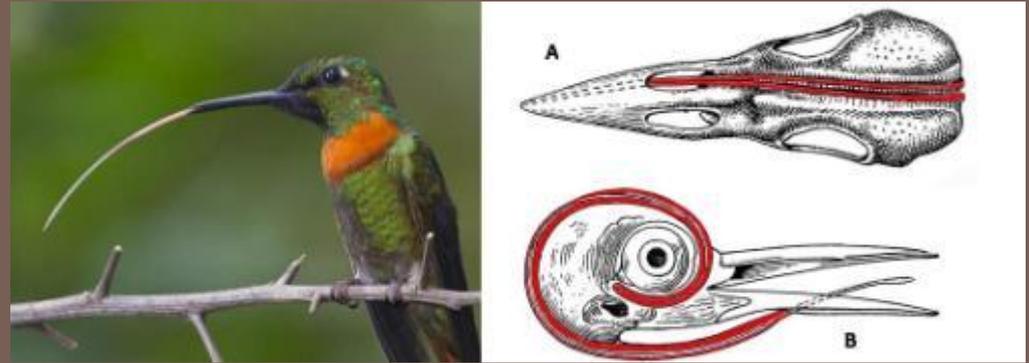
La terza camera è la vera e propria cavità olfattiva ed è in comunicazione con il retro della seconda camera. L'epitelio olfattivo si trova su una piega rivolta in avanti in questa camera e può essere più o meno esteso in base alla specie. L'epitelio olfattivo è un'estensione diretta del nervo olfattivo che è direttamente collegato col bulbo olfattorio dell'encefalo.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: gusto

Gli Uccelli sono in grado di distinguere gli stessi sapori dell'uomo, sebbene in modo non altrettanto preciso: il salato, l'aspro, l'amaro e il dolce. La loro minore sensibilità ai gusti è dovuta al fatto che il gusto è collegato all'olfatto, che negli Uccelli non è ben sviluppato.



Inoltre, a differenza dei Mammiferi nei quali la lingua è coperta da un elevato numero di papille gustative, la lingua degli Uccelli è coperta da una superficie cornea dove non sono presenti papille gustative; le poche papille degli Uccelli si trovano sul retro della lingua e nella gola. Gli Uccelli dunque per sentire il sapore di qualcosa devono prima inghiottirla.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Organi di senso: tatto

Questo è un senso molto importante per gli Uccelli, soprattutto per certe specie. Per questo gli Uccelli hanno diversi tipi di recettori tattili.

I recettori si trovano in diversi punti del corpo di un Uccello: alcuni sulla lingua, altri sulle piante dei piedi, in alcune specie (Limicoli per es) vi sono recettori sulla punta del becco. Alcuni recettori si trovano alla base di alcune penne e registrano la loro posizione, questa informazione è molto utile nel volo.

Intorno al becco degli uccelli, soprattutto in alcune specie insettivore come i Turdidi, ma anche i Rondoni e i Succiacapre sono presenti particolari piume modificate, a forma filamentosa, dette filopiume, che hanno un ruolo nella percezione tattile. Queste piume servono all'uccello a percepire meglio le prede durante la fase di cattura, quando è vicinissimo col becco.

Molti limicoli oltre alla grande variabilità dei loro becchi sono dotati di apposite cellule situate sulla punta del becco che gli consentono di scovare le prede senza vederle.

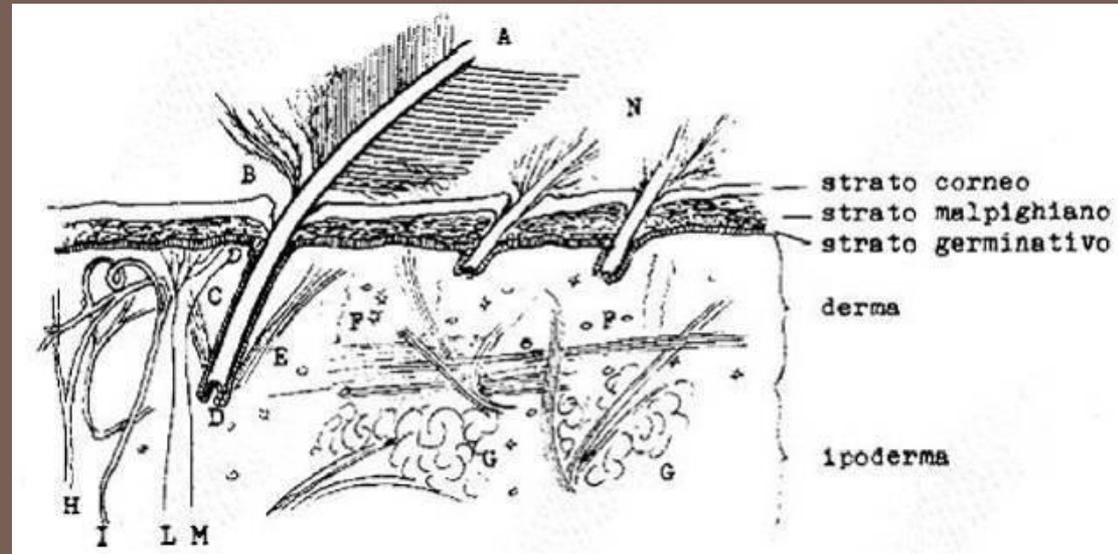


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo

Riveste il corpo esternamente è la superficie di contatto con l'ambiente.

Include la pelle, gli annessi cutanei (Piume, becco, cere, artigli).



Ghiandole (solo l'uropigio negli uccelli, niente ghiandole sudoripare come nei mammiferi)  
Pelle: cheratinizzata. Mucose: non cheratinizzate (bocca, narici, cloaca)

Annessi: squame

La pelle delle zampe (tarso-metatarso) e delle dita è ricoperta da squame (scudetti) cornee, analoghe a quelle dei Rettili, dai quali gli Uccelli sono derivati durante la evoluzione. In condizioni normali, periodicamente, in particolare nel periodo della muta, le squamette cadono sospinte da quelle più profonde. Si ha, cioè, una vera e propria muta delle squame.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

Le penne sono la caratteristica fondamentale che contraddistingue la Classe degli Uccelli.



La loro origine istologica è inizialmente identica a quella delle squame, e sono anch'esse degli annessi della pelle.

Le penne sono fatte di cheratina, la stessa proteina che costituisce anche le unghie e i capelli e sono fatte di cellule morte una volta raggiunto lo sviluppo completo, quindi possono essere tagliate o riparate senza che il rapace senta niente; solo le guaine sono fatte di tessuto vivo.

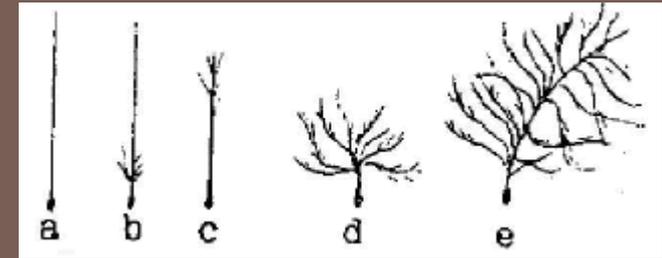


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

5 tipi principali di piume:

- 1) Penne di volo (Remiganti, Timoniere e Copritrici)
- 2) Penne di contorno, che coprono il corpo (alcune di esse hanno un "after-feather")
- 3) Piumino per l'isolamento (negli adulti)
- 4) Filopiume piccole disseminate in tutto il corpo (abc)
- 6) Peli (penne simili a peli, dette anche Vibrisse) attorno al becco e alle narici (che servono per disperdere il sangue asciutto).
- 7) Altri tipi di piumaggio: Le albanelle (genere *Circus*) possiedono anche del cosiddetto "piumino polveroso", che crea una polvere simile a talco che dà alle penne una specie di impermeabilizzazione.
- 8) Piumino dei nidiacei: simile all'adulto ma di differente origine (d, e)



Una terminologia più semplice :

- A) Penne: remiganti e timoniere (cioè le penne del volo)
- B) Piume: tutte le altre.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

<b>Piumaggio</b>	<b>Primario (neòptile)</b>	<b>Piumino dei nidiacei</b>	<b>Primo e secondo piumino</b>	
	<b>Secondario (teleòptile o definitivo)</b>	<b>Piume</b>	<b>Filopiume</b>	<b>Sempre senza uncini, nascono dappertutto</b>
			<b>Piumino dell'adulto</b>	
			<b>Semipiume (pennopiume)</b>	
	<b>Penne</b>	<b>Piumaggio di contorno</b>	<b>Quasi sempre con uncini, nascono solo sugli pterilii</b>	



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

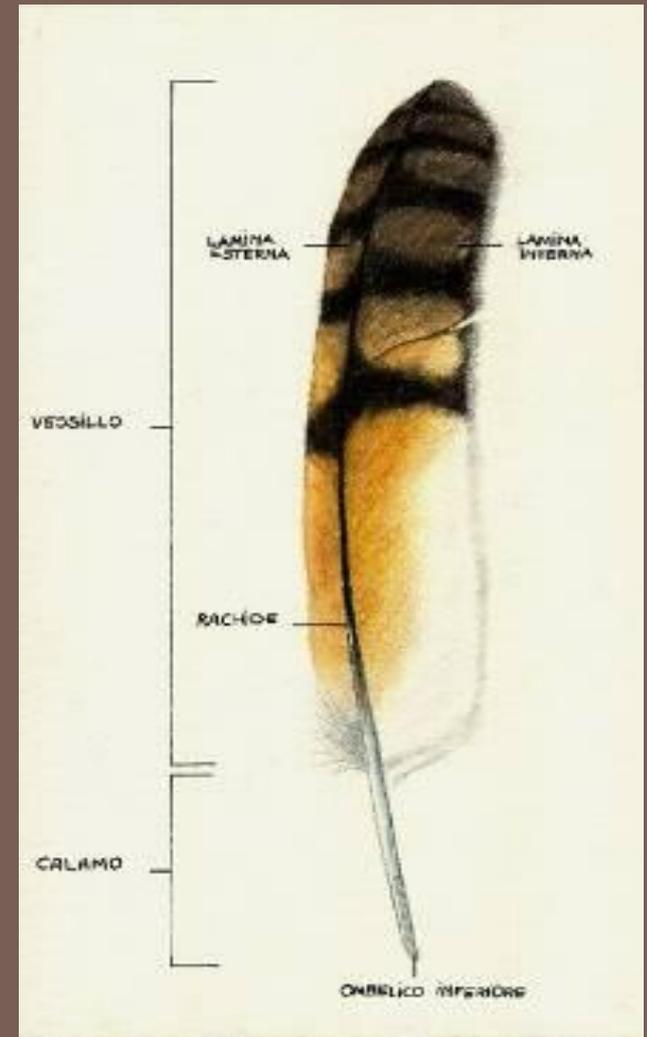
Le penne sono formate da un calamo centrale alla base, nudo.

Nella parte superiore in corrispondenza del vessillo, il calamo si chiama rachide e tende ad assottigliarsi andando verso la punta

Il vessillo è costituito da una lamina esterna ed una interna

Migliaia di barbe unite tramite barbule uncinato, formano il vessillo

Durante il “preening” (pulitura e sistemazione del piumaggio) l’uccello riaggancia gli uncini delle barbule

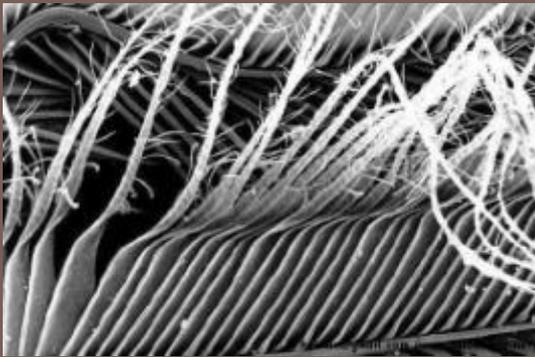


# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

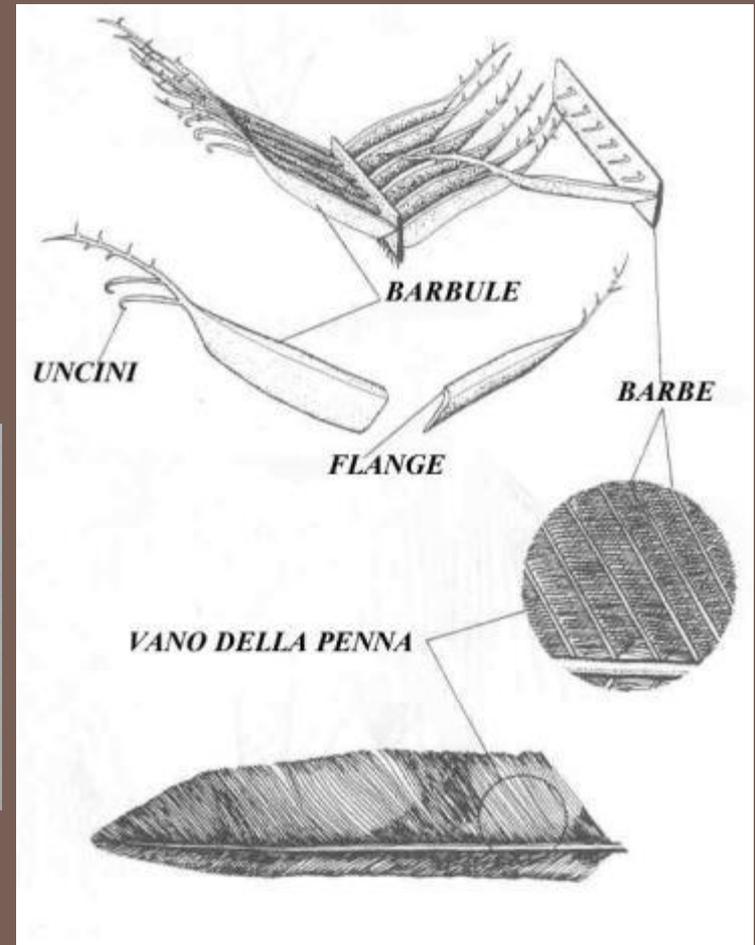
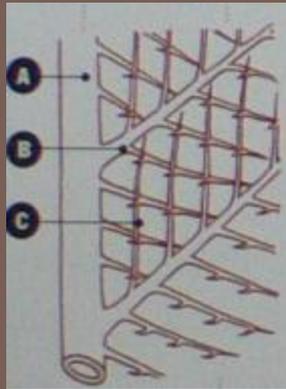
Tessuto cutaneo: il piumaggio

Nelle penne possono essere presenti altre strutture a scopo decorativo o come nei rapaci notturni a scopo di silenziatori del rumore

Velluto:  
barbule  
allungate



E pettine o  
sfrangiatura  
sul margine  
Esterno  
delle prime  
remiganti  
primarie



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

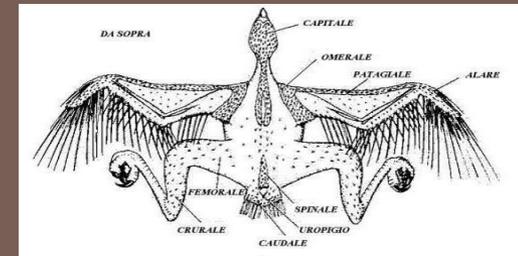
In alcune penne è presente anche una iporàchide che nasce nel punto di confine fra calamo e rachide, vicino all'ombelico superiore, formata al massimo da una decina di lunghe e sofficiissime barbe con barbole prive di uncini.

Il piumino è molto più abbondante nelle specie o sottospecie nordiche

Le penne del corpo sono erettili e ognuna di esse è controllata da 4 muscoli volontari

Piumino dei nidiacei:

- Primario e secondario (più caldo, termoindipendenza)
- Più abbondante nelle specie precoci
- In molte specie è bianco o mimetico
- Pterilosi: distribuzione delle zone di crescita del piumino. È diversa nei vari ordini, carattere tassonomico



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

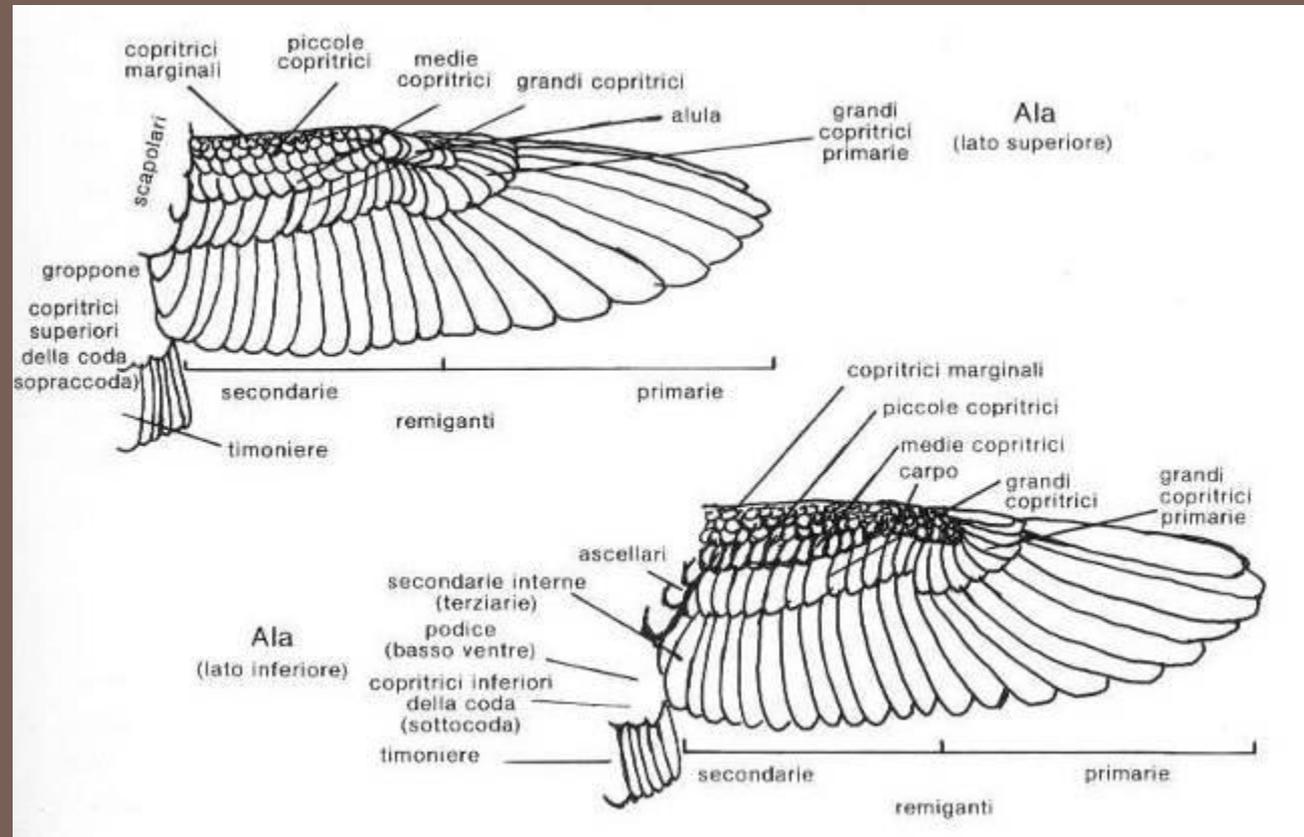
Tessuto cutaneo: il piumaggio

Mappatura del piumaggio: remiganti primarie, secondarie, terziarie, timoniere etc.

Remiganti primarie: in genere 10, lettera P

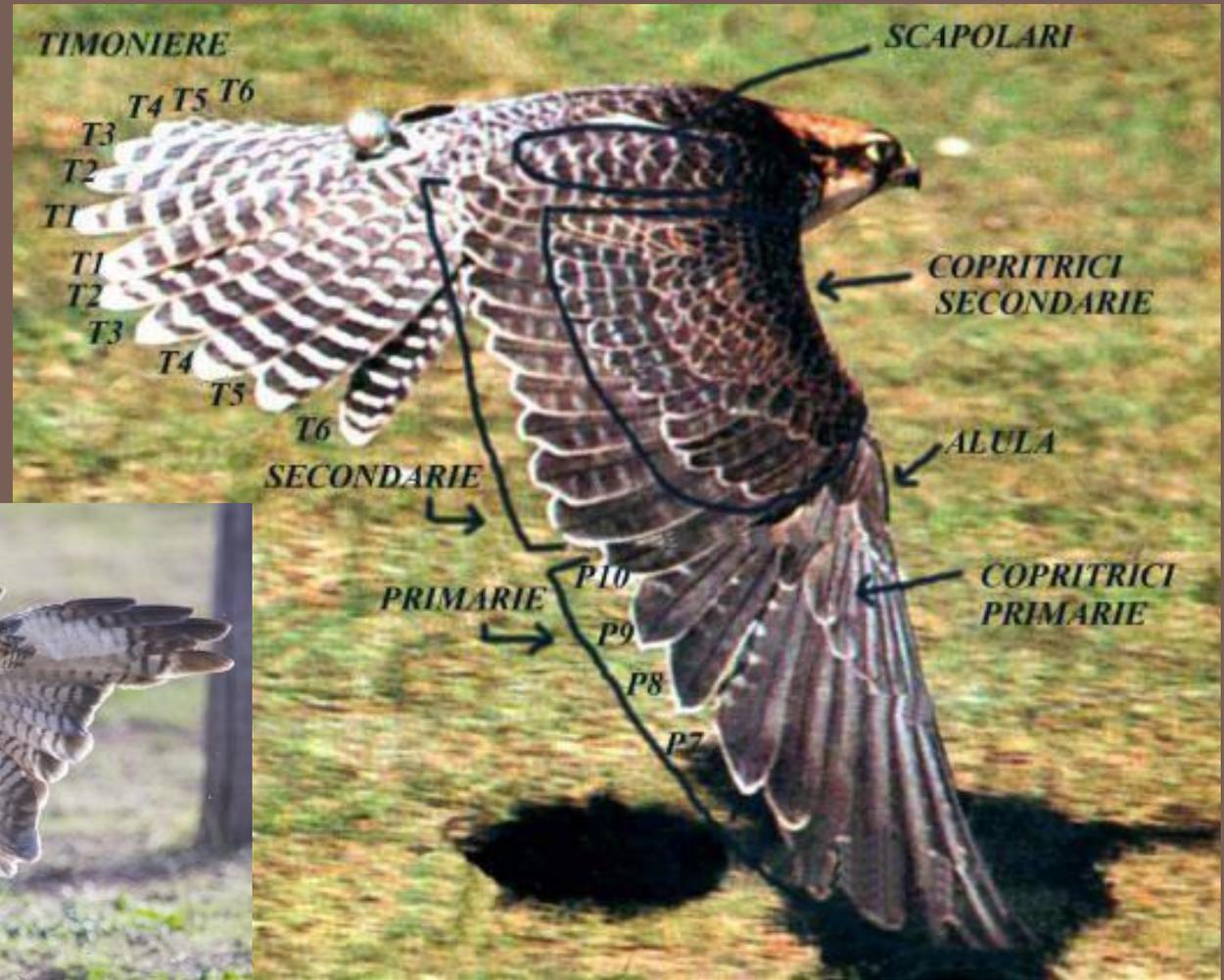
Remiganti secondarie: lettera S

Timoniere: in genere 12, lettera T



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

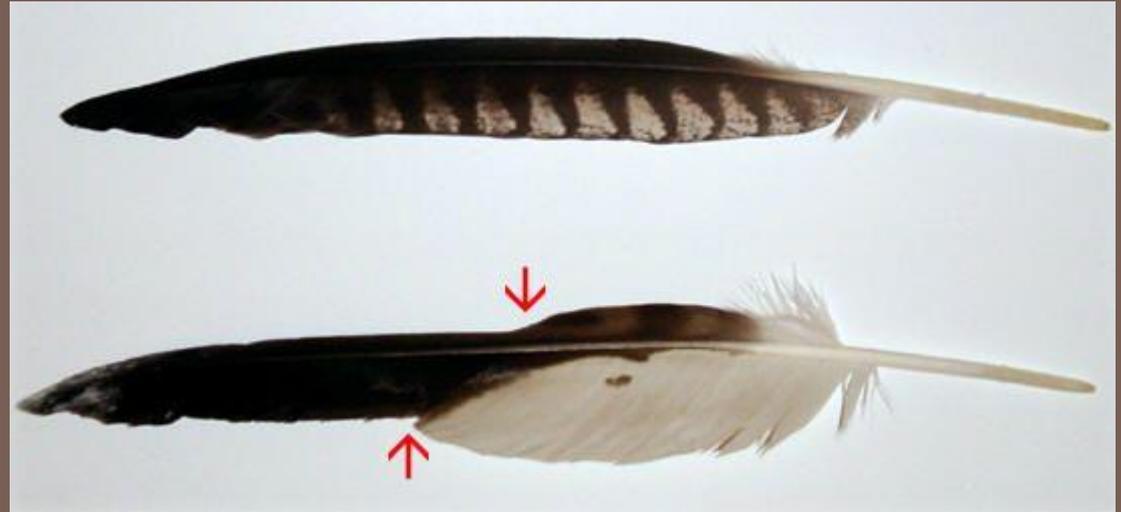
Tessuto cutaneo: il piumaggio

Alcuni uccelli, soprattutto rapaci e uccelli veleggiatori hanno una “smarginatura” nelle prime remiganti come la P10.

La sua funzione è quella di creare un flusso d'aria sull'ala così da aumentare la portanza.

Le timoniere sono più “dritte” rispetto alle remiganti.

Le due timoniere centrali T1 e T2 sono simmetriche cioè il vessillo è diviso a metà dal rachide



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio



Funzioni del piumaggio:

- 1) Volo
- 2) Termoregolazione:
- 3) Protezione: indubbiamente le penne svolgono anche un ruolo di protezione meccanica del corpo del rapace (urti, pioggia, ecc...).
- 4) Comunicazione: Attraverso il colore soprattutto ma anche attraverso il movimento delle penne i rapaci (e tutti gli Uccelli) possono inviare segnali ai conspecifici ma anche ad altre specie ed altri animali. Basti pensare alle posizioni di difesa (threat posture) durante il quale il rapace gonfia le penne della testa e anche del corpo, oppure alle espressioni facciali di alcune specie di rapaci notturni grazie al cambiamento di posizione dei loro ciuffi auricolari.
- 5) Sensori: il piumaggio può anche avere una funzione di sensore, si è infatti osservato da studi sperimentali che gli uccelli percepiscono la velocità dell'aria che passa attraverso il loro piumaggio (e dunque la loro stessa velocità del volo) e usano questa informazione per regolare il loro volo stesso.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

Colore del piumaggio

Alcune specie di uccelli sono tra gli animali più colorati al mondo

Il colore del piumaggio può avere origine chimica, fisica o un misto di entrambe.

Colori chimici

-Melanina: colore nero ma in base al grado di ossidazione va dal giallognolo al nero

-Carotenoidi: tonalità dal giallo al rosso. Gli uccelli non li sintetizzano ma sono assunti con la dieta

Colori fisici:

Si originano da microstrutture delle penne e danno colori dal verde al violetto per rifrazione della luce che fa cambiare la lunghezza d'onda



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

Anormalità nella colorazione

Mutazioni genetiche possono portare a colorazioni anomale influenzando la quantità dei pigmenti

Albinismo: completa perdita dei pigmenti, il piumaggio diventa bianco, gli individui albinici hanno occhi rossi e zampe e becco rosa

Leucismo: perdita parziale dei pigmenti, il piumaggio diventa chiaro o anche bianco ma gli altri colori restano normali (zampe, becco, occhi)

Melanismo: le melanine sono prodotte in quantità maggiore, il piumaggio appare molto scuro fino al nero.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

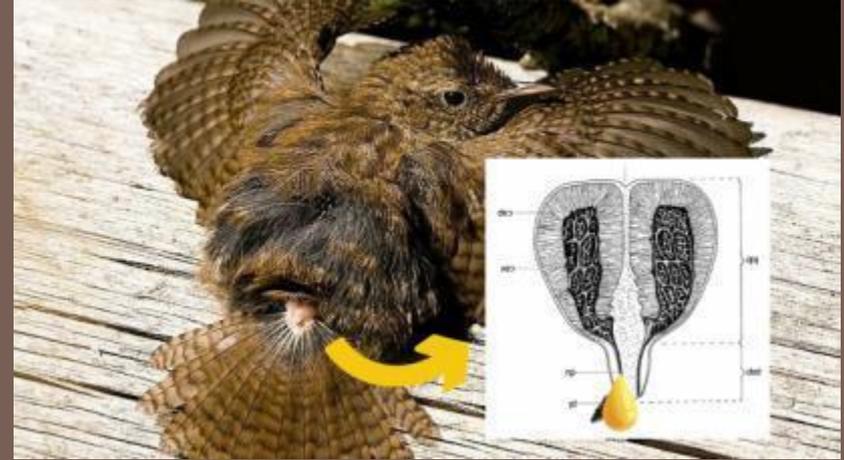
Cura del piumaggio

A causa della struttura delicata le penne vanno curate e pulite.

Preening: la ghiandola dell'uropigio situata sopra la coda produce una sostanza oleosa impermeabile. Durante il preening l'uccello cosparge questa sostanza sul piumaggio e risistema le penne riagganciando le barbule dove si sono sganciate.

Terminato il preening l'uccello si "scrolla" sistemando in un colpo tutte le penne

La testa non può essere raggiunta dal becco viene dunque grattata con le unghie. Molti uccelli si grattano da dietro passando il piede sopra l'ala per arrivare alla testa



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio

Cura del piumaggio



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio Cura del piumaggio

## Bagno in acqua

Il bagno in acqua è il più frequente, sebbene non sia abitudine di tutte le specie, alcune specie raramente fanno il bagno in acqua, altre specie lo fanno quotidianamente

## Bagno di sole

la luce ultravioletta solare infatti agendo sulla provitamina S che si trova nel secreto dell'uropiglio, la trasforma in vitamina D3 che è essenziale per l'assorbimento del calcio

## Bagno di sabbia

utilizzato da diverse specie, soprattutto quelle amanti del caldo. Galliformi, passeri, coraciformi. Aiuta a rimuovere forfora e parassiti.

## Bagno di formiche

volando e sedendosi su un formicaio con le ali aperte e le piume arruffate, sfruttano l'acido formico prodotto per difesa dalle formiche come antiparassitario



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio, consumo e usura

La struttura delle penne è robusta, resistente, un'alta tecnologia ma non dura nel tempo, la cheratina si consuma e le penne si usurano e dunque vanno cambiate, in processo detto muta. In questo modo il piumaggio resta sempre molto efficiente.

Il cambio del piumaggio con la muta è utile anche per altri motivi ad esempio per maggior adattamento alle stagioni (pernice delle nevi) o per scopo corteggiativo



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

La muta ha anche svantaggi, è costosa energeticamente, può rendere il volo più difficile, riduce l'isolamento termico.

Per questo gli uccelli hanno evoluto strategie diverse di muta



In alcune specie come nel Merlo e qualche anatide la muta è molto rapida essi restano quasi senza penne e devono nascondersi

Altre specie le più grandi impiegano anche più anni per completare una muta

Molte specie hanno bisogno di volare per vivere per es i rapaci quindi mutano cambiando 2 penne per volta ad es Astore, Falco pellegrino etc, una volta l'anno



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

Come avviene

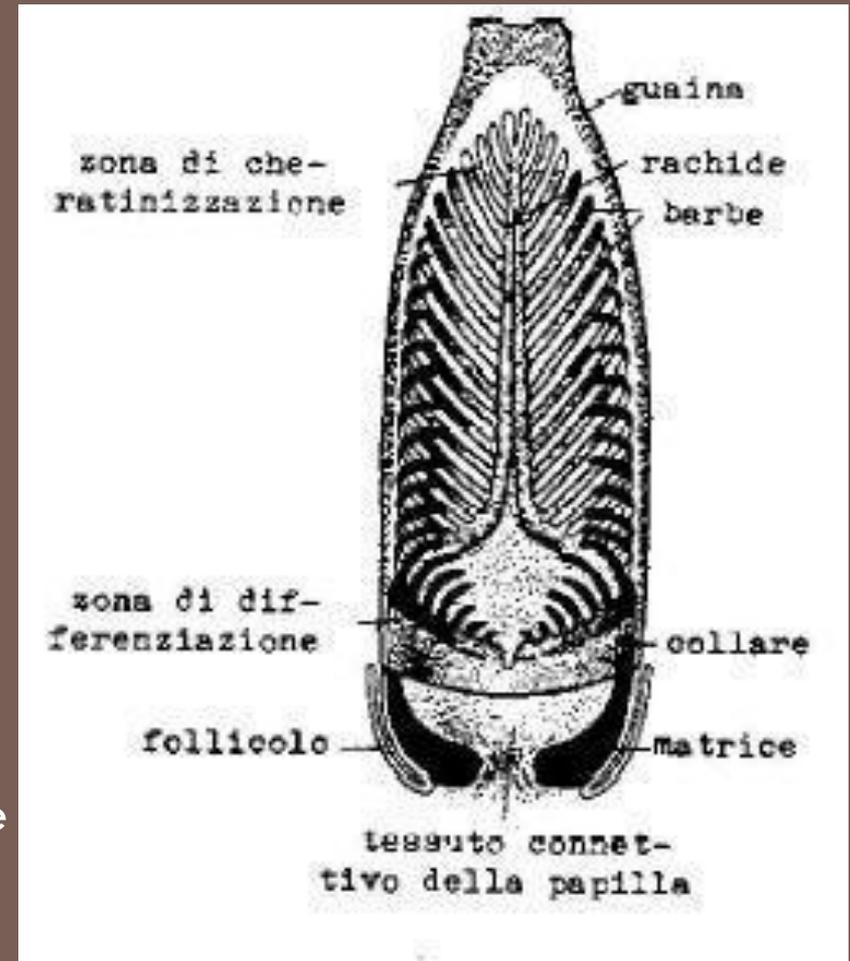
La vecchia penna cade perché spinta dalla nuova che sta crescendo sotto.

La muta avviene sotto controllo ormonale (tiroide, gonadi, ipofisi)

Le penne crescono da follicoli della cute.

Un germe inizia a produrre gli elementi della nuova penna e spinge la vecchia fino a farla uscire dal follicolo e cadere.

Dentro il follicolo si forma un anello di cellule e poi altri a formare un tubo (fodero), il tubo si inspessisce a formare il rachide. Ai due lati crescono le barbe e le barbule



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

## Patterns di muta

La muta segue un preciso ordine che può variare da una specie all'altra.

Questo vale soprattutto per le penne principali cioè remiganti e timoniere

Le remiganti primarie cadono dalle interne verso le esterne e le secondarie dalle esterne alle interne

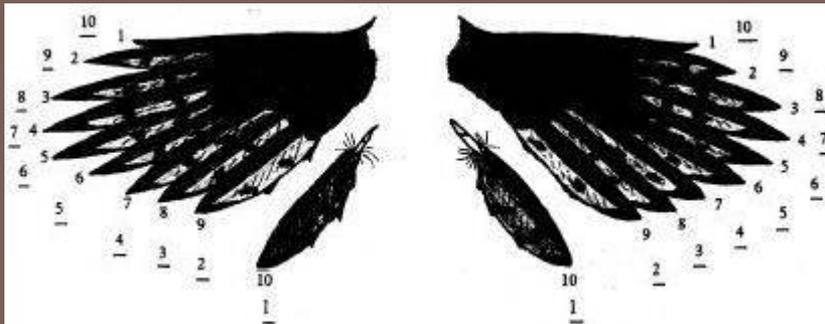
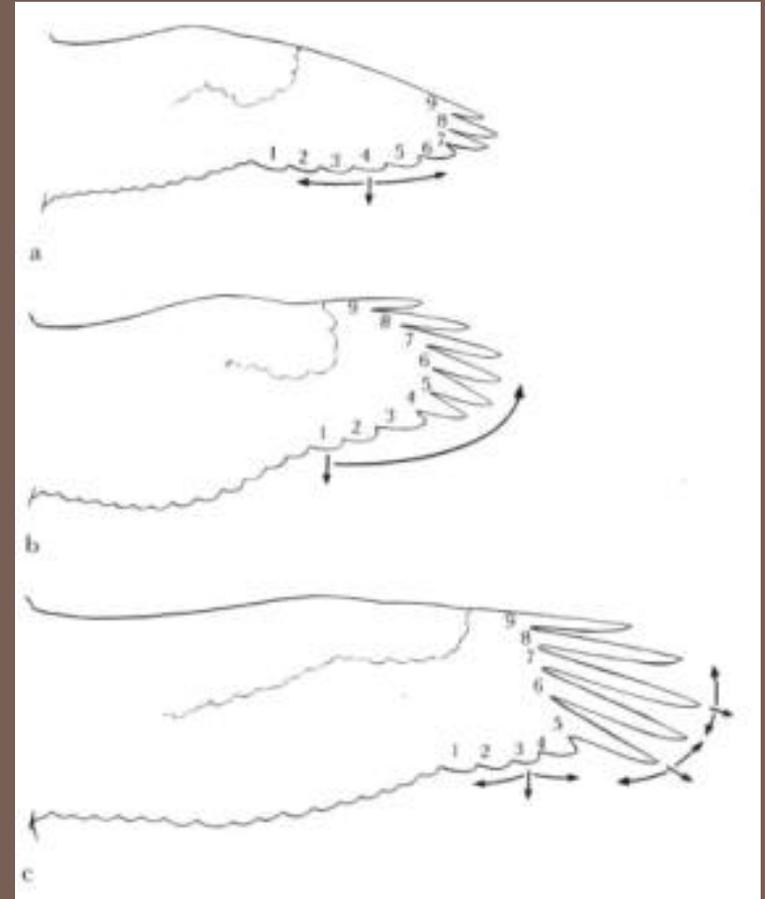
In altre specie, per es il Pigliamosche, le remiganti primarie cadono dall'esterno verso l'interno invece.



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

Tre diversi pattern di muta nei Falconiformi: a) Ascendente (Girfalco), la muta inizia dalla quarta primaria (p4) e procede sia verso l'interno dell'ala (verso le secondarie) che verso l'esterno (verso le punte delle ali). b) Disecedente (Astore), la muta inizia dalla P1 (la prima primaria) e procede verso l'esterno (verso la punta delle ali). c) Irregolare (Avvoltoi), la muta può iniziare casualmente da una primaria a caso e procede sia verso l'interno che verso l'esterno.



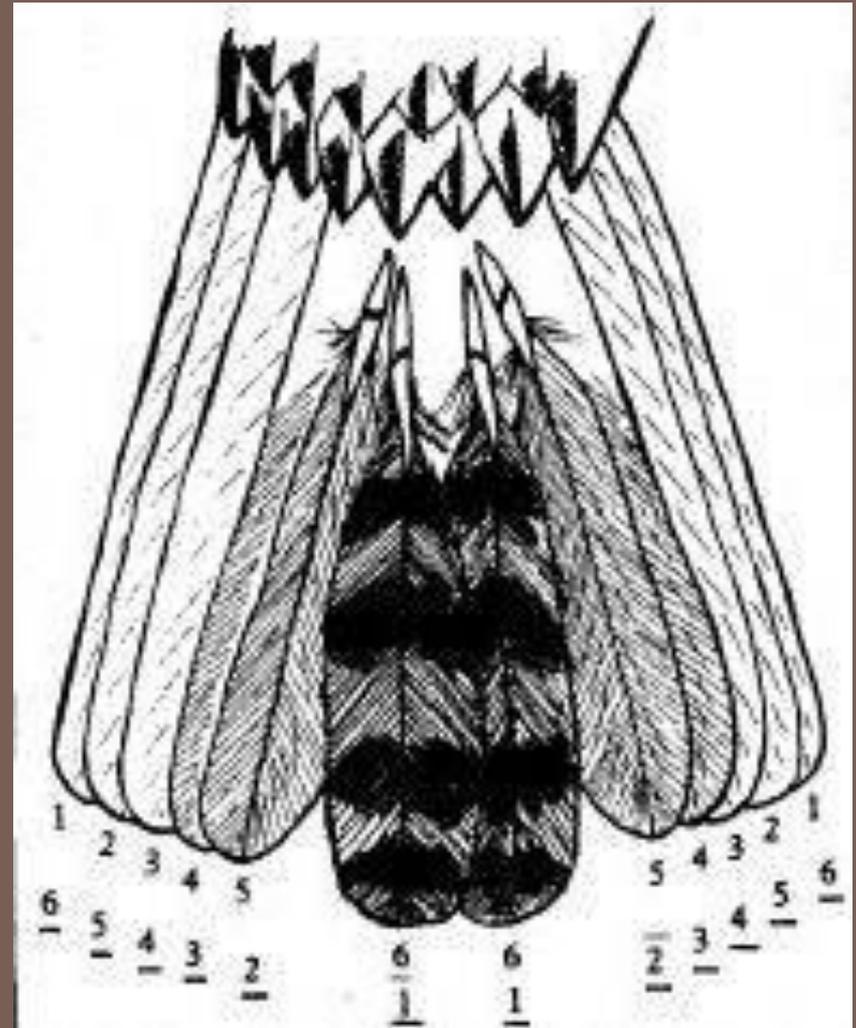
Ordine di muta in Buteo-Aquila e Accipiter (Ali) (i numeri esterni, sottolineati, corrispondono alla sequenza di muta)



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

Ordine di muta della coda  
(Buteo-Aquile-Accipiter) (i numeri  
esterni, sottolineati,  
corrispondono alla sequenza di  
muta)



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

Solitamente i giovani hanno un piumaggio diverso, più mimetico, degli adulti, che viene cambiato successivamente col piumaggio da adulto.

Nei rapaci e nelle specie più grandi ciò avviene l'anno successivo o nel giro di alcuni anni.

Nei Passeriformi si distinguono 4 strategie:

- 1) Muta post-giovanile completa nella prima estate/autunno e muta da adulti completa
- 2) Muta post-giovanile parziale già dopo l'involo o dopo la migrazione e muta da adulto completa
- 3) Muta post-giovanile parziale nell'area di riproduzione e muta pre-riproduttiva parziale in inverno/primavera, muta da adulti post riproduttiva completa nell'area di riproduzione e muta adulta pre-riproduttiva parziale in inv/primavera
- 4) Muta post-giovanile parziale o assente prima della migrazione autunnale e muta pre-riproduttiva completa in inverno, muta adulto post-riproduttiva parziale o assente



# ANATOMIA DEGLI UCCELLI

Tessuto cutaneo: il piumaggio la muta

La muta è più veloce nelle specie più piccole.

La maggior parte delle specie mutano una volta ogni anno e dura 3-4 mesi

Nelle specie superiori a 1,5 kg la muta richiede più tempo

In un Falco pellegrino una penna di volo richiede 10-15 giorni per crescere

Periodo: varia da specie a specie

Alcune mutano durante la riproduzione come il falco pellegrino femmina, che durante la cova non fa nulla, è il maschio che caccia e muterà dopo.

i migratori mutano nei quartieri di svernamento

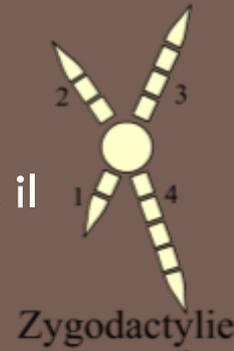


# COME SI MUOVONO

Arrampicarsi

Alcune specie sono specializzate

I picchi propriamente detti ma anche il muratore, il muraiolo, il rampichino ma anche rondoni



Si aiutano con la coda che è rigida ed è usata come papoggio

Hanno zampe corte e zigodattile per migliore appoggio



# COME SI MUOVONO

Nuotare

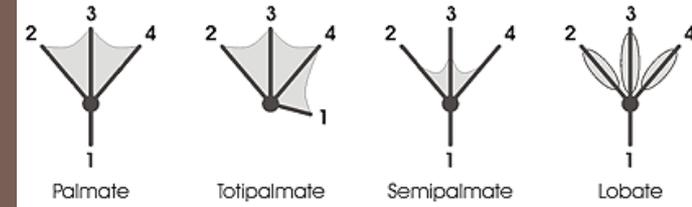
Diverse specie si sono adattate al nuoto  
Sia sulla superficie che sott'acqua

Per il nuoto in superficie sono sufficienti  
zampe modificate, palmate o semi-  
palmate (lobate) come nei rallidi

Per il nuoto sott'acqua le cose si complicano

Si possono usare le ali o le zampe

Ma le ali per il volo non sono adatte al  
nuoto e così in alcune specie come i  
pinguini si sono modificate enormemente a  
forma di pinna (convergenza evolutiva), ma  
non sono più adatte al volo



Due tipi di palmatura:

- Due membrane tra 3 dita (Cigni, Anatre, Gabbiani, Sterne, Oche)
- Tre membrane tra tutte le dita (Sule, Cormorani, pellicani)

Totipalmate



# COME SI MUOVONO

Nuotare

Gli Alcidi hanno scelto una soluzione intermedia. Es l'Uria

Hanno ali piccole adatte a nuotare ma anche a volare sebbene con un carico alare molto alto e dunque tanta energia richiesta

Il problema non si pone per le specie che usano le zampe come i Cormorani, le strolaghe, gli svassi, le berte

Queste specie però passano meno tempo sott'acqua.



# COME SI MUOVONO

Camminare/Correre

Tra gli uccelli diverse specie sono adattate alla vita terrestre e hanno adattamenti appositi

Alcune specie come i Paleognati hanno addirittura perso la capacità di volare e sono dei corridori (Struzzi, Emù, Casuari etc). Per migliorare la corsa alcune specie hanno solo le 3 dita anteriori



Tibia e tarso hanno la stessa lunghezza così da non spostare il centro di gravità e mantenere un migliore equilibrio. Spesso le zampe sono lunghe (Fenicotteri, Aironi etc) per stare meglio sull'acqua.



Gli uccelli volatori possono anche camminare, chi saltellando (merlo gazza) altri camminando con un piede davanti all'altro (storno, Corvo imperiale etc).



# COME SI MUOVONO

## Il volo

Fino a ora abbiamo visto che quasi tutte le caratteristiche degli uccelli si sono evolute in funzione del volo

- Alleggerimenti
- Ali
- Piume
- Sistema respiratorio
- Sistema circolatorio



# COME SI MUOVONO

## Il volo

Primo segmento (omero, braccio) è robusto per l'attacco dei potenti muscoli pettorali

Secondo (avambraccio) è formato da ulna e radio

Terzo: la mano.

Articolazione tra braccio e avambraccio: gomito

Il carpo (polso) forma l'angolo dell'ala

Sono presenti solo 3 dita nella mano

Solo il secondo dito (indice) è ben sviluppato

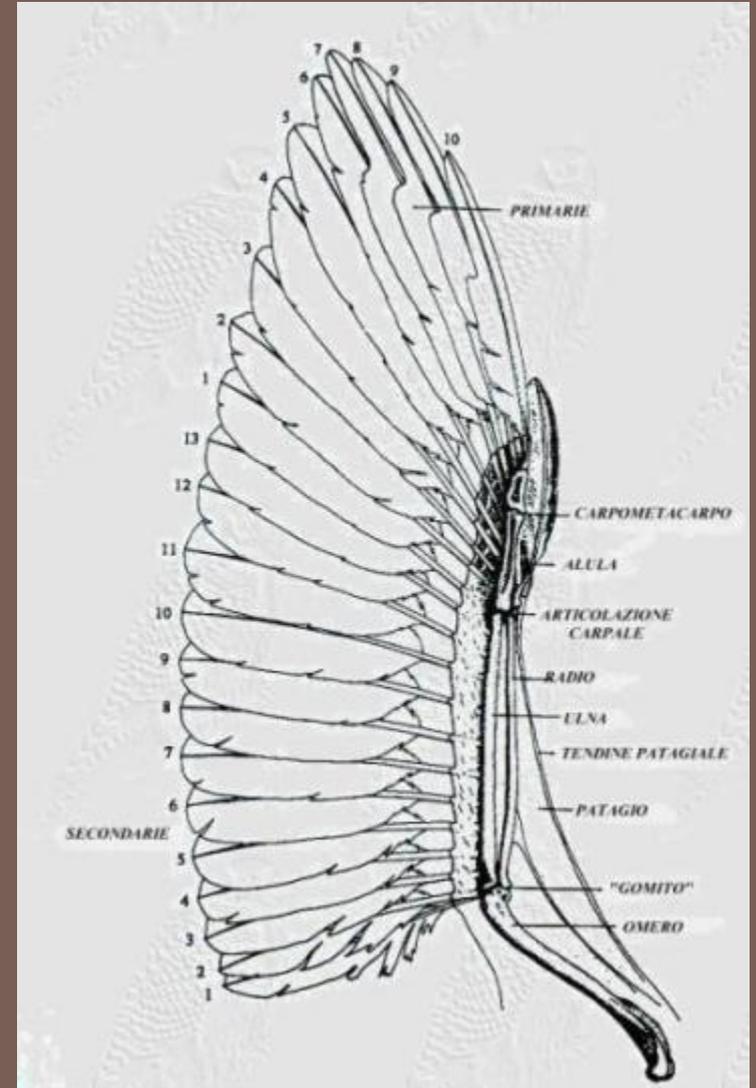
Il primo dito (pollice) è collegato all'alula

Alla mano sono attaccate le remiganti primarie

L'avambraccio porta le secondarie

Il braccio porta le remiganti terziarie o ascellari

Copritrici superiori e inferiori



# COME SI MUOVONO

## Il volo

Tra omero e radio c'è il patagio

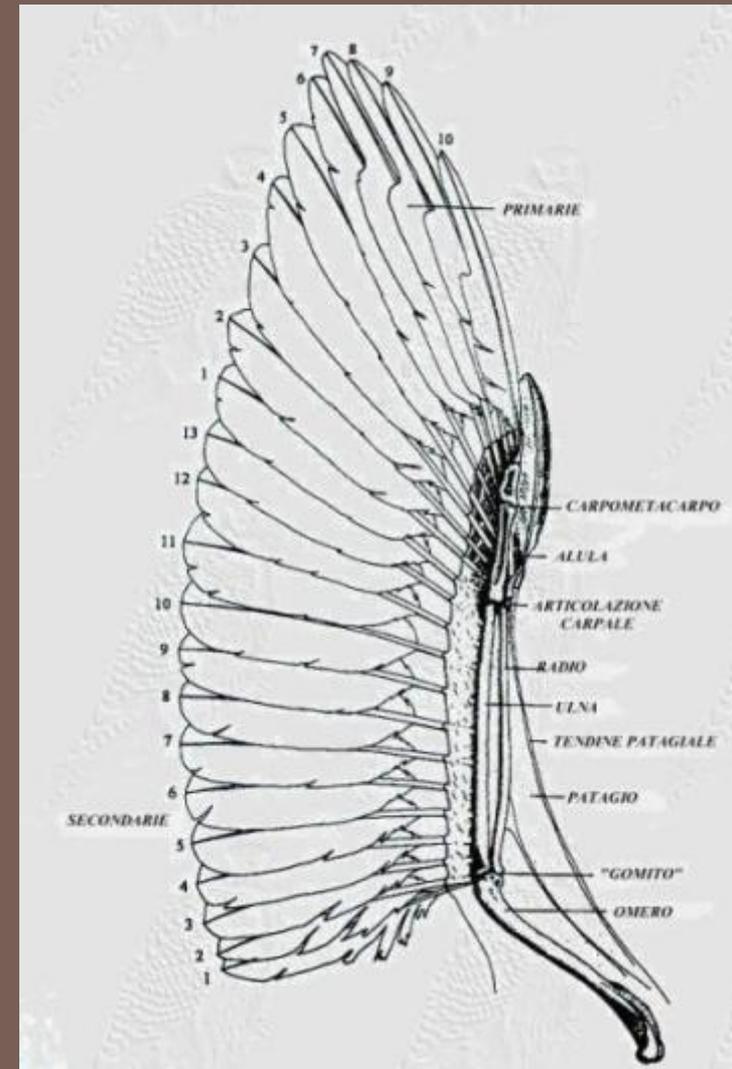
Una membrana che serve a rendere più pulito al flusso d'aria il margine dell'ala

L'alula è sul pollice e ha funzione come gli slot degli aerei cioè assottiglia il flusso d'aria riducendo le turbolenze e abbassando la velocità di stallo (per es in atterraggio o in frenata).

All'avambraccio (radio e ulna) sono attaccate le secondarie che hanno funzione ascensionale.

Sono 10 negli Accipiter, 13 nelle Poiane, fino a 25 in alcune Aquile

La mano è formata dalle dita in particolare il secondo (indice) e vi sono attaccate le primarie. Esse hanno funzioni complesse nel volo



# COME SI MUOVONO

## Il volo

Le ali sono agganciate al cinto pettorale

Struttura molto potente ai fini del volo

È formato da ossa scapolari, coracoide, clavicole fuse, omero.

Ci sono anche dei tendini che collegano i muscoli alle ossa così da consentire il volo

I muscoli pettorali fanno più fatica nel loro lavoro per abbassare le ali e sono più grossi

I muscoli sopracoroidei si trovano tra i pettorali e lo sterno e servono per alzare le ali, meno fatica quindi meno sviluppati

I muscoli pettorali costituiscono l'11,3-17,6 % di tutta la massa corporea

mentre il sopracoroideo solo l'1,5%



# COME SI MUOVONO

## Il volo

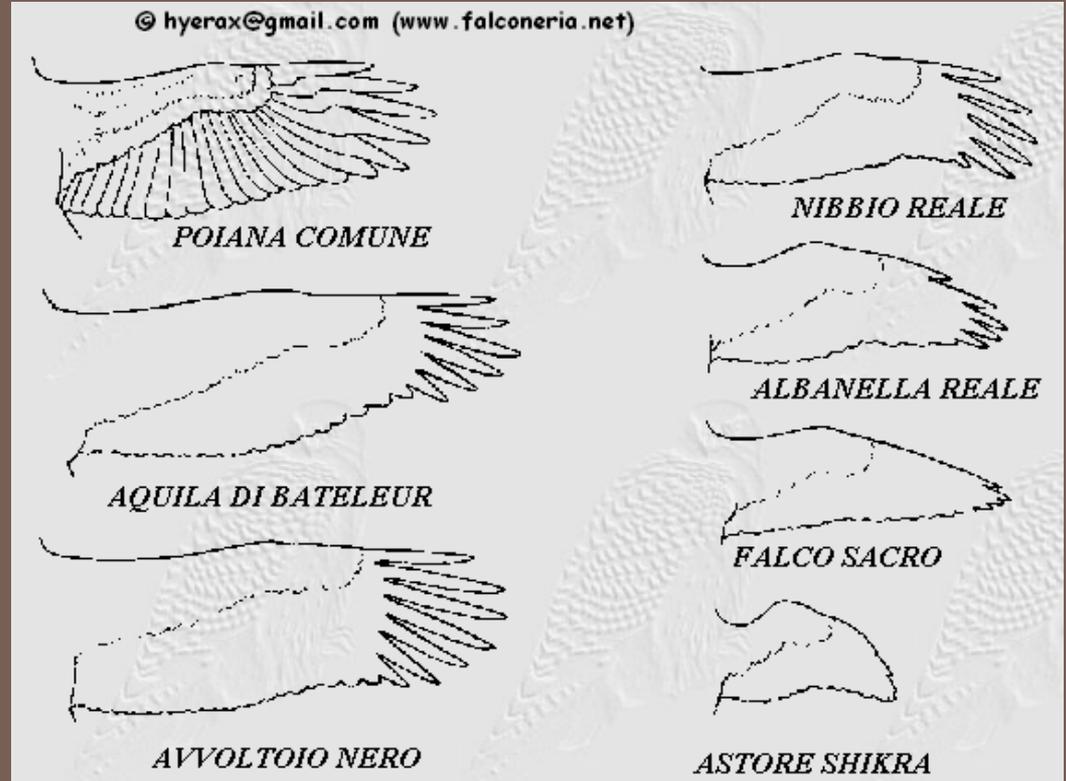
Diverse forme di ali nei rapaci diurni

A ogni forma corrispondono funzioni diverse nel volo

Rapporto di forma (Aspect ratio) è il rapporto tra la lunghezza dell'ala e la sua larghezza

Rapporto di forma alto: ali lunghe (es Falco pellegrino)

Rapporto di forma basso: ali ampie (es Avvoltoi, Aquile)



Carico alare: rapporto tra peso del rapace e superficie di volo  
Si misura in kg/mq. Negli aerei è fisso, negli uccelli può variare.  
Carico basso: ampia superficie rispetto al peso, veleggiatori  
Carico alto: velocità e agilità

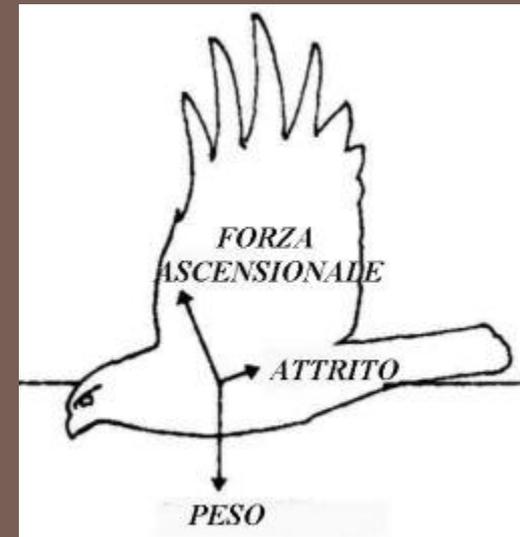


# COME SI MUOVONO

## Il volo

### Tipi di volo

- 1) **Volo battuto ("Flapping flight")**: E' il volo più classico degli uccelli, avviene attraverso il continuo battito delle ali verso l'alto ("upstroke") e verso il basso ("downstroke").
- 2) **Volo planato ("Gliding flight")**: In questo volo l'uccello tiene invece le ali completamente aperte senza batterle e plana ma perde continuamente quota, a meno che non ritorni a battere le ali.
- 3) **Volo veleggiato ("Soaring flight")**: Stile di volo identico al precedente ma in questo caso il rapace non perde quota perchè c'è una forza esterna come un particolare vento o una corrente termica che tiene in aria l'uccello.
- 4) **Volo stazionario ("Hovering flight")**: Il rapace in questo caso resta immobile nell'aria come un elicottero, battendo continuamente le ali. Tipico, per esempio, del Gheppio comune (e detto anche "spirito santo").



# COME SI MUOVONO

## Il volo

### L'angolo diedro nel volo veleggiato

Una Poiana comune non ha bisogno di essere veloce e agile, è un cercatore e ha bisogno invece di avere un volo stabile per non doversi preoccupare ogni volta di correggere il suo volo.

Questa stabilità è data dall'angolo diedro cioè l'angolo che formano le due ali sopra le spalle rispetto alla linea dell'orizzonte

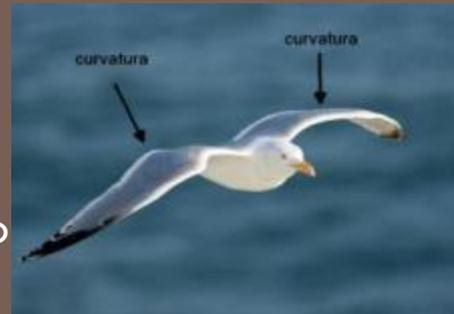
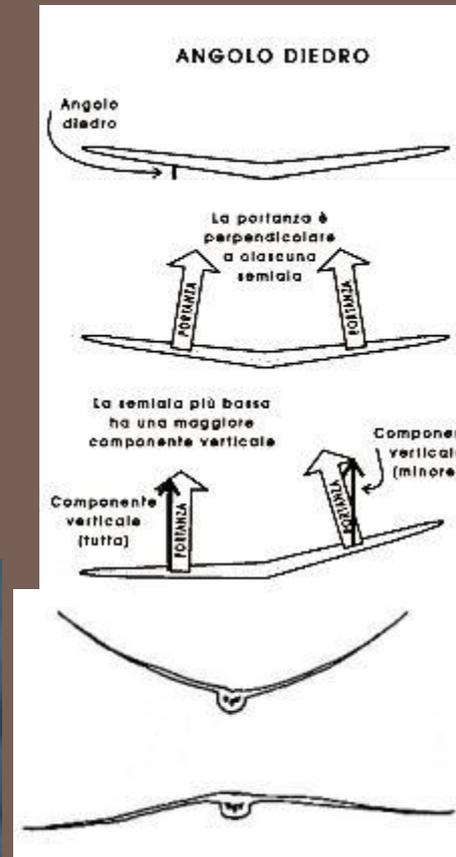
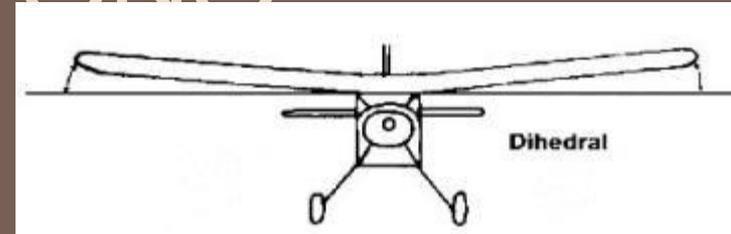
Tale angolo conferisce stabilità bilanciando le forze che agiscono sulle ali.

Angolo diedro negativo (es astore, pellegrino) aumenta l'agilità, permette di rollare (ruotare su se stessi) più facilmente.

Poiana: catamarano – Astore: canoa

Poiane e avvoltoi ad es sfruttano molto l'angolo diedro

Gabbiani e Falco pescatore hanno un altro tipo di sistema cioè hanno le ali incurvate "ad ala di gabbiano" ciò aiuta a stabilizzare il volo riducendo la probabilità di uno stallo in caso di turbolenza



# COME SI MUOVONO

## Il volo

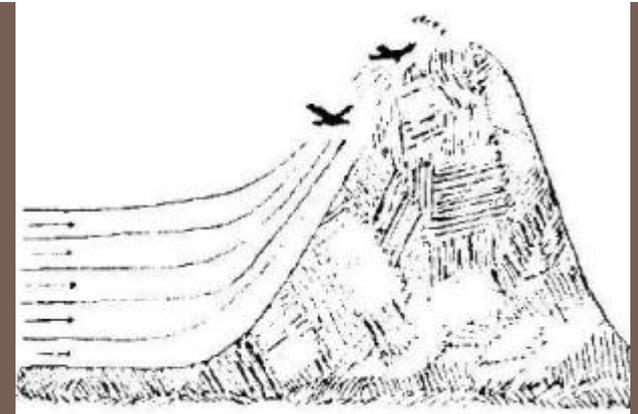
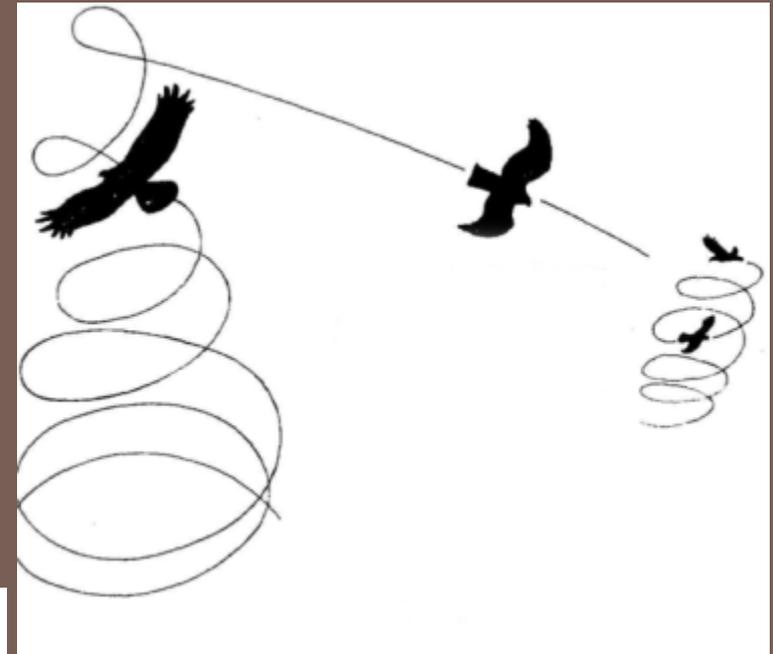
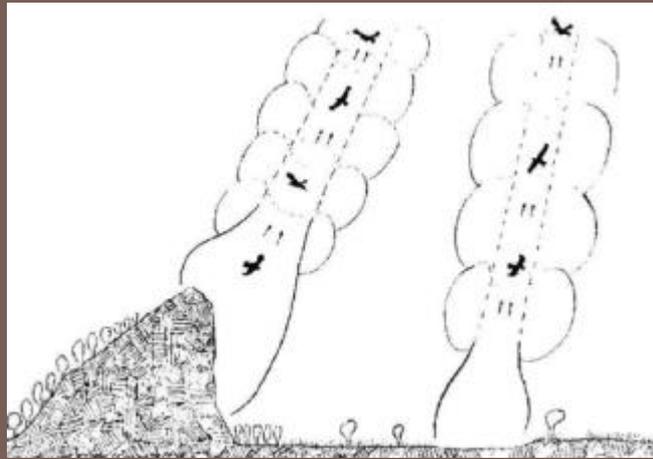
### Il volo planato (ad ala fissa)

Si divide in due tipi principali:

- Volo veleggiato (soaring): si acquisisce quota grazie alle correnti ascensionali
- Volo planato (gliding): si perde quota non ci sono correnti di supporto

Correnti ascensionali:

- Termiche
- Dinamiche (vento che sbatte contro una parete)



# COME SI MUOVONO

## Il volo

Le fessurazioni delle ali (dita) aiutano ad eliminare le turbolenze sulla punta dell'ala rendendo il soaring ancora più efficiente e infatti sono presenti nelle specie specializzate (Avvoltoi, Aquile) ma ultimi studi hanno mostrato che esse hanno anche un'altra importantissima funzione cioè quella di abbassare la velocità di stallo e contribuire al guadagno di altezza



Anche l'ala degli Accipiter è fessurata ma in questo caso (come nei Fagiani) serve ad aumentare l'accelerazione generando spinta sia nel downstroke che nell'upstroke in volo battuto



# COME SI MUOVONO

## Il volo

Differenze nell'età e nel sesso

In molte specie di rapaci i giovani hanno proporzioni diverse rispetto agli adulti

Per es.: Falco pellegrino

Differenze:

- Penne più lunghe dunque
- Ali più larghe e più lunghe
- Coda più lunga
- Peso inferiore
- Piumaggio più morbido

Tutto ciò serve ad attutire errori di volo dovuti all'inesperienza

- Carico alare più basso
- Meno sforzo muscolare per volare (muscoli ancora poco sviluppati)
- Velocità di stallo inferiore



# COME SI MUOVONO

Il volo: decollo e atterraggio

Decollo

Dipende dalla specie cioè dal peso e dalla morfologia alare, dunque anche dal carico alare.



Alcune specie decollano velocemente e agilmente, anche con accelerazioni notevoli ad es beccaccia o Accipiter, altre specie sono più lente, altre richiedono invece una sorta di “pista” (solitamente in acqua) per decollare (Cigni, Folaghe, Svassi, etc) . I Rondoni addirittura rischiano di non riuscire a decollare da terra.

Incidenti naturali:

Possono capitare, soprattutto ai giovani

Possono sbattere o annegare

Es: aquila di mare... l’annegamento è sempre un rischio, i giovani spesso non ce la fanno, gli adulti, più esperti, si fermano, restano a galleggiare, usano le ali come remi per tornare a terra.



# ALIMENTAZIONE

## Introduzione

L'energia necessaria per i vari aspetti della vita di un animale deriva dall'alimentazione.

La scienza che studia gli aspetti energetici della vita si chiama bio-energetica.

Gli uccelli si sono adattati in una grandissima biodiversità non solo di forme colori ma anche di adattamenti alimentari

Tali adattamenti sono facilmente comprensibili direttamente osservando la grande varietà di forme nei becchi.

Spettro alimentare: stenofagi (specialisti), eurifagi (generalisti)



# ALIMENTAZIONE

## Anatomia e fisiologia alimentare

Mancando i denti, negli Uccelli la funzione di spezzettare il cibo è affidata ad un particolare organo, lo stomaco muscolare.

Partendo dall'inizio del tratto gastro-intestinale

Una volta ingoiato il cibo dalla cavità orale esso passa ad un gozzo o ingluvie presente solo in alcuni ordini come i Columbiformi o i Falconiformi.

Nella altre specie il cibo appena inghiottito passa direttamente attraverso l'esofago allo stomaco muscolare

Il gozzo serve come magazzino per trasportare più cibo quando è abbondante. Nei piccioni produce il "latte" per allevare i piccoli



# ALIMENTAZIONE

Anatomia e fisiologia alimentare

Contrazioni peristaltiche provocano lo spostamento del cibo nell'esofago

Nello stomaco muscolare il cibo attraverso movimenti di potenti muscoli viene spezzettato. È molto sviluppato in uccelli granivori

Alcuni uccelli per facilitare il lavoro dello stomaco muscolare ingoiano sassolini detti "gastroliti"

Il cibo poi passa allo stomaco ghiandolare dove avviene una prima digestione chimica dei pezzetti di cibo grazie a due secreti: le mucine e il pepsinogeno e grazie al pH molto acido; viene prodotta la pepsina che è un enzima capace di sciogliere le sostanze proteiche rendendole digeribili.



# ALIMENTAZIONE

## Anatomia e fisiologia alimentare

Successivamente il cibo dallo stomaco passa al duodeno che ha la forma ad U e nel mezzo è localizzato il pancreas che produce altri enzimi digestivi per proteine, carboidrati e grassi.

La digestione si completa nell'intestino tenue.

Al quale sono collegati due intestini ciechi (i mammiferi ne hanno uno solo). Servono a scomporre la cellulosa principalmente. I ciechi sono più o meno sviluppati nelle varie specie, nei Galliformi sono più sviluppati, nei rapaci diurni meno sviluppati.

Negli intestini ciechi viene completata la digestione assorbendo ogni singola molecola nutriente.

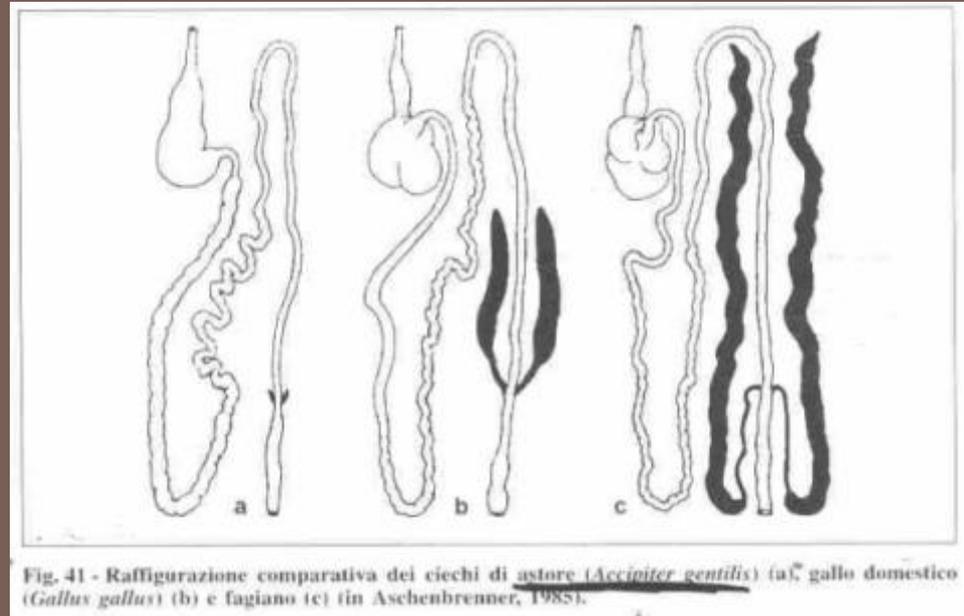


Fig. 41 - Rappresentazione comparativa dei ciechi di astore (*Accipiter gentilis*) (a), gallo domestico (*Gallus gallus*) (b) e fagiano (c) (in Aschenbrenner, 1985).



# ALIMENTAZIONE

Anatomia e fisiologia alimentare

Tutte le particelle indigeribili vengono poi espulse dai ciechi e attraverso il retto fuoriescono dalla cloaca.

Questo avviene una volta al giorno e il materiale indigeribile si presenta coloso e di un colore verde-oliva più o meno scuro che va a costituire la parte scura delle fatte degli uccelli

Mentre la parte bianca è costituita dall'acido urico con una piccola porzione di acqua



# ALIMENTAZIONE

## Tipologie di alimentazione

### Carnivora:

- Carnivori veri (predatori e necrofagi)
- Piscivori
- Insettivori

### Vegetariana

- Granivori
- Erbivori
- Frugivori
- Nettarivori

### Onnivori



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: carnivori veri, predatori

Sono principalmente due i gruppi di uccelli specializzati nella predazione di vertebrati terrestri, principalmente Mammiferi e Uccelli, si tratta dei rapaci diurni e notturni. Vi sono specie più specializzate e altre più generaliste, specie stenofaghe (come il biancone, il Falco pescatore, il Falco pellegrino o lo Sparviere) o eurifaghe che hanno spettro alimentare molto più ampio. Convergenza evolutiva

Necrofagi

Avvoltoi, si nutrono di animali morti non sono cacciatori attivi



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: insettivori

Moltissime specie di uccelli sono insettivori  
In realtà l'alimentazione include tutti gli  
invertebrati (molluschi, anellidi, crostacei etc)

Gli invertebrati costituiscono una percentuale  
immensa nella biomassa terrestre

Possono essere catturati in tantissimi modi.

In genere i becchi da insettivori sono  
mediamente lunghi e sottili. Rondoni e  
Caprimulgiformi: becchi con apertura enorme

Vi sono anche becchi curvi e becchi particolari come quello dei Fenicotteri che è  
specifico per filtrare gli invertebrati nel fango



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: piscivori

I pesci costituiscono la base alimentare per un certo numero di specie di uccelli, che se ne alimentano usando tecniche diverse e di conseguenza hanno anche adattamenti anatomici al becco e alle zampe diversi.

Tra le specie piscivore vi sono moltissimi uccelli marini e acquatici: Laridi, Sternidi, Pinguini, urie, gazze marine, pulcinella di mare, sole, ma anche Aironi, alcune specie di Anatre, il Martin pescatore, il Falco pescatore.



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: vegetariani

I vegetali sono molto presenti nella dieta di numerosissime specie di Uccelli; alcune di esse sono esclusivamente vegetariane altre integrano la dieta con insetti soprattutto come cibo per alimentare la prole, per es ciò avviene nei Fringillidi, nei Passeri e negli Zigoli.



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: vegetariani, granivori

Soprattutto Passeriformi

In realtà si nutrono anche di frutta, germogli e anche insetti nel periodo di allevamento dei piccoli

Solitamente becco corto, tozzo, dritto. I Columbiformi però hanno un becco diverso perché non devono rompere i semi col becco, cosa che avverrà nello stomaco muscolare che ha una muscolatura particolarmente sviluppata

Becchi adattati ai tipi di semi

Becchi particolari: crociere

Funzione zoocora dei granivori: disseminare semi che non vengono completamente digeriti con gli escrementi.



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: vegetariani, erbivori

Sono specie che si nutrono di vegetali come erbe, alghe, germogli e foglie. Molte oche del genere *Branta* pascolano nelle zone costiere lasciate libere dalla marea nutrendosi di alghe (per es *Enteromorpha*, *Ulva*, *Zostera*) grazie ai loro becchi dotati di mascelle con bordo tagliente utile per strappare questi vegetali dal suolo.



Un tipico mangiatore di foglie è l'Hoazin del Sud America. Ma anche alcuni Tetraonidi come il Fagiano di monte e il Gallo cedrone si nutrono di foglie in particolare degli aghi di conifere in inverno (ma anche di germogli di ginepro e di erica) e per questo hanno i ciechi intestinali molto sviluppati e ricchi di fauna batterica per digerire la cellulosa.



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: vegetariani, frugivori

Molti uccelli si nutrono prevalentemente o esclusivamente di frutta, sono per questo detti frugivori, la maggioranza di specie frugivore sono tropicali ad es molti pappagalli, tucani, turachi, alcuni piccioni, alcuni passeriformi come le tanagre e i cotingidi.

Anche molte specie europee si nutrono di frutta ma non in modo esclusivo: vari turdidi, il Rigogolo, gli Storni, la Capinera etc.

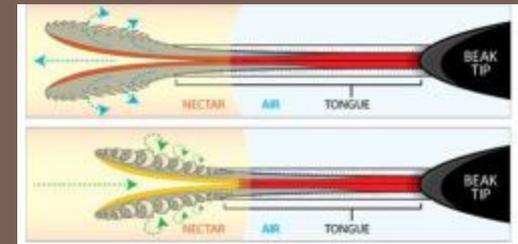


# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: vegetariani, nettariatori

Un gruppo di Uccelli in particolare si è specializzato nell'alimentarsi di nettare, esattamente come gli insetti, si tratta dei Colibrì, specie diffuse nelle zone tropicali; oltre ai Colibrì (famiglia trochilidi) sono nettariatori anche i Cerebidi delle Americhe, e i melifagidi, i nettarinidi, i drepanididi e i tricoglossi (Psittaciformi) nel Vecchio Mondo.

Per fare questo non solo hanno sviluppato un particolare adattamento nel loro becco che ha forma sottile e allungata arcuati e con una lingua sottile e lunga estroflettibile che si divide all'estremità in due o quattro parti ma hanno modificato anche il loro modo di volare, con ali relativamente piccole e frequenza di battito elevatissima che consentono loro un volo stazionario.



# ALIMENTAZIONE

Tipologie di alimentazione: onnivori

Numerose specie tra gli uccelli sono in grado di alimentarsi di una grande varietà di cibi, hanno quindi una dieta mista vegetariana e carnivora.

Ne sono un tipico esempio i Corvidi ma diverse altre specie hanno un'alimentazione simile come i Turdidi, alcune Cince, la Capinera, il Rigogolo etc.

Becchi generalisti solitamente lunghi e grossi ma non in tutte le specie sono così



# ALIMENTAZIONE

Le borre

Sono rigurgiti dei resti indigeribili delle prede (ossa, peli, penne, squame etc)

Rigurgitate dalla bocca

Soprattutto rapaci notturni e diurni ma anche altre specie

Diurni: pH acido, i resti sono indistinguibili

asfafasf



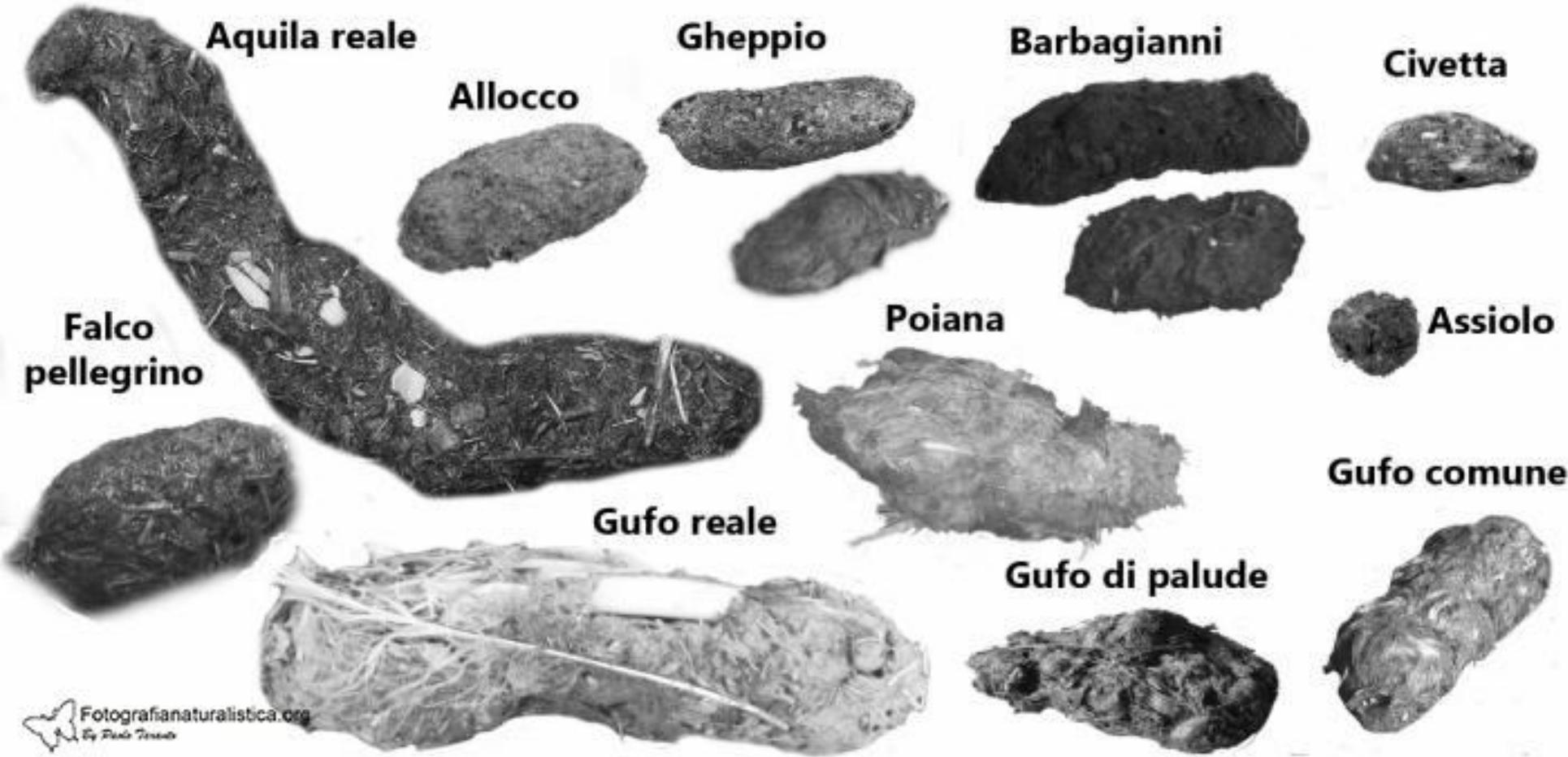
# ALIMENTAZIONE

Le borre



# ALIMENTAZIONE

Le borre



# ALIMENTAZIONE

Le borre

Borre di non rapaci



# ALIMENTAZIONE

Tecniche alimentari

Tecniche di ricerca e tecniche di cattura, non solo per i rapaci

Averle: infilzano le prede

Uso di oggetti: una specie di Fringuello di Darwin  
(*Camarhynchus pallidus*), estrae insetti dalle cortecce



ma anche Capovaccaio che rompe le uova  
di struzzo con i sassi

Lancio di cibo: Gipeto, Aquila reale,  
Cornacchia grigia



# ALIMENTAZIONE

## Cleptoparassitismo

Può essere interspecifico: tra specie diverse  
Per es: gheppio vs gufo di palude, albanella reale vs gufo di palude, gabbiani vs rapaci, Nibbi vs biancone o altri rapaci. Gabbiani vs altre specie piscivore. Ma anche Cinciallegra vs Cinciarella e Cinciarella vs Cincia mora che è ancora più piccola.

○ intraspecifico: tra individui della stessa specie

Avviene quando ci si alimenta in gruppo.  
Quando un individuo trova del cibo un altro vicino può arrivare a rubarglielo.



# ALIMENTAZIONE

## Bioenergetica

L'energia viene assunta dal cibo ed è necessaria per diversi scopi:

- 1) Mantenere costante la temperatura corporea
- 2) Mantenimento generale del corpo cioè rifornire i tessuti di nutrienti, sostituire i tessuti consumati (a volte ciò richiede molta energia per es nella muta)
- 3) Digestione cioè trasformazione del cibo
- 4) Locomozione, soprattutto il volo è molto esigente in termini energetici
- 5) Crescita, solo nelle fasi iniziali di vita ovviamente. Ma anche negli adulti in certi periodi si verifica l'accrescimento di tessuti come gli organi sessuali e le uova.

Termoregolazione: questione di massa! Metabolismo più o meno veloce.

Varie strategie: migrazione, piumaggio soffice e denso, controllo del volume del piumaggio, dormire in gruppi, buchi nella neve,



# ALIMENTAZIONE

## Apprendimento

Nella vita di un uccello il momento più difficile è sicuramente quello dell'indipendenza, una volta lasciato il nido. In questa fase la difficoltà maggiore è quella di imparare ad alimentarsi da solo autonomamente e questo per alcune specie può essere molto complesso ad esempio in alcuni rapaci diurni.



Le tecniche di foraggiamento e di caccia sono istintive, alcune sono estremamente semplici altre molto più complesse e devono quindi essere perfezionate con l'esperienza; vi è dunque un momento più o meno lungo nella vita del giovane uccello in cui esso è ancora dipendente dai genitori ma ha la possibilità di fare esperienza ed imparare da solo a procacciarsi il cibo.



In alcune specie i giovani ricevono un'assistenza da parte dei genitori e diventano pian piano indipendenti, in altre nessuna cura per es Rondoni e Pulcinella di mare



# MIGRAZIONI

-Diversi modi per superare la stagione fredda: ad es letargo; gli uccelli sfruttano la loro grande mobilità e cambiano direttamente posto

-La migrazione può essere definita come lo spostamento regolare e su larga scala di una popolazione tra una limitata area riproduttiva e una limitata area di svernamento. Questo, almeno, in linea generale

-Gli antichi si erano già accorti che gli uccelli di alcune specie comparivano e scomparivano in determinati periodi. Miti e leggende: rondini congelate ...



# MIGRAZIONI

**Sedentaria:** vive e completa il ciclo riproduttivo nella stessa area

**Dispersiva:** compie movimenti di varia portata ad es i giovani in dispersione

**Migratrice:** si riproduce in un'area ma migra verso quartieri di svernamento generalmente a sud

**Svernante:** specie che vivono e si riproducono a nord e passano l'inverno nel nostro territorio

**Estivante:** specie migratrice che si trattiene in un area durante il periodo estivo senza nidificare, per es individui immaturi ad es gufo di palude

**Accidentale:** specie che capita in un 'area sporadicamente con singoli individui

**Di passo:** sarebbe sconsigliato ma si usa per specie che passano sul nostro territorio, vi si fermano per qualche giorno per riposarsi e rifocillarsi per poi ripartire. Es. Piviere tortolina



# MIGRAZIONI

## Terminologia

Migrazioni a lunga distanza: sono i veri migratori

Migratori parziali: specie per le quali solo una parte della popolazione migra

Migrazioni verticali: spostamenti altitudinali

In alcune specie solo le popolazioni nordiche migrano mentre quelle che vivono in zone temperate no per es Falco pellegrino e Aquila reale nella regione Oloartica



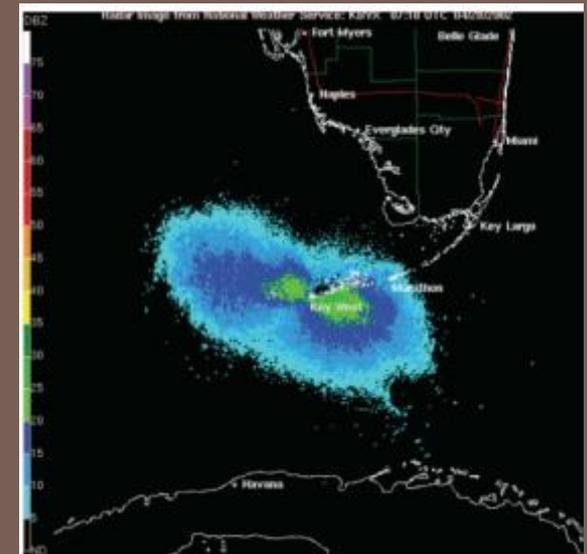
# MIGRAZIONI

## Come si studiano le migrazioni

Fino a qualche decina di anni fa non vi erano le tecnologie moderne e l'unico modo per studiare le migrazioni e la biologia dei migratori era l'inanellamento.



- Radio e Satellite Tracking + dataloggers
- Radar
- Bioacustica
- Chimica (isotopi)
- Osservazioni lunari (Moon watching)



# MIGRAZIONI

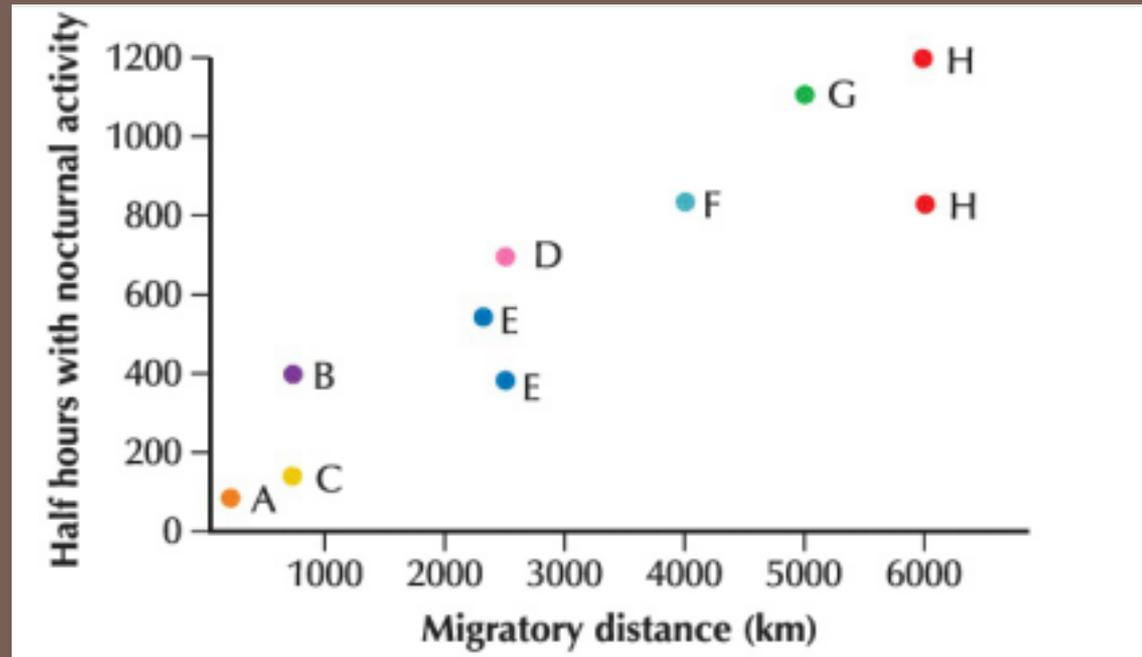
Quando migrare?

-I preparativi alla migrazione e la migrazione stessa sono collegati ai ritmi endogeni circannuali (fotoperiodo)

-Irrequietezza o frenesia migratoria (Zugunruhe): l'uccello in cattività inizia a saltare nella gabbia solitamente verso la direzione di migrazione.

Non avviene nelle specie stanziali

La durata della frenesia migratoria è direttamente collegata alla distanza percorsa e dunque alla durata stessa della migrazione. Se una specie impiega 60 giorni per migrare la sua frenesia dura 60 giorni in cattività.



# MIGRAZIONI

## Controllo endogeno

-La capinera ha diverse popolazioni in Europa ciascuna con diverse abitudini migratorie, alcune popolazioni migrano più lontano altre più vicino dunque anche la loro frenesia dura proporzionalmente

-Ibridi tra due diverse popolazioni mostrano una frenesia intermedia

## Meteo e temperature

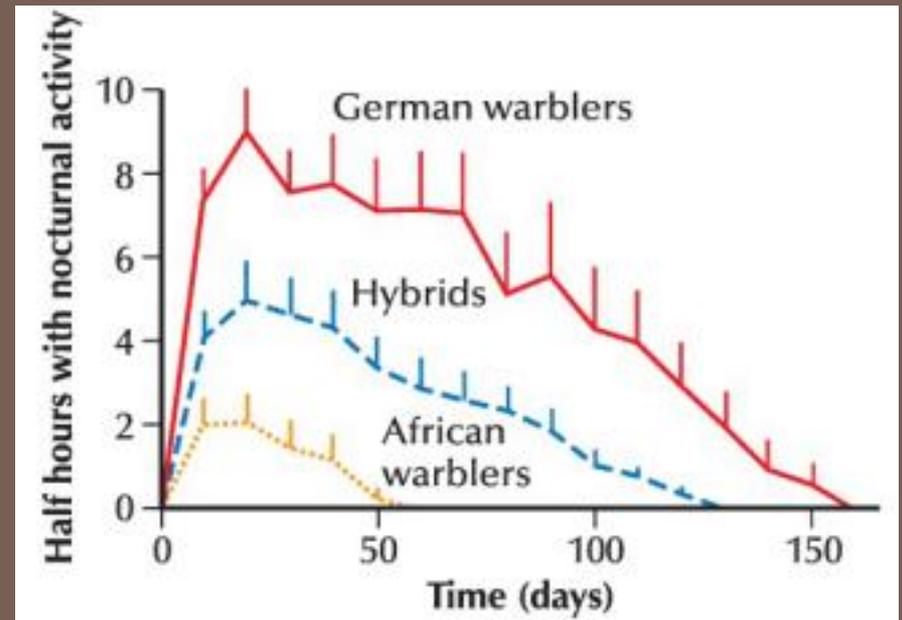
Influenzano molto le migrazioni

Ritardandole o anticipandole

Alcune specie si muovono solo quando le temperature raggiungono certi valori ad es

Oca canadese si muove a nord quando la temperatura media giornaliera è di 2°C.

Molto importanti sono anche i venti, che devono essere favorevoli per migrare



# MIGRAZIONI

## Rotte e pattern di migrazione

Le rotte migratorie e i pattern di migrazione sono molto vari, tanto quanto la varie sono le specie migratrici.

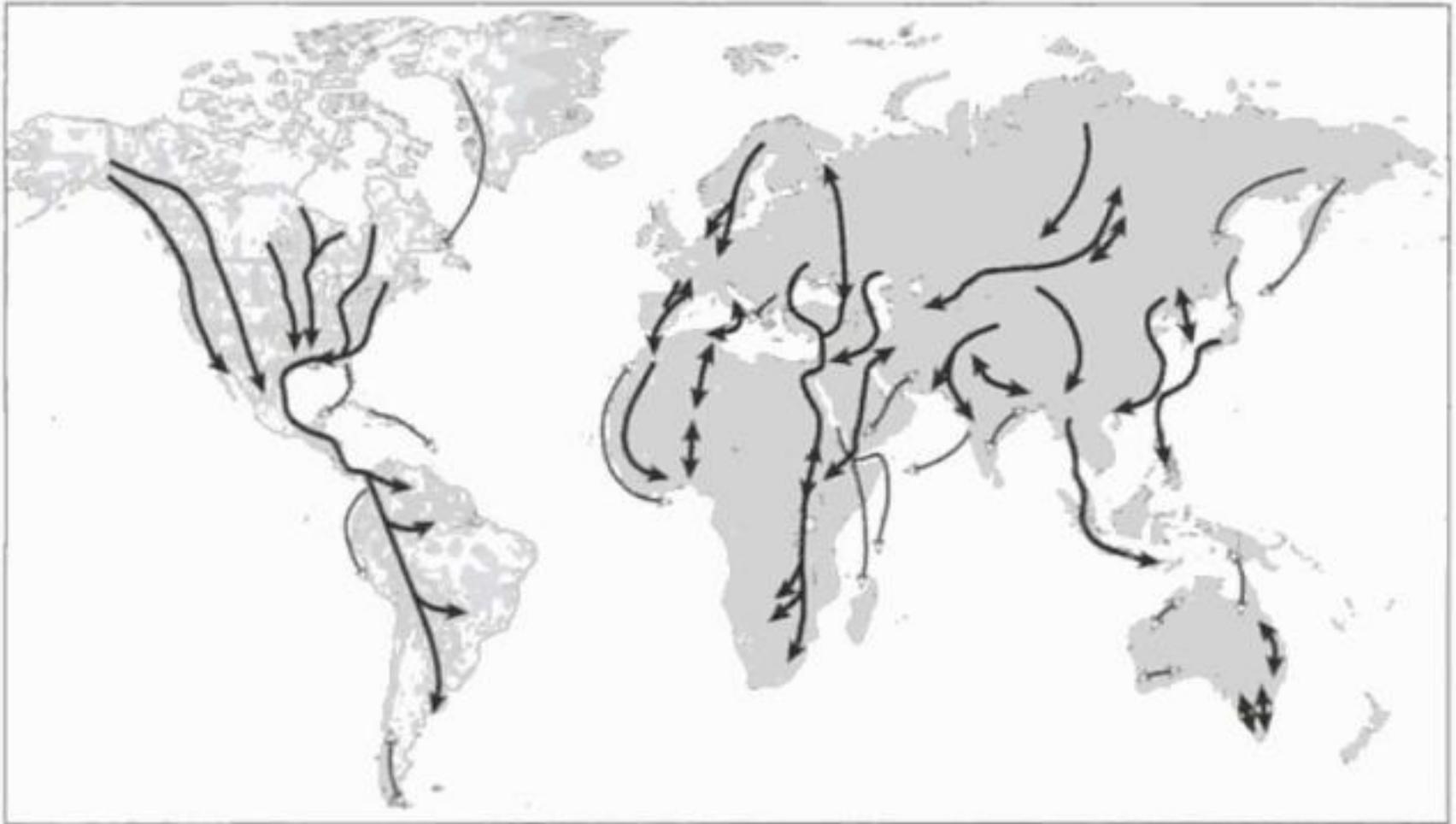
Le rotte migratorie tracciano le storie delle popolazioni di uccelli, la loro capacità di superare grandi barriere, le strategie per risparmiare energia, la posizione delle barriere topografiche e i relativi quartieri di svernamento ed estivazione.

In alcune specie, soprattutto nei migratori notturni, è probabile che non ci siano rotte lineari uniche lungo le quali si concentrano tutti gli individui della stessa specie.

In alcune situazioni si possono concentrare molti migratori nella stessa zona, questo accade per esempio quando devono attraversare brevi tratti di mare come avviene nei rapaci che si concentrano negli stretti come quello di Messina o Gibilterra, ma probabilmente dopo l'attraversamento essi si disperdono di nuovo.



# MIGRAZIONI



**Fig. 13. Primary routes followed by migrating raptors. Most important flyways are shown by broad lines, narrower lines indicating secondary routes. Many other pathways not shown on the map are used regularly by variable numbers of raptors.**



# MIGRAZIONI

Rotte e pattern di migrazione

Sono varie e diverse anche in specie simili. Per esempio mentre l'Usignolo e il Beccafico provenienti dall'Europa occidentale per raggiungere l'Africa si dirigono a sud-ovest attraverso la Penisola Iberica, invece la Bigiarella e la Cannaiola verdognola tendono a muoversi verso sud-est volando sopra il Mediterraneo orientale per poi piegare a sud verso l'Africa orientale. Entrambe queste rotte offrono agli uccelli la possibilità di fermarsi per riposarsi e alimentarsi e di coprire distanze minori sul mare.

Anche i migratori eurasiatici fanno sforzi enormi per i loro viaggi; ogni autunno molte specie volano per 1100 km direttamente attraversando il Mediterraneo e subito dopo affrontano altri 1600 km attraversando tutto il deserto del Sahara. Essi inoltre oltre allo sforzo migratorio sono soggetti alla predazione per esempio ad opera del Falco della Regina che è appunto specializzato nella caccia ai migratori sulle coste del Mediterraneo.



# MIGRAZIONI

Rotte primaverili e autunnali

Alcune specie hanno rotte diverse tra la migrazione primaverile e quella autunnale.

Un esempio è il topino che a primavera va direttamente a nord attraversando il centro del Sahara ma in autunno segue una rotta verso sud-ovest raggiungendo l'Europa occidentale e poi aggira il Sahara passando dal confine occidentale, una rotta simile al Beccafico.



# MIGRAZIONI

## Rotte e correnti termiche

Le correnti termiche si formano solo sulla terra ferma e soprattutto in terreni rocciosi, ad esempio nelle catene montuose; per questo motivo i rapaci migratori che usano le correnti termiche si concentrano seguendo le catene; questi rapaci inoltre tendono a migrare in gruppo (gregarismo), ciò è molto utile per localizzare più facilmente le correnti termiche, un gruppo di grandi rapaci in termica infatti è avvistabile da distanze molto lunghe.



Proprio per evitare lunghi tratti di mare, un grosso rapace migratore come il Biancone (chiamato anche Aquila dei serpenti), esegue una migrazione detta 'a circuito' cioè evita di attraversare il mediterraneo per giungere sulle coste africane, che sarebbe la strada più breve, ma utilizza un percorso molto più lungo tutto sulla terra ferma dove gli è possibile sfruttare le correnti termiche, seguendo la costa tirrenica e arrivando in Africa passando dallo stretto di Gibilterra, un tratto di mare enormemente più breve rispetto all'attraversamento diretto del Mediterraneo nel Canale di Sicilia.



# MIGRAZIONI

## Aspetti evolutivi

- La migrazione è controllata geneticamente e dunque può evolversi. Lo stesso vale per i suoi parametri come l'irrequietezza, l'iperfagia, i sistemi di navigazione.
- La migrazione si è evoluta e si è persa ripetutamente in alcune specie e lineages di Uccelli.
- All'interno della stessa specie ad es. vi possono esser popolazioni che migrano e altre che non migrano oppure popolazioni che migrano più lontano e altre più vicino ad es nel Pettiroso
- Gli inverni miti favoriscono i residenti mentre gli inverni rigidi favoriscono i migratori.
- Ovviamente solo nelle popolazioni migratrici si manifesta l'irrequietezza e l'iperfagia.
- In poche generazioni le popolazioni sedentarie possono sostituirsi alle pop. migratrici.



# MIGRAZIONI

La selezione naturale può cambiare le proporzioni di percentuali tra migratori e sedentari all'interno di una stessa specie o popolazione.

Secondo una teoria i migratori si sono evoluti in maniera inversa a quanto si pensa: non è vero che le rondini in inverno migrano a sud perché c'è più abbondanza di cibo sebbene è l'opposto; le rondini vivevano in Africa e hanno imparato a migrare verso nord dopo l'ultima glaciazione, 15.000 anni fa; il ghiaccio nelle terre settentrionali (Europa per es) sciogliendosi ha creato ambienti molto favorevoli e ricchi di prede ma privi di concorrenza, un processo durato migliaia di anni durante i quali, piano piano molti uccelli seguirono gli habitat migliori spostandosi sempre più verso nord



# MIGRAZIONI

Le rondini dunque iniziarono a spostarsi verso nord nella bella stagione, quando potevano trovare abbondanza di prede e una situazione ottimale per la riproduzione sia in termini di clima e temperatura sia in termini di maggior durata delle ore di luce, dunque più tempo per allevare prole più numerosa. Poi con l'arrivo dell'inverno per le rondini era più conveniente lo sforzo e il rischio di migrare per tornare a sud.

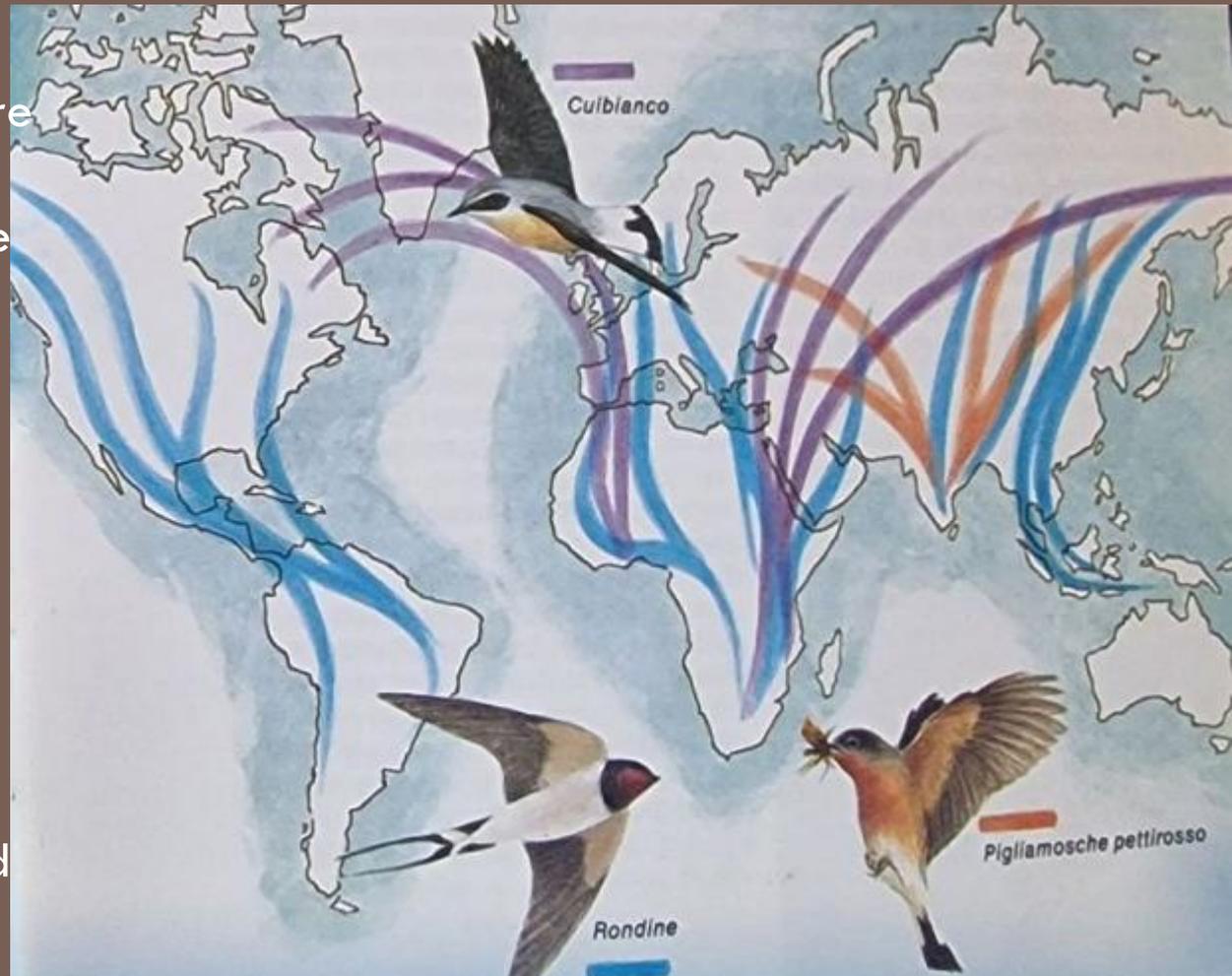
Che le migrazioni abbiano avuto un'evoluzione si può intuire anche dalle rotte migratorie di alcune specie di uccelli. Ci sono delle rotte migratorie la cui migliore spiegazione è una graduale estensione di una rotta ancestrale originaria più semplice poi evolutasi in una rotta più lunga.



# MIGRAZIONI

Culbianco: si è diffuso fino all'Alaska ma continua a tornare in Africa percorrendo ben 16.000 km invece che scendere semplicemente più a sud nelle zone temperate del Nord America. Il culbianco ha mantenuto la rotta ancestrale

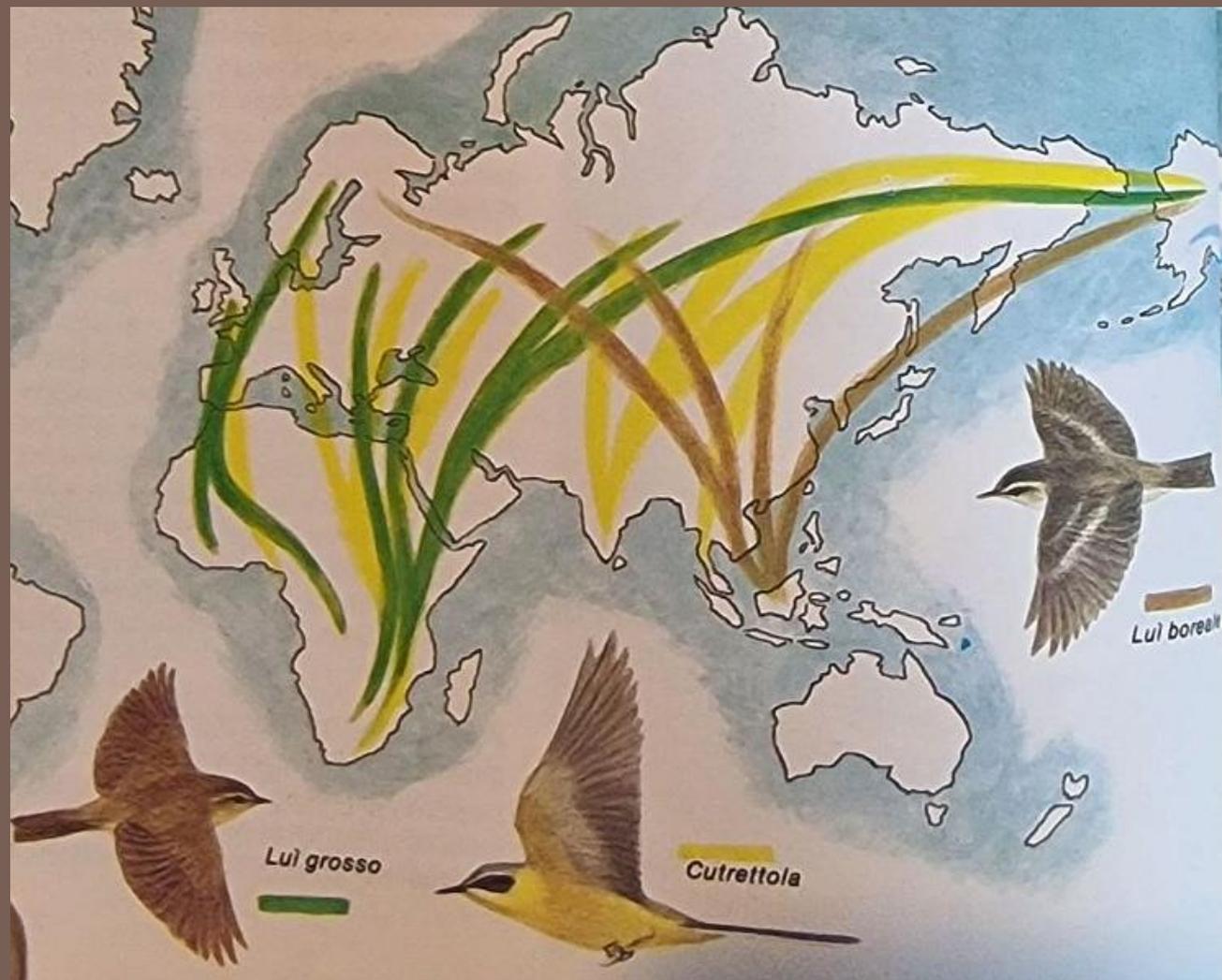
Le rondini invece no, dopo essersi espanse fino al Nord America gli individui nord-americani hanno imparato a svernare in Centro America Sud America



# MIGRAZIONI

Cutrettola: nidifica in tutto il Vecchio Mondo fino all'Alaska ma alcune popolazioni non tornano più in Africa, hanno modificato la rotta ancestrale e svernano nel Sud-est asiatico e India

Allo stesso modo anche Lui boreale e Pigliamosche pettirosso.



# MIGRAZIONI

## Migrazione diurna e notturna

Gli uccelli delle varie specie si sono adattati a migrare di giorno o di notte o in entrambi i momenti in base ai vantaggi e svantaggi e dunque in base a ciò che gli conviene meglio.

I rapaci migrano di giorno, in questo modo possono sfruttare le correnti termiche che di notte non si formano.

I rondini così come anche le rondini migrano anch'essi di giorno, così da poter alimentarsi durante il volo visto la loro capacità di cacciare in volo.

Piccoli passeriformi ma anche rallidi e beccacce preferiscono migrare di notte perché vi è assenza di predatori.

La notte inoltre favorisce un minor surriscaldamento dei muscoli impiegati per il volo poiché è più fresca del giorno, e inoltre diminuisce l'evaporazione di acqua corporea.



# MIGRAZIONI

## Altitudine

Anche l'altitudine varia in funzione delle specie e dei vantaggi che ne possono trarre.

Molti migratori migrano ad altitudini relativamente basse, solitamente sotto i 700-800 metri ma possono salire fino a oltre 3000 metri.

Il cambio di altitudine dipende anche dai venti: per sfruttare i migliori o evitare quelli contrari.

Alcuni record di altitudine sono stati segnati dalle Oche, ad es l'oca indiana (*Anser indicus*) ha raggiunto quasi 9000 metri d'altitudine. Ma in cima alla lista dei record di altitudine vi è l'Avvoltoio di Ruppel, un individuo si è scontrato con un aereo distruggendone il motore a 12.000 metri di altitudine sopra la Costa d'Avorio in Africa.



# MIGRAZIONI

## Distanze

Il record di distanza appartiene ad una femmina di Sterna artica che ha percorso 96.000 km tra l'Inghilterra e l'Antartide. La Sterna coda lunga viaggia per 17.500 km in entrambe le direzioni, distanza simile è coperta dal Culibanco che si sposta dall'Alaska all'Africa.



La maggioranza degli uccelli che migra dall'Europa all'Africa deve coprire una distanza di 9000-10000 km in entrambi i sensi

Gli uccelli più piccoli possono volare in volo battuto continuo con una velocità di crociera di 40 km/h e riescono a volare in modo ininterrotto per 200-250 ore.

L'attraversamento del Mediterraneo non consente delle soste in mare aperto, sebbene tante specie possono fermarsi per riposarsi su imbarcazioni anche piccole. Il tratto da coprire per attraversare il Mediterraneo è di 1000 km dunque gli uccelli devono superare questo tratto in un unico volo diretto. Ma anche i piccoli uccelli riescono ad affrontare questo viaggio e anzi possono percorrere distanze ancora superiori. I culbianchi ad esempio riescono a raggiungere le coste settentrionali della Spagna partendo dalla Groenlandia in un unico volo di 3000 km senza scendere mai a terra!.



# MIGRAZIONI

## Sfruttare i venti

Percorrendo lunghissime distanze i piccoli Passeriformi possono incorrere in grossi problemi rischiando la vita; alla velocità di 40 km/h devono volare per molte ore consecutive anche per 72 ore senza potersi fermare. A queste velocità anche un leggero vento contrario può essere disastroso, ad es un vento contrario a 15 km/h può rallentare il volo di un piccolo passeriforme da 40 a 25 km/h così che per attraversare 2500 km sono richieste 100 ore invece che 72 e ciò potrebbe significare la morte.



Il vento favorevole rende invece la vita dei migratori molto più facile.

Si sa poco su come gli Uccelli possano adattarsi per evitare i venti contrari e sfruttare quelli favorevoli. Probabilmente ciò è possibile cambiando l'altitudine di volo



# MIGRAZIONI

## Sfruttare i venti

Un esempio dell'influenza del vento sugli uccelli migratori è dato dal Culbianco; quando gli individui partono dalla Groenlandia in autunno pesano circa 40 grammi, quelli che fanno tappa nel nord della Gran Bretagna arrivano a pesare 25-27 grammi se il vento era favorevole ma solo 21-23 grammi se il vento era contrario.

Molte specie, la maggior parte, sfruttano il vento di coda in modo tale da viaggiare più velocemente e risparmiare energia.

Ad esempio le specie che migrano verso il Sud America captano gli Alisei quando entrano nella regione tropicale dei Caraibi. Se le condizioni di vento non sono favorevoli essi fanno una sosta a terra in attesa di condizioni più vantaggiose. Cosa diversa sono i venti contrari. A volte migliaia di uccelli stremati e stanchi sono costretti ad atterrare quando incontrano situazioni negative come i venti contrari che impediscono loro di migrare.



# MIGRAZIONI

## Bioenergetica

I preparativi per un volo migratorio importante possono essere intensi e trasformano il corpo dell'uccello. I migranti ingrassano rapidamente prima della migrazione consumando enormi quantità di cibo ricco di energia (come l'iperfagia nei Mammiferi prima del letargo)



Alcune specie, quelle che migrano più lontano, possono anche quasi raddoppiare il loro peso, passando da una media di 11 grammi a una media di 21 grammi

I grassi producono il doppio dell'energia e dell'acqua per grammo metabolizzato rispetto ai carboidrati e alle proteine. Inoltre uno dei prodotti del suo metabolismo è l'acqua che è assolutamente necessaria per un uccello che sta volando senza sosta per decine o centinaia di ore.



# MIGRAZIONI

## Bioenergetica

Il grasso è immagazzinato nei tessuti adiposi sotto la pelle, nei muscoli e nella cavità del corpo.

Il forapaglie che normalmente pesa 10-12g può raddoppiare il suo peso prima della migrazione e ciò gli consente di volare fino a 115 ore consecutive

Alcune specie si ingrassano già nei luoghi di partenza per es il Cannareccione e volano direttamente verso la meta finale. Altre specie invece si ingrassano fermandosi in zone intermedi come per es la Balia nera o il Forapaglie, queste specie ovviamente impiegano più tempo per completare la migrazione e spesso partono prima, già in agosto.



**Table 10–1 Fuels for Migration**

Fuel	Energy Yield (kJ)	Metabolic Water (g)
Fat	38.9	1.07
Carbohydrate	17.6	0.55
Protein	17.2	0.41



# MIGRAZIONI

## Bioenergetica

La distanza che i migranti possono percorrere senza scalo dipende sia dalle loro riserve di grasso sia dalla velocità con cui utilizzano il carburante

Si è misurata una perdita di peso media dello 0,9 per cento del peso corporeo per ora di volo e di 0,2 grammi all'ora. Perdite di peso di circa l'1% corrispondono a 418 joules di energia per grammo di peso corporeo per ora di volo

Le stime del dispendio energetico ci permettono di prevedere l'autonomia totale di volo. Piccoli uccelli che spendono 418 joule per grammo all'ora durante il volo migratorio e che hanno riserve di grasso pari al 40 per cento del peso vivo totale, possono volare per circa 100 ore e percorrere circa 2.500 chilometri.

A questa velocità, dovrebbero essere in grado di attraversare le barriere più estese a meno che non incontrino forti venti contrari.

I migratori come il Piovanello pancianera, hanno un potenziale di volo stimato tra i 3.000 e i 4.000 chilometri.



# MIGRAZIONI

## Bioenergetica

I migranti che percorrono lunghe distanze possono avere bisogno di più carburante di quello disponibile nei depositi di grasso

Si rivolgono quindi alle riserve di proteine nei muscoli e negli organi e le consumano in volo



I Piovanelli beccosottile, uccelli costieri di medie dimensioni, volano per 5.400 chilometri dall'Australia a siti di sosta in Cina. Oltre ad aver utilizzato la maggior parte del grasso, all'arrivo essi hanno utilizzato e ridotto le dimensioni di sette organi durante il transito. Solo il cervello e i polmoni sembravano essere esenti dall'uso come carburante.



# MIGRAZIONI

## Migrazione parziale

Vi sono specie le cui popolazioni o anche singoli individui si comportano in modo diverso dal punto di vista della migrazione.

Il pettirosso è un esempio; in Filandina il pettirosso è un migratore mentre in Inghilterra solo alcuni individui migrano e in Spagna è una specie stanziale.



Questo fenomeno è collegato al tipo di clima, dove fa molto freddo l'inverno è durissimo da affrontare e conviene migrare, in climi più temperati non è per forza necessario migrare.

Un altro esempio di migratore parziale è il Fringuello dove individui della stessa popolazione si comportano in modo diverso; in Scandinavia i Fringuelli sono migratori dopo una serie di inverni rigidi mentre tendono a rimanere dopo una serie di inverni miti



# MIGRAZIONI

## Migrazione parziale

Praticamente si viene a creare un equilibrio tra i vantaggi della stanzialità e quelli della migrazione; in un inverno rigido sopravvivono i migratori più degli stanziali mentre un inverno mite favorisce di più gli stanziali; dunque in un inverno rigido sopravvivono più individui con attitudine migratoria mentre in un inverno mite hanno più probabilità di sopravvivenza gli stanziali che producono una prole più numerosa.



Il merlo è un altro migratore parziale e si pensa che la tendenza a migrare sia ereditaria; in Germania l'inverno può essere anche molto rigido, e il vantaggio di restare o migrare varia di anno in anno così la popolazione di merli può modificarsi nel giro di poco tempo da migratoria a stanziale o viceversa in base alla rigidità del clima. Questa è un'ulteriore dimostrazione che la selezione naturale può agire anche in pochissimo tempo; se le condizioni cambiano permanentemente cambiano anche le abitudini di origine genetica.



# MIGRAZIONI

## Svernamento

La migrazione classica, tipica degli uccelli insettivori per esempio, prevede di muoversi verso sud per passare l'inverno. Così molte specie che nidificano in Europa migrano in Africa durante l'inverno.

Esiste però una migrazione inversa, specie che vivono nell'Europa settentrionale per evitare di affrontare inverni particolarmente rigidi si abbassano di latitudine migrando nell'Europa meridionale per svernare.

Solitamente le specie che migrano in Africa sono quelle a dieta esclusivamente insettivora come tantissimi silvidi, le rondini e loro parenti le varie specie di rondoni, l'upupa, il gruccione, l'Assiolo, il grillaiolo, falco cuculo, falco pecchiaiolo o anche il Biancone che si alimenta di serpenti, tutte prede che in inverno non troverebbero in Europa

La maggioranza di specie svernanti invece è costituita da Anatidi, oche, trampolieri che avrebbero difficoltà a cibarsi a terra se il terreno è pesantemente innevato o se le acque sono congelate.



# MIGRAZIONI

## Migrazioni verticali

Alcune specie non hanno delle vere rotte migratorie ma si spostano comunque verso zone più miti in inverno; sono specie che in estate vivono in alta montagna come ad es il Gracchio alpino, il Sordone e il Fringuello alpino; queste specie fanno dei piccoli spostamenti abbassandosi di quota durante l'inverno così da avere condizioni climatiche meno rigide

Altre specie arrivano fino in pianura: frosone, passera scopaiola

○ fino alle colline: cesena, tordela, lucherino



# MIGRAZIONI

## Migrazioni locali

Ci sono delle specie di Uccelli che non intraprendono vere e proprie migrazioni ma solo spostamenti “locali”.

Per esempio molte cince, fringuelli e i pettirossi, in inverno si spostano dai boschi ai giardini percorrendo a volte solo pochi km. Alcuni individui addirittura, se i boschi sono vicini, fanno i pendolari, trascorrono il giorno in città e nei giardini e tornano per la notte nei boschi.



Altre specie cambiano il loro habitat in modo più netto. Il Gallo cedrone per esempio vive in zone coperte da una spessa coltre nevosa per buona parte dell'inverno; in estate si nutre di semi e foglie che trova sul terreno ma in inverno la neve gli impedisce questo tipo di alimentazione e così inizia a nutrirsi di aghi di pino prelevati direttamente dagli alberi per cui gli individui si spostano più a nord trasferendosi dalle foreste decidue a quelle di conifere che generalmente si trovano ad altitudini maggiori.



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Introduzione

Gli uccelli sono in grado di tornare in modo estremamente preciso in un luogo distante migliaia di km ad es le rondini che tornano al nido

Come ci riescono? Hanno non uno ma tutta una serie di sistemi di navigazione.

Essi sono sotto controllo fisiologico e dunque genetico solo in parte sono appresi, o meglio, perfezionati con l'esperienza

Per migrare fino a un punto preciso servono due informazioni principali, due coordinate: la direzione e la distanza. Seguendo una certa direzione l'uccello deve sapere anche dove fermarsi per raggiungere il posto esatto.



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Piega migratoria

Un altro problema che si pone riguarda le rotte migratorie non lineari: abbiamo visto nei paragrafi precedenti che diverse specie di uccelli seguono delle rotte più complesse nelle quali dopo aver percorso una certa distanza in una determinata direzione è poi necessario piegare verso un'altra direzione (piega migratoria).



Come fanno gli uccelli a sapere quando è il momento di piegare? Si è ipotizzato che questa conoscenza sia endogena e dunque genetica. Sono stati fatti degli esperimenti in cattività col Beccafico; in autunno gli individui puntavano verso SudOvest, la giusta direzione migratoria, fino alla fine di settembre cioè quando in teoria gli uccelli dovevano trovarsi verso la Penisola Iberica, però già a partire dal 7 ottobre essi puntavano verso Sud, che è appunto la piega che normalmente prenderebbero durante la migrazione.



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Punti di riferimento visuali

Innanzitutto gli uccelli si affidano ai punti di riferimento visivi sia per spostamenti locali sia per le migrazioni a lunga distanza.

I piccioni viaggiatori seguono abitualmente le autostrade, le ferrovie, i fiumi anche se questi non rappresentano la via più diretta per tornare a casa.



I giovani non possono sfruttare i punti di riferimento visivi per essere guidati nella loro prima migrazione in un paesaggio nuovo e sconosciuto. Di conseguenza i giovani uccelli devono usare altri sistemi di navigazione diversi dai punti di riferimento.

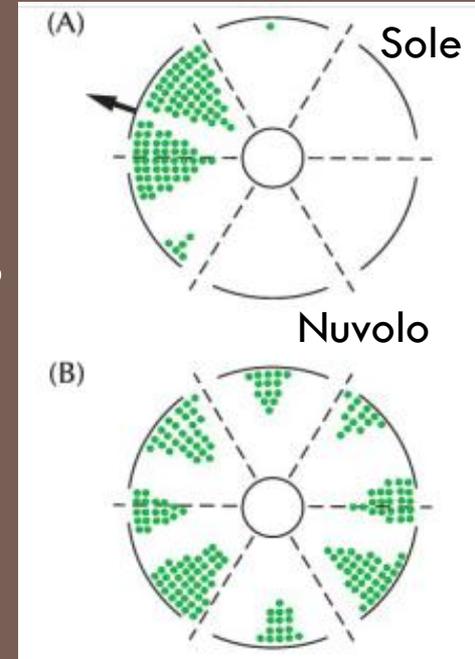
Diversi esperimenti, per esempio usando delle lenti che rendevano i piccioni miopi (potevano vedere a fuoco solo fino a 3 metri) hanno dimostrato che essi possono raggiungere le loro piccionaie da centinaia di km di distanza senza usare i punti di riferimento visivi ma sfruttando qualche altro sistema come ad esempio la bussola solare, stellare e il campo magnetico terrestre.



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Bussola solare

Esperimenti con gli storni (Germania anni 50): vari storni in gabbie circolari poste in un grande capannone con finestre da cui essi potevano vedere il sole e il suo cambiamento di posizione nel corso della giornata; finchè potevano vedere il sole gli storni puntavano verso nord-est cioè la direzione corretta per la migrazione primaverile ma nelle giornate nuvolose non riuscivano a puntare verso una direzione precisa.



Risultati simili si sono ottenuti con altre specie come i piccioni

Altri esperimenti hanno dimostrato che gli uccelli possono usare il sole per informazioni direzionali compensando il suo cambiamento di posizione durante l'arco della giornata, dunque gli uccelli conoscono l'ora del giorno. Il sole indica una determinata direzione ad una determinata ora, in ogni ora la direzione cambia.

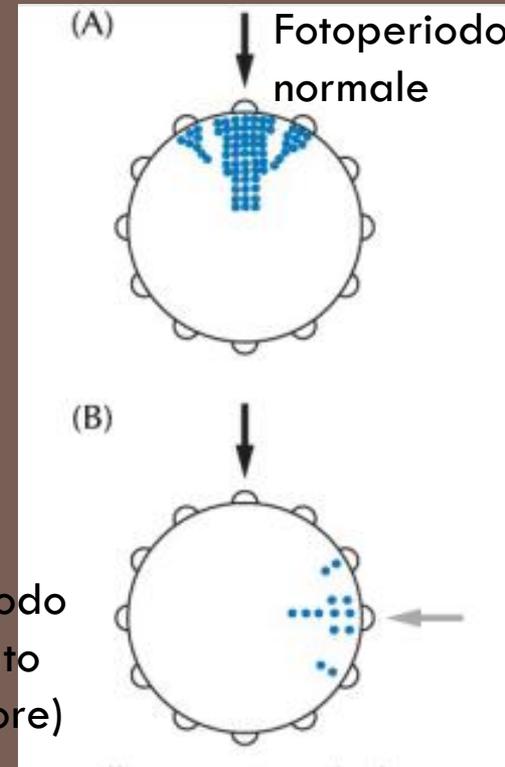


# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Bussola solare

Altri esperimenti hanno confermato ciò, e si sono basati sullo sfalsare l'orologio interno degli uccelli così da portarli ad interpretare male la posizione del sole. Ciò si è ottenuto su degli storni cambiando il fotoperiodo in modo artificiale, 12 ore di buio e 12 ore di luce, in una stanza buia con illuminazione artificiale però le luci venivano accese alle 12 anziché alle 6 del mattino

Fotoperiodo  
Modificato  
(90° errore)



Una volta abituatisi a questo programma gli storni ovviamente avevano un orario sballato e dunque interpretavano male la posizione del sole nel cielo, ad esempio a mezzogiorno per loro erano le 6 del mattino e dunque il loro est era molto più a sud dunque hanno cercato cibo nelle mangiatoie poste appositamente in una posizione a 90 gradi in senso orario rispetto al rilevamento corretto.



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

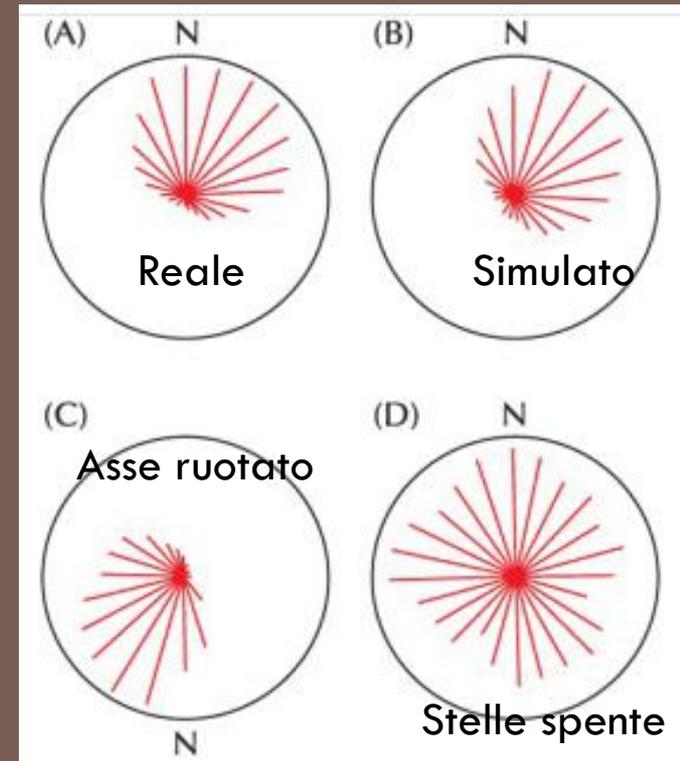
## Bussola stellare

Di notte però il sole non c'è.

Gli uccelli venivano tenuti in gabbie circolari all'interno di un planetario; quando arrivò il momento di migrare divennero irrequieti e cercavano di volare nella corretta direzione migratoria, a nord in primavera e a sud in autunno. Quando gli ornitologi hanno spento le luci che simulavano le stelle nel planetario gli uccelli si sono disorientati. Ruotando l'asse del planetario (C) gli uccelli hanno invertito la bussola nella direzione opposta

Quali stelle? Si pensava alla Polare, l'unica fissa.

In realtà gli Uccelli usano più costellazioni per es Grande carro, Piccolo carro, Cassiopea, Drago etc. Così da avere sempre un riferimento anche con cielo parzialmente nuvoloso



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Geomagnetismo

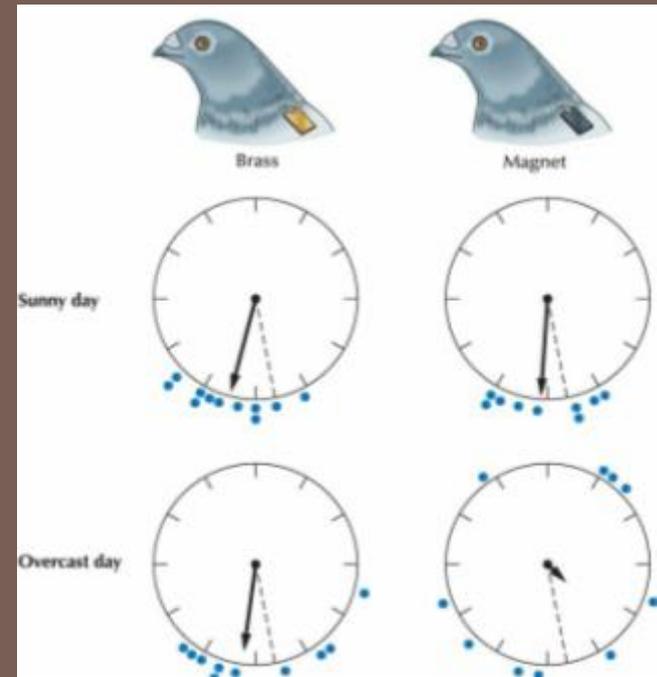
L'intensità e l'angolo di inclinazione del campo magnetico, che cambiano con la latitudine, forniscono un'informazione molto affidabile sull'orientamento geografico e sulla posizione.

Esperimenti iniziali: pettirossi chiusi in gabbie d'acciaio, in condizioni controllate; questi uccelli riuscivano ad orientarsi anche senza vedere il sole e le stelle.

Esperimenti successivi hanno dato conferma. Piccioni su cui erano stati fissati dei magneti non riuscivano a orientarsi col cielo nuvoloso (niente bussola solare)

Altre conferme si sono avute da esperimenti nei quali è stata modificata la percezione del campo magnetico sui piccioni e di conseguenza essi hanno cambiato direzione, sempre in assenza di astri di riferimento.

Fluttuazioni naturali nel campo magnetico terrestre ad esse causate dalle macchie solari o da elementi geomorfologici ferrosi possono disturbare l'orientamento degli Uccelli passeriformi che migrano di notte.



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Geomagnetismo

Come essi possano rilevare e leggere il campo magnetico terrestre è invece ancora poco chiaro.

Inizialmente la scoperta di magnetite nei becchi degli uccelli sembrava aver fornito la risposta ma si scoprì successivamente che questa magnetite non è coinvolta nell'orientamento ma è solo un artefatto minerale che si trova dentro apposite cellule dette macrofagi o globuli bianchi quando esse inghiottono oggetti estranei composti da ferro

I veri recettori dei campi magnetici sono stati scoperti successivamente. Infatti si è scoperto che nel ramo oftalmico del nervo trigemino vi sono recettori sensibili a cambiamenti molto piccoli nell'intensità o nella topografia dei campi magnetici terrestri e dunque questo aiuta gli uccelli a determinare la loro posizione rispetto ad una meta da raggiungere

I fisiologi hanno anche scoperto dei foto-pigmenti specializzati (cripto-cromi) nella retina degli Uccelli, anch'essi sensibili alla direzione dei campi magnetici, in particolare agli angoli di inclinazione verso i poli o verso l'equatore del campo magnetico



# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Odori e segnali crepuscolari

Sono sistemi di navigazione secondari

La navigazione attraverso l'olfatto è stata individuata nei piccioni viaggiatori, si è visto che essi possono ottenere informazioni sulla loro posizione da tracce di elementi gassosi nell'atmosfera

In questo tipo di orientamento è importante l'apprendimento sin da piccoli, infatti un giovane piccione non è in grado di orientarsi subito dopo aver lasciato il nido dove era al riparo da venti dominanti e quindi non riceveva gli odori da essi trasportati.

Un altro sistema secondario è quello dei segnali crepuscolari.

La direzione del sole che sta tramontando indica una direzione, l'ovest e i raggi del sole includono bande di luce fortemente polarizzata con asse nord-sud perpendicolari all'arco giornaliero del sole. Gli uccelli possono usare entrambe queste informazioni per calcolare la direzione di partenza dopo il tramonto.



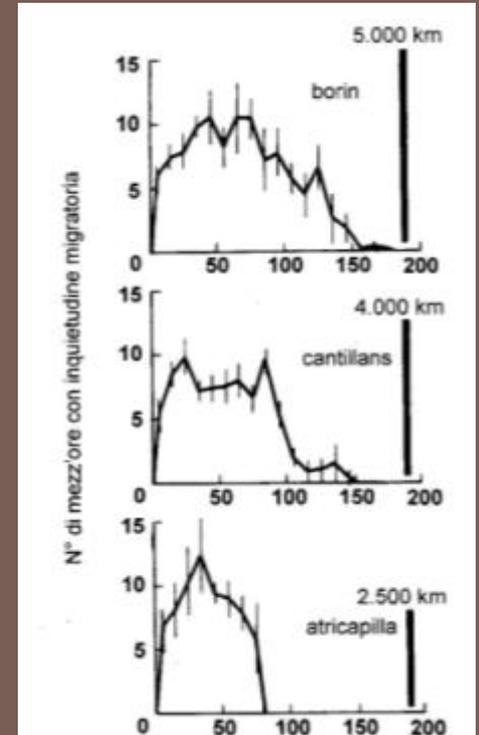
# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## La seconda coordinata: la distanza

È una informazione ancora poco conosciuta ma per alcune specie si sa che anche questa informazione è endogena. In pratica quando l'inquietudine migratoria si esaurisce l'uccello tende a fermarsi, ciò vuol dire che ha raggiunto i territori che doveva raggiungere.

Praticamente la distanza tra i territori invernali e le zone di nidificazione nelle diverse specie di silvidi varia nella stessa misura in cui varia la quantità di inquietudine migratoria.

Esperimenti in cattività col beccafico: si è misurata l'inquietudine migratoria sotto forma di attività sul posatoio e frullo delle ali, questo è avvenuto per un preciso numero di ore, moltiplicando questo valore per una velocità di volo di 30 km/h si ottiene un tratto di volo di quasi 5000 km cioè la distanza esatta dalla Germania meridionale all'Africa occidentale dove questa specie sverna.

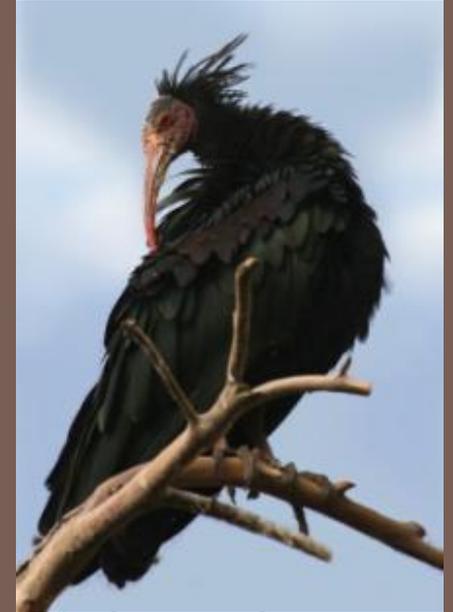


# I SISTEMI DI NAVIGAZIONE

## Apprendimento e calibrazione

Le capacità di navigazione degli Uccelli sono in parte innate e in parte apprese, infatti i giovani migratori spesso si perdono cosa che raramente capita agli adulti.

Molte specie infatti migrano da giovani insieme agli adulti, per esempio le giovani Gru e oche che seguono i genitori. Da questa prima esperienza essi imparano il percorso e i luoghi di sosta. Esperimenti hanno dimostrato ciò ad es Ibis eremita con deltaplani



Tra i sistemi di navigazione infatti è proprio la capacità di navigare in base al magnetismo terrestre che si sviluppa per prima, prima dell'orientamento basato sul sole, come si è visto da esperimenti sui Piccioni viaggiatori; infatti al suo primo viaggio un piccione viaggiatore a cui è stata modificata la percezione del campo magnetico non riesce ad orientarsi e tornare a casa. Nei loro primi voli i giovani piccioni usano dunque per prima la bussola magnetica per orientarsi, per tornare a casa invertono semplicemente la direzione. Successivamente si sviluppa la capacità di usare la bussola solare (in altre specie quella stellare).



# ETOLOGIA

L'etologia è la scienza che studia il comportamento degli animali nelle sue componenti, quella innata e quella appresa. Ha avuto origine ad opera di alcuni naturalisti dell'800 e dei primi anni del '900, ma ufficialmente viene fatta nascere agli anni '30 ad opera di tre scienziati: K. Lorenz, K. Von Frish e N. Tinbergen



Gli uccelli hanno un posto importante nell'etologia e sono stati tra i soggetti più studiati



# ETOLOGIA

## Il comportamento

Con il concetto di comportamento si intendono tutte le manifestazioni motorie di un animale percettibili dall'esterno, incluse le vocalizzazioni e i cambiamenti cromatici ma sono esclusi tutti i processi interni



Le basi biologiche del comportamento partono dal DNA, il comportamento, di base, infatti, è ereditario e dunque innato; ma può essere poi plasmato e perfezionato dall'apprendimento nel singolo individuo.

Gli stimoli vengono colti e percepiti grazie agli organi di senso, le informazioni vengono poi analizzate dal sistema nervoso, eventualmente integrate con altre informazioni, e il sistema nervoso stesso decide poi come reagire dando il comando ai muscoli per manifestare determinati comportamenti.



# ETOLOGIA

## Tipologie di comportamento

I comportamenti possono essere classificati in diversi modi, nessuna classificazione però è perfetta e può portare a dei problemi; una prima classificazione è la seguente



- 1) Locomozione (per es. camminare, arrampicarsi, volare, nuotare, tuffarsi). Questa prima tipologia è spesso parte importante di altri comportamenti più complessi come la ricerca del cibo.
- 2) Acquisizione del cibo (ricerca del cibo, cattura della preda, rielaborazione e assunzione del cibo).
- 3) Riproduzione (formazione della coppia, corteggiamento, accoppiamento e cura della prole).
- 4) Aggressione e fuga (comportamento antagonistico).
- 5) Benessere personale (bagno, cura del piumaggio, riposo, stretching etc.).



# ETOLOGIA

## Tipologie di comportamento

non tutte le classificazioni sono perfette, in questo caso alcuni comportamenti sarebbero difficili da classificare ad esempio un mutual-preening tra due civette può essere inteso sia come un comportamento volto allo scopo della pulizia sia come un comportamento per rafforzare il rapporto tra i due membri della coppia.



Un'altra classificazione dei comportamenti, più semplice e generale è la seguente:

- 1) Comportamenti rivolti alla propria persona: cura del piumaggio, riposo, stretching
- 2) Comportamenti rivolti all'ambiente: interazioni con l'habitat
- 3) Comportamenti rivolti all'ambiente ma non sociali: ricerca del cibo, fuga, migrazioni, locomozione
- 4) Comportamenti sociali: agonismo, riproduzione



# ETOLOGIA

Comportamento innato (ereditario)

Ogni uccello nasce con il suo proprio "programma biologico", una eredità dai suoi genitori che essi stessi, generazioni dopo generazioni, si sono tramandati.

Il programma ha 3 componenti:

- Istinti specifici,
- Temperamento individuale e
- Necessità biologiche.



Istinti specifici

Alcuni aspetti della vita di un uccello si basano interamente sull'istinto. Tali aspetti non possono essere appresi perché l'uccello non ha la possibilità di farlo. Esso deve agire bene anche la prima volta. Il comportamento migratorio ne è un buon esempio. Ma anche i movimenti di un pulcino che rompe il guscio dell'uovo per uscirne.

Altri aspetti della vita di un uccello non possono essere coperti dall'istinto perché essi sono troppo variabili. Per es le varie tecniche di ricerca ed attacco della preda sono istintive alla loro base ma vengono perfezionate con l'esperienza



# ETOLOGIA

## Temperamento individuale

Individui singoli della stessa specie hanno temperamenti diversi come avviene nell'uomo. È la così detta variabilità individuale nel comportamento.

Questa variabilità ha origine genetica, visto che gli individui non sono tutti cloni

Ma può essere influenzata anche da interazioni con l'ambiente, apprendimento, esperienza e trasmissione culturale.

## Necessità biologiche

Bisogni personali, crescita, riproduzione etc.

Così questi bisogni e necessità biologiche, stimolati da stimoli ambientali come l'avanzare della primavera, l'allungarsi delle giornate, insieme con processi di maturazione interna, scatenano i programmi istintivi



# ETOLOGIA

## Apprendimento

L'apprendimento è una variazione, un miglioramento del comportamento determinata dall'esperienza; attraverso l'apprendimento un comportamento innato viene migliorato, reso più completo.

Si distinguono vari tipi di comportamenti appresi:

- Comportamenti appresi obbligatori: indispensabili per la sopravvivenza dell'animale
- Comportamenti appresi facoltativi: di cui l'animale può fare a meno.



<b>COMPOR TA MENTO APPRESO</b>	<b>INVOLONTARIO</b>	<b>-Assuefazione o abitudine ( Habituation )</b>
		<b>-Condizionamento classico</b>
		<b>-Condizionamento operante ("operant")</b>
		<b>-Associazione</b>
		<b>-Apprendimento traumatico</b>
	<b>VOLONTARIO</b>	<b>-Apprendimento attraverso l'intelligenza</b>
		<b>-Esperienza</b>



# ETOLOGIA

## Imprinting

Si definisce l'imprinting come: un meccanismo di apprendimento istintivo, geneticamente programmato, in cui c'è un attaccamento permanente, durante uno specifico periodo sensitivo, verso un oggetto



Negli uccelli precoci, come i polli e le anatre, che lasciano il nido subito dopo la nascita, l'imprinting ha luogo durante un periodo sensitivo critico- di solito tra le 13 e le 16 ore di età. Questa rapida identificazione della madre, delle sorelle, dei fratelli e del pericolo, ha un ovvio significato per la sopravvivenza dei pulcini precoci, così che essi stiano insieme quando lasciano il nido.

Negli inetti o semi-inetti il così detto “periodo critico” per l'imprinting avviene dopo



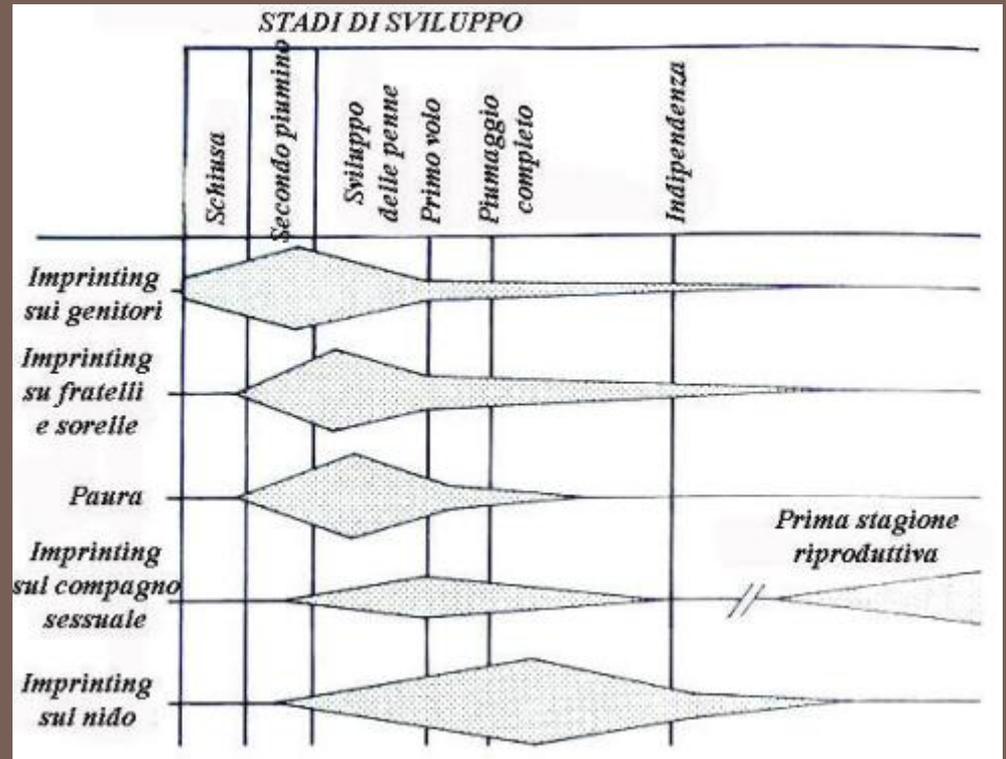
# ETOLOGIA

## Imprinting

Ci sono 5 maggiori componenti dell'imprinting nei rapaci, che si sviluppano cronologicamente:

- Imprinting sui genitori .
- Imprinting su fratelli e sorelle.
- Sviluppo della risposta alla paura.
- Imprinting sul futuro compagno sessuale.
- Imprinting sul tipo di nido, sul suo sito, e sull'habitat.

I periodi suscettibili per i 5 tipi di imprinting nei rapaci, possono essere mostrati graficamente



# ETOLOGIA

Apprendimento:

- Per istinto
- Per prove ed errori
- Per trasmissione culturale o

Imitazione

- Apprendimento traumatico

Abituazione: Quando uno stimolo è continuo e non ha conseguenze, la reazione tende a ridursi sempre di più.



# ETOLOGIA

## Intelligenza

Un corvo ha un'intelligenza paragonabile a quella di un bambino di 7 anni mentre un Cenerino africano ha un'intelligenza paragonabile ad un bambino di 4 anni. Alcune specie di uccelli sono persino paragonabili come intelligenza alle grandi scimmie. I corvidi e alcuni pappagalli sono più intelligenti dei cani, ma questa è una semplificazione, dipende tutto dai criteri che si usano per fare la comparazione.



Le specie più intelligenti sono in genere quelle sociali, che hanno sviluppato sistemi di comunicazione più avanzati.

Le specie più note per la loro intelligenza sono i Corvidi e gli Psitacidi, ma anche alcuni passeriformi, i piccioni, le quaglie e alcuni rapaci diurni hanno dimostrato molta intelligenza (ad es Aquila reale esperienze personali, Poiana di Harris). L'uccello più intelligente è probabilmente il Corvo della Nuova Caledonia (*Corvus moneduloides*); questo uccello è in grado di creare e usare strumenti in moltissimi modi, sia in natura che negli esperimenti in cattività. Gli esperimenti hanno mostrato che questi Corvi sono in grado di risolvere problemi più rapidamente di un bambino di 5 anni.



# ETOLOGIA

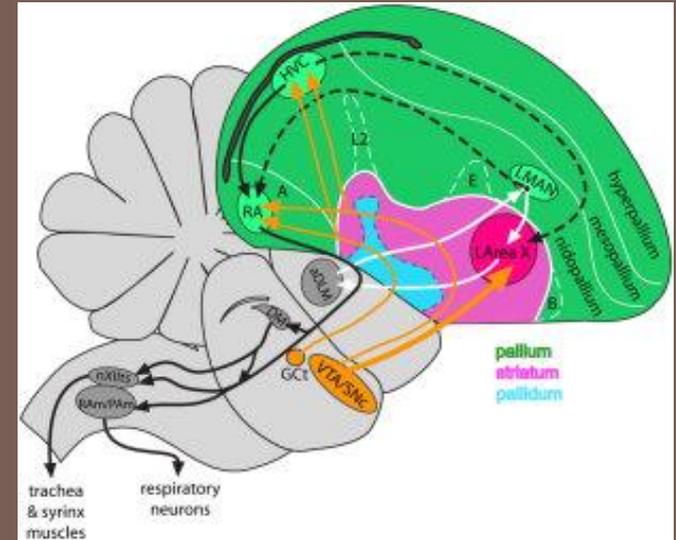
Intelligenza: il cervello

A parte i luoghi comuni, come il “cervello di gallina” usato per indicare uno stupido, gli uccelli in realtà hanno un cervello estremamente evoluto.

Il cervello degli Uccelli è relativamente grande e ben sviluppato se comparato alla dimensione della loro testa.

La parte del cervello che include i neuroni dedicati alle funzioni cerebrali superiori è la corteccia nei mammiferi e il pallio negli Uccelli.

Il cervello degli Uccelli ha anche una elevata densità di neuroni pur essendo molto piccolo, una densità superiore a quella dei Mammiferi (circa il doppio rispetto a primati di massa simile e quattro volte di più rispetto a roditori di massa simile) e inoltre gli uccelli hanno una maggior percentuale di neuroni nelle aree destinate alle funzioni cerebrali superiori come per esempio la pianificazione di azioni future o la risoluzione di problemi.... Uccelli conquistatori del mondo!



# ETOLOGIA



Intelligenza: esempi

-Gli aironi striati in Asia usano esche per attirare i pesci al fine di catturarli col lungo becco.

-Molte specie usano strumenti, il capovaccaio usa sassi per romper le uova, fringuelli di Darwin usano spine per estrarre insetti dalle cortecce.

-Cornacchie grigie lanciano le noci sulla strada per farle schiacciare dalle macchine. Questa tecnica si è ulteriormente evoluta nelle strade più trafficate, gli uccelli lanciano le noci sulle strisce pedonali e aspettano il verde dei pedoni per scendere giù a mangiarle quando non passano le macchine.

-Le cince riescono a riconoscere dal colore delle confezioni le bottiglie di latte consegnato a domicilio, distinguendo tra latte scremato e latte intero e riescono a bucare i tappi per alimentarsi proprio di quest'ultimo, che ha maggiori proprietà nutritive.

-L'Aquila reale lascia cadere le tartarughe sulle rocce per rompere il loro carapace mentre il Gipeto lo fa con le grandi ossa per romperle e poter accedere al midollo.



# ETOLOGIA

## Memoria

La memoria è piuttosto sviluppata in molte specie di uccelli. Le ghiandaie e le nocciolaie sono noti per questa capacità che sfruttano anche in natura quando fanno scorte di ghiande o nocciole e hanno la capacità di ritrovarle anche dopo mesi. Gli uccelli hanno un ippocampo, la parte del cervello responsabile della memoria, molto sviluppato.



La Cincia bicolore (*Baeolophus bicolor*) un passeriforme americano ha una memoria notevolissima; questo piccolo uccello infatti riesce a ricordare la posizione di migliaia di fonti di cibo che ha immagazzinato.

Ma gli uccelli non ricordano solo la posizione delle dispense di cibo, possono anche riconoscere i volti delle persone ad esempio da cui hanno ricevuto aiuto o che hanno fatto loro del male; sono stati infatti condotti degli esperimenti in cui ricercatori indossando delle maschere hanno intrappolato i corvi e poi li hanno liberati, in questo esperimento i corvi hanno ricordato molto bene i “cattivi” e li evitavano



# ETOLOGIA

## Intelligenza: gli uccelli più stupidi

We love looking at the opposite ends of the spectrum when it comes to animals here at A-Z-Animals. Here's a side-by-side comparison of 10 of the smartest birds in the world vs 10 of the dumbest. To find out more about the birds that just don't score high on the intelligence meter, check out [10 Dumbest Birds in the World](#).

RANK	SMARTEST BIRDS	DUMBEST BIRDS
1	Crow	Kakapo
2	Woodpecker Finch	Rednecked Phalarope
3	Rook	Lilac-breasted Roller
4	Red-billed Chough	Killdeer
5	Jackdaw	Cardinal
6	Raven	Emu
7	Clarks Nutcracker	Turkey
8	Magpie	Ostrich
9	Western Scrubjay	Northern Fulmar



# ETOLOGIA

Comportamenti rivolti a se stessi:

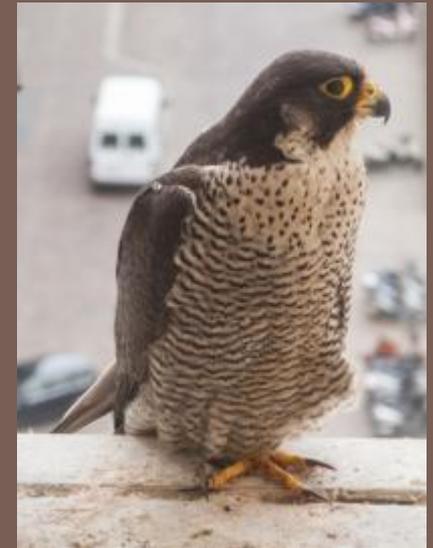
Cura del piumaggio (Preening, scrolling, scraping, bathing)

Riposo:

Spesso gli Uccelli riposano ma non dormono profondamente.

Durante i momenti di riposo tengono gli occhi aperti o semi-aperti, possono chiuderli entrambi brevemente o tenerne uno aperto, restando sempre vigili.

Durante il riposo moltissime specie tengono una zampa alzata, questo accade nei trampolieri come le Gru (vedi racconto Boccaccio...) nei rapaci diurni e notturni.



# ETOLOGIA

## Comunicazione

La comunicazione, cioè lo scambio di informazioni, è fondamentale e importantissima per tutta una serie di motivi che verranno analizzati successivamente; basti pensare che gli animali più evoluti, come l'uomo, sono quelli dove la comunicazione è più complessa e sviluppata. Per comunicazione si intende il trasferimento di informazioni tra esseri viventi e tali informazioni possono influenzare il comportamento dei soggetti riceventi.

## Due tipi principali negli uccelli

- Acustica
- Visiva

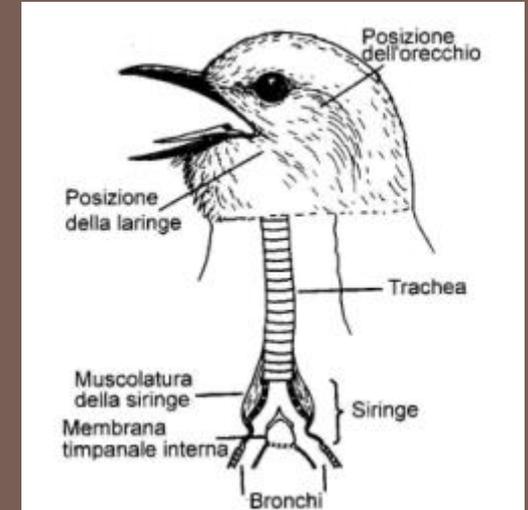


# ETOLOGIA

## Comunicazione acustica

L'uso di segnali acustici offre molti vantaggi rispetto ad altri tipi di comunicazione perché è energeticamente più conveniente (anche se aumentano i rischi di essere individuati dai predatori) e la propagazione avviene in ogni direzione a velocità molto elevata; inoltre modulando i diversi parametri del suono e quindi generando suoni complessi è possibile codificare infinite combinazioni di messaggi; inoltre l'ascolto binaurale consente al ricevente di determinare la direzione di provenienza del segnale acustico. Un altro vantaggio della comunicazione acustica è dovuto al fatto che essa può essere utilizzata anche di notte o in ambienti molto fitti dove il contatto visivo risulta impossibile.

Siringe: organo fonatore specifico degli uccelli, può avere forme diverse nelle varie specie. In genere è situata sotto la trachea o alla congiunzione dei bronchi ed è biforcata dividendosi tra i due bronchi, nella parte interna della biforcazione vi è una membrana che vibrando produce i suoni in base anche alla pressione dell'aria



# ETOLOGIA

## Comunicazione acustica

Vocalizzazione	Termine generico per indicare ogni tipo di manifestazione acustica
Canto (Song)	Solitamente tipico dei maschi; emesso spesso in posizione dominante da posatoi molto alti. Ha funzione di marcatura territoriale e corteggiamento della femmina.
Sub-canto (Sub-song)	Questo termine indica una vocalizzazione o canto silenzioso in sottofondo, spesso a basso volume e/o solo parziale. In molti casi il sub-canto include anche imitazione di altre specie. L'individuo che lo emette solitamente è appollaiato in una posizione bassa, poco dominante e poco visibile; il becco può essere totalmente chiuso durante questo tipo di vocalizzazione.
Richiamo	Vocalizzazione di breve durata e semplice; si possono distinguere diversi tipi di richiamo ad esempio: di allarme, in volo, di raggruppamento, di avviso, di contatto, di richiesta cibo ("Begging") etc.
Duetto	Scambio di vocalizzazioni tra i partner di una coppia; il maschio e la femmina si "chiamano" in modo alternato, fa parte del corteggiamento o, fuori dalla stagione riproduttiva, ha funzione di rafforzamento/mantenimento del legame di coppia.
Rumori	Schiocco del becco ("Bill Clapping"), applauso ("Wing Flapping"), tambureggio etc.



# ETOLOGIA

## Comunicazione acustica

Flight call	Verso emesso tipicamente solo in volo (ad es il ciop o yupp del fringuello)
Nocturnal flight call (NFC)	
Social call	Verso emesso durante il periodo migratorio da individui solitamente posati con lo scopo di attrarre altri simili man mano che i gruppi (flocks) passano. Es il twin (fink) del fringuello ma anche la Peppola usa questi richiami. Può essere usato comunque durante tutto l'anno con altri significati ad es quando un soggetto individua un predatore quindi in questo caso ha la funzione di alarm call con lo scopo presumibilmente di richiamare altri soggetti come rinforzi allo scopo di mobbare tutti insieme il predatore (nei crocieri questi versi vengono detti anche excitement calls)
Alarm call	
Begging call	
Distress call	
Threat call	Ad es l'hissing del succiacapre



# ETOLOGIA

## Comunicazione visiva

La comunicazione visiva può avvenire in diversi modi:

-Linguaggio del corpo, gesti, espressioni facciali:

-Colorazione:

Ad es gola bianca, falsi occhi nei rapaci notturni

Colorazioni sgargianti per attrarre le femmine



# ETOLOGIA

## Socialità

Molti uccelli vivono in gruppo, o per tutto l'anno o solo per alcuni periodi, chi solo in inverno (Storni, Codibugnoli) chi solo per la riproduzione, chi solo nel periodo post-riproduttivo (ad es gruppi di gheppi o grillai o poiane che cacciano insieme, gruppi pre-migratori etc).



La vita sociale presenta vantaggi ma anche degli svantaggi che evidentemente sono inferiori ai vantaggi.

I raggruppamenti di uccelli possono essere di due tipi:

-Specie gregarie: sono raggruppamenti “semplici” in cui non vi è alcuna gerarchia tra i soggetti del gruppo, ne sono un esempio i passeri, i gruccioni, i grillai.

-Specie sociali: in questo caso tra i membri del gruppo può esservi una gerarchia e vi è collaborazione, un esempio è la poiana del deserto o Poiana di Harris (Parabuteo unicinctus) i cui gruppi sociali si comportano quasi come branchi di lupi.



# ETOLOGIA

Socialità: i roost

Molte specie si raggruppano solo all'imbrunire per dormire insieme nei così detti dormitori comuni ("roost") con l'unica eccezione dei gufi comuni e gufi di palude che invece, essendo rapaci notturni, formano dormitori comuni diurni. Nella maggioranza dei casi i roost sono invernali ma alcune specie si radunano in roost a fine estate, nel periodo pre-migratorio (Albanelle minori per es)



Tra le specie diurne quelle che si riuniscono in roost sono: Nibbi, Falco di palude, Storni, Passeri, Ballerine bianche.

Vantaggi: ricerca del cibo scambio di informazioni, anti-predazione, termoregolazione, in volo si ha risparmio energetico (volo a V)

Svantaggi: trasmissione di malattie e competizione alimentare



# ETOLOGIA

## Aggressività

In poche situazioni gli uccelli mostrano comportamenti aggressivi.

Bisogna distinguere tra aggressività intraspecifica e interspecifica

Inoltre i comportamenti difesa, sebbene a volte possano essere di tipo aggressivo, non rientrano nell'aggressività vera e propria.

Nella maggioranza dei casi l'aggressività è solo finzione, comportamento ritualizzato, raramente si arriva allo scontro fisico che potrebbe portare al ferimento e rischio di morte di uno o entrambi gli individui.



# ETOLOGIA

## Aggressività

Le situazioni tipiche in cui gli uccelli mostrano aggressività sono la difesa territoriale e le lotte tra maschi in quelle specie che lottano nelle arene come molti Galliformi, a partire dal comune Fagiano.

Nella difesa territoriale i rapaci si possono comportare come mobbatori, andando a infastidire specie più grandi ma anche in questo caso raramente si arriva ad un contatto fisico serio per evitare rischi di ferimento

### Difesa attiva:

- col fine di spaventare
- col fine di disorientare
- col fine di attaccare (ultima scelta)

### Difesa passiva

- mimetismo



### Mobbing:

difesa preventiva  
verso predatori  
(rapaci)

Soprattutto Corvidi  
ma anche rapaci



# ECOLOGIA

## Introduzione

L'ecologia è la scienza che studia i rapporti che gli organismi intrecciano tra loro e con l'ambiente in cui vivono

L'ecologia studia dunque dove vivono gli esseri viventi (areali, habitat, ecosistemi, biomi, regioni biogeografiche etc), i rapporti tra componenti biotiche e abiotiche nell'ambiente (piramide alimentare, cicli bio-geochimici etc), le interazioni tra esseri viventi (predazione, competizione, simbiosi etc), le popolazioni e la loro dinamica.



# ECOLOGIA

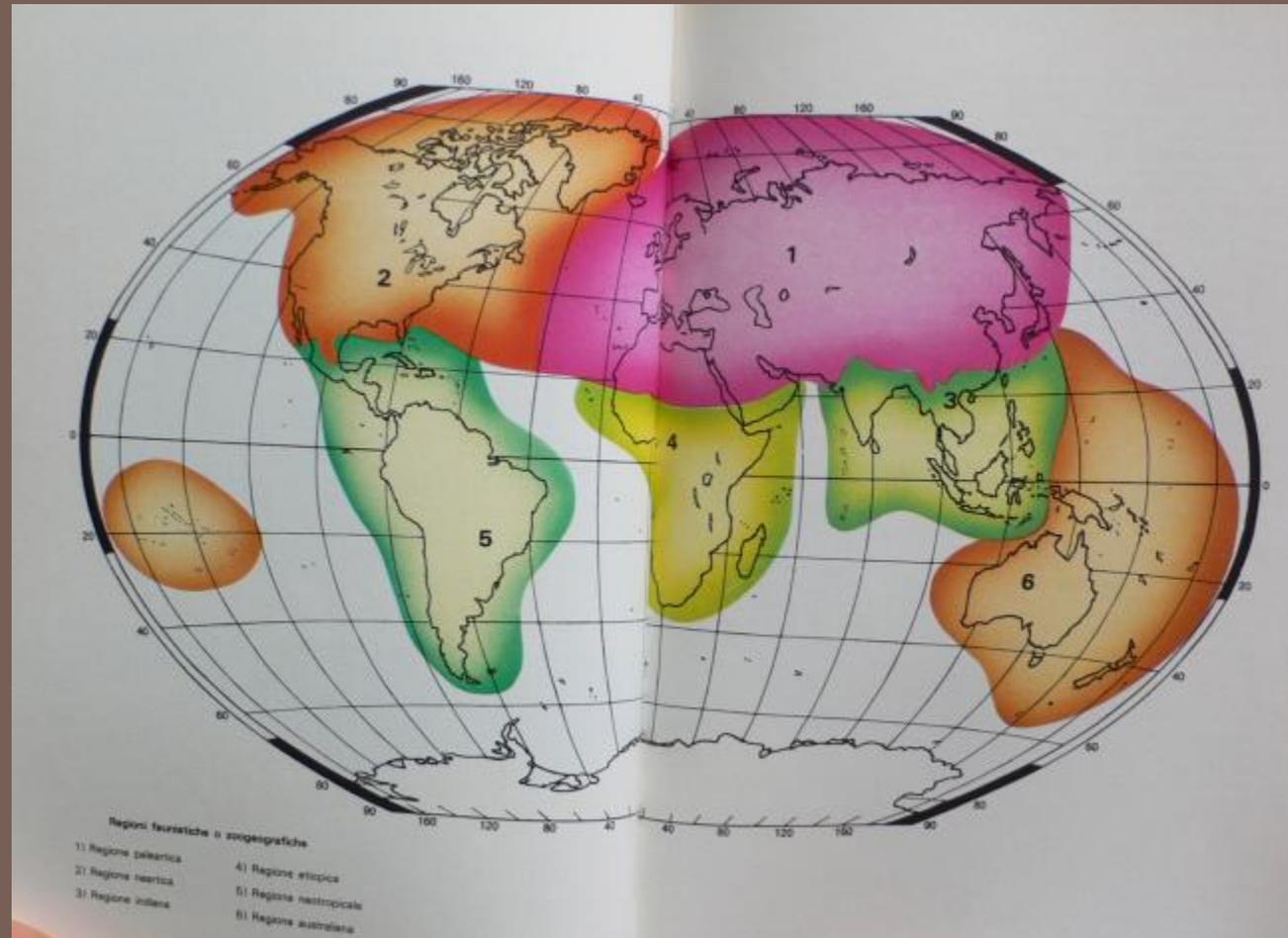
Dove vivono gli uccelli

Regioni biogeografiche

Aiutano a capire la  
distribuzione delle specie

Sono 9

Paleartico, Neartico,  
Afrotropicale, Orientale o  
indiana, Australasiana,  
neotropicale



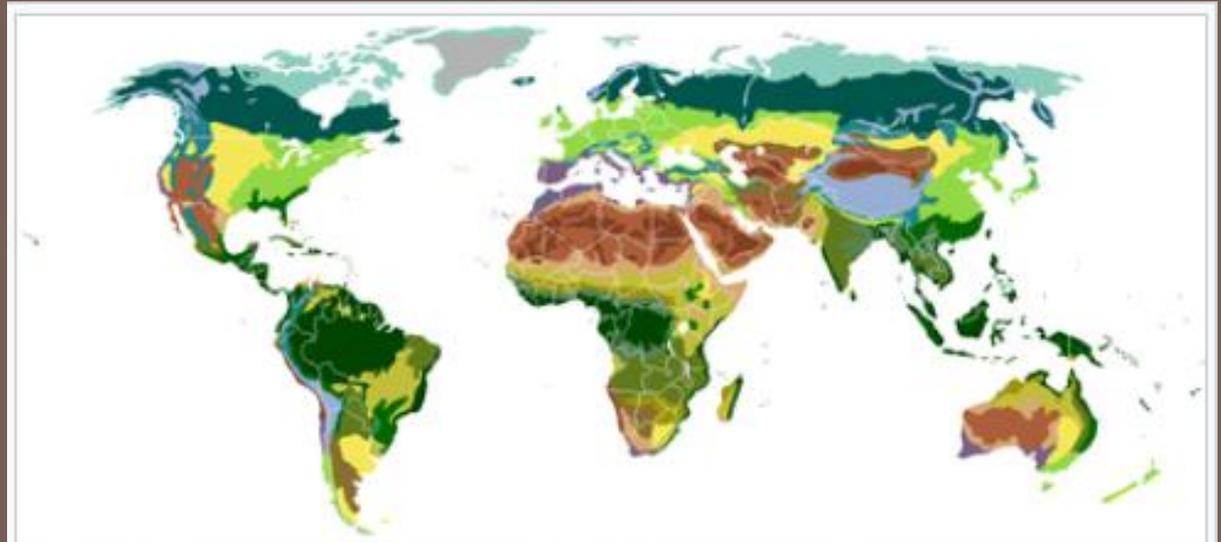
# ECOLOGIA

Dove vivono gli uccelli

Biomi

Sono habitat principali

accomunate da clima e  
vegetazione simile ma  
anche da fauna simile



Uno dei tanti sistemi di classificazione dei biomi terrestri

Calotta polare	Foresta pluviale equatoriale	Steppa arida
Tundra	Foresta e macchia mediterranea	Savana erbosa
Taiga	Giungla	Savana alberata
Foresta decidua	Deserto sabbioso	Foresta subtropicale arida
Steppa e prateria	Deserto roccioso	Tundra alpina
Foresta pluviale temperata	Deserto semiarido	Vegetazione alpina

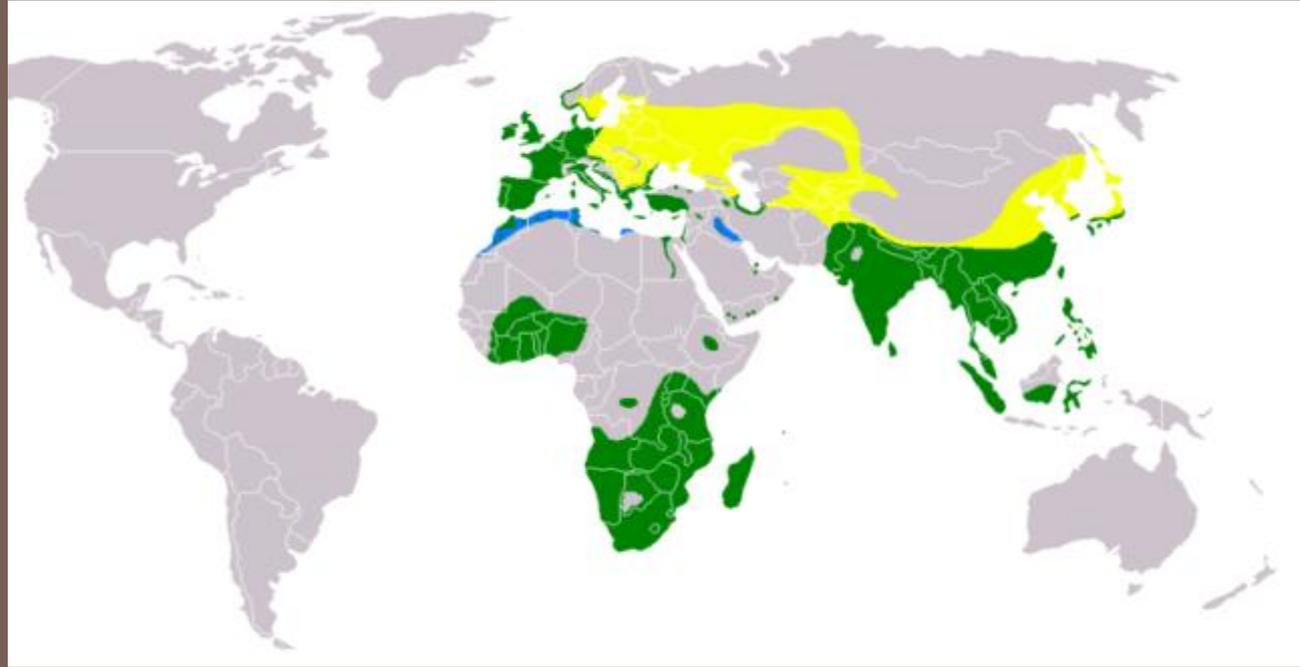


# ECOLOGIA

## Distribuzione e areali

A parte alcune eccezioni (specie cosmopolite) ogni singola specie non vive in tutto il globo ma ha un areale, o distribuzione.

L'areale di una specie è la porzione di spazio geografico e temporale in cui la specie è presente ed interagisce in modo non effimero con l'ecosistema.



Es: areale della gallinella d'acqua: giallo estivazione, verde riproduzione, blu svernamento.

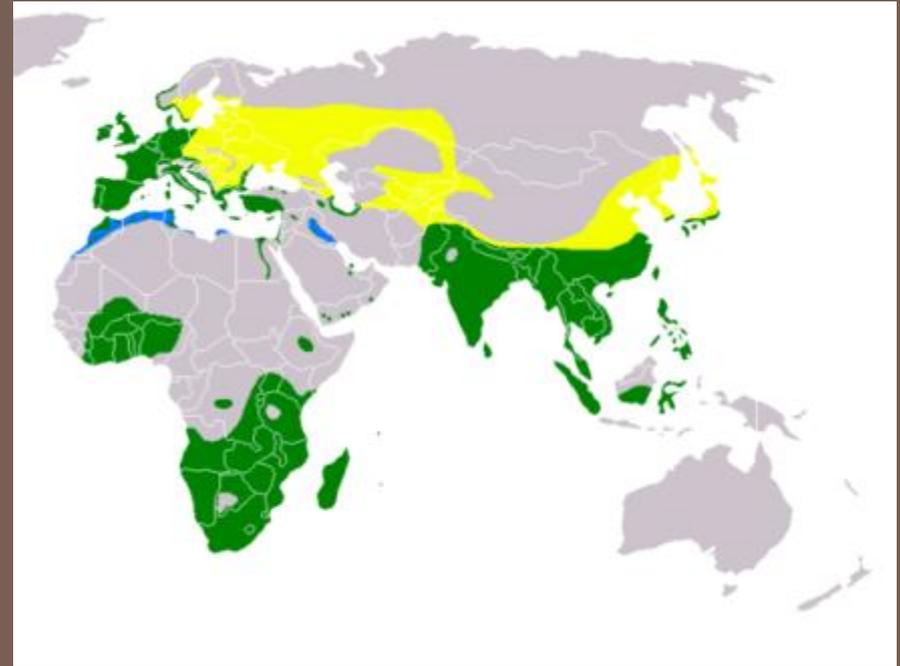


# ECOLOGIA

## Distribuzione e areali

All'interno dell'areale, che può essere più o meno vasto, la specie non vive ovunque ma in uno o più habitat, cioè ambienti dove la vegetazione e le condizioni climatiche sono idonee alla specie.

L'areale si può distinguere in sotto-areali in funzione della stagionalità, questo vale per le specie migratrici; vi è dunque un areale di svernamento e uno di riproduzione ma in alcuni casi vi può essere anche un areale di svernamento



Quando una specie ha una distribuzione molto ampia, globale o quasi globale è detta cosmopolita. All'inverso delle cosmopolite le specie che hanno areali molto ristretti sono dette "endemiche".

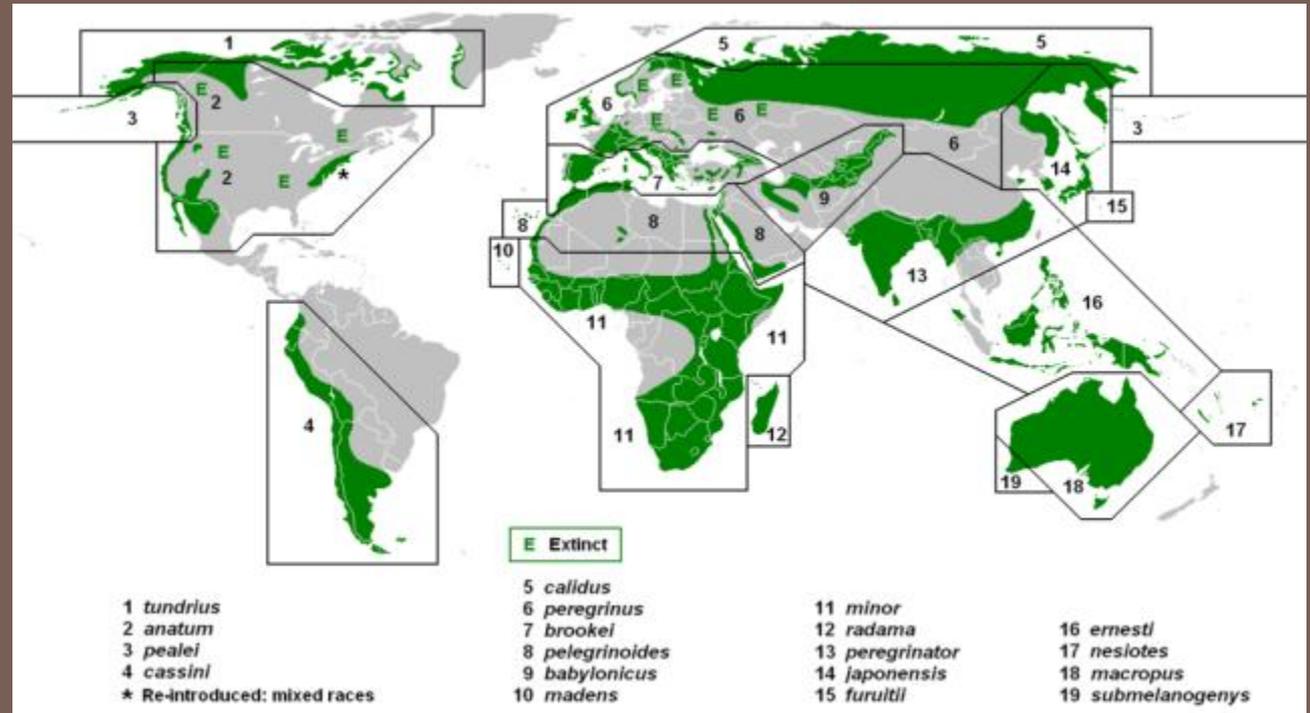


# ECOLOGIA

Distribuzione e areali

Sottospecie

Una specie cosmopolita per adattarsi alla vastissima diversità di temperature in un areale così ampio si suddivide solitamente in sottospecie (es falco pellegrino). Ogni sottospecie è adattata alle condizioni climatiche dell'areale ove è distribuita.



Negli areali delle sottospecie vi sono delle zone di transizione, dove i caratteri delle sottospecie sono intermedi poiché vi è ibridazione

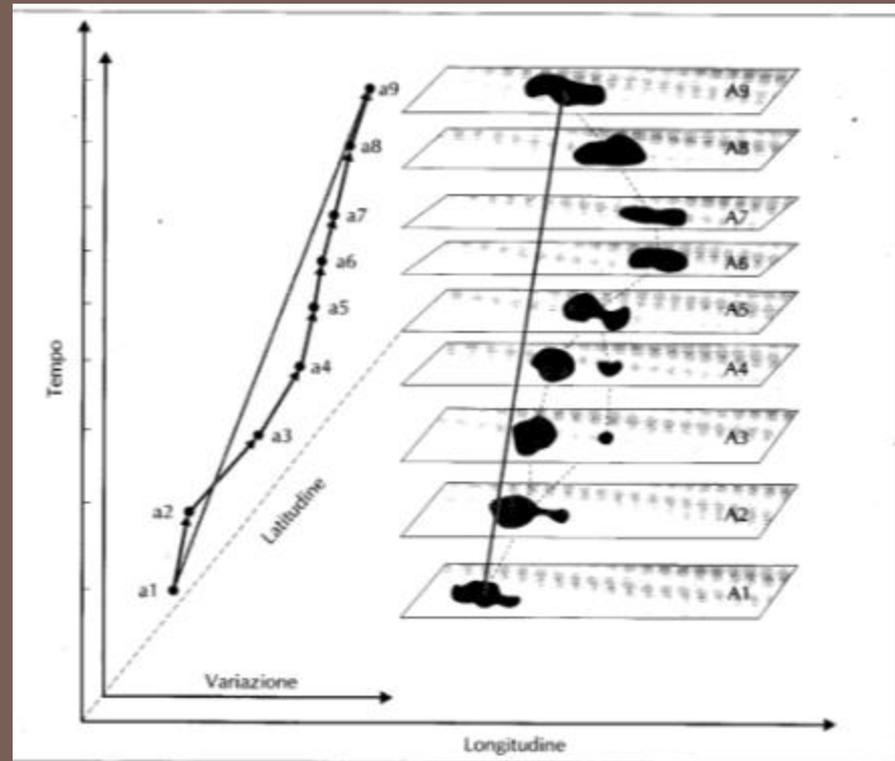
Regola di Allen (orecchie ed arti più corti nelle specie che vivono in ambienti più a nord)  
Regola di Bergmann (dimensioni maggiori, per la superficie, crescendo la latitudine) , ma non sempre



# ECOLOGIA

## Distribuzione e areali

L'areale non è statico ma si evolve nel tempo, generalmente in tempi molto lunghi, tempi geologici di centinaia di migliaia o milioni di anni, sebbene vi siano molti casi in cui l'evoluzione dell'areale è avvenuta in poco tempo anche in soli pochi decenni (soprattutto per cause antropiche).



L'areale di una specie può anche essere continuo o discontinuo; un areale discontinuo può essere distinto in disgiunto se le sottoaree in cui risulta scomposto sono grandi, o frammentato, se le sottoaree sono piccole e vicine.



# ECOLOGIA

## Habitat

Come si è detto all'interno dell'areale che solitamente ha dimensioni molto vaste, interi continenti molto spesso, la specie non vive ovunque ma in uno o più habitat idonei.

L'habitat è il luogo con caratteristiche fisiche, geomorfologiche, climatiche e naturali (per es vegetazione) che possono permettere ad una determinata specie di vivere, svilupparsi, riprodursi.

Alcune specie possono vivere e riprodursi in un determinato habitat ma alimentarsi in un altro habitat (es Falco pellegrino).

L'habitat può cambiare in una stessa specie anche in funzione della stagione o dell'età.



# ECOLOGIA

## Habitat

Gli zoologi hanno da sempre tentato di classificare gli habitat e infatti vi sono numerosi tipi di classificazioni. Una delle più usata è la seguente:

- Montagna (radure e foreste di conifere)
- Collina (radure e boschi collinari)
- Arbusteti (di pianura, di collina)
- Città e ambienti antropizzati
- Ambienti misti mediterranei
- Steppe
- Ambienti agricoli
- Zone umide e ripariali
- Ambienti rupestri
- Litorali sabbiosi, rocciosi e mare aperto



# ECOLOGIA

## Nicchia ecologica

Due specie con biologia molto simile non possono vivere nello stesso posto. Devono avere una “nicchia ecologica” diversa (principio di Gause)



Parametri della nicchia ecologica:

- Spettro alimentare
- Sito di nidificazione
- Orari di attività



# ECOLOGIA

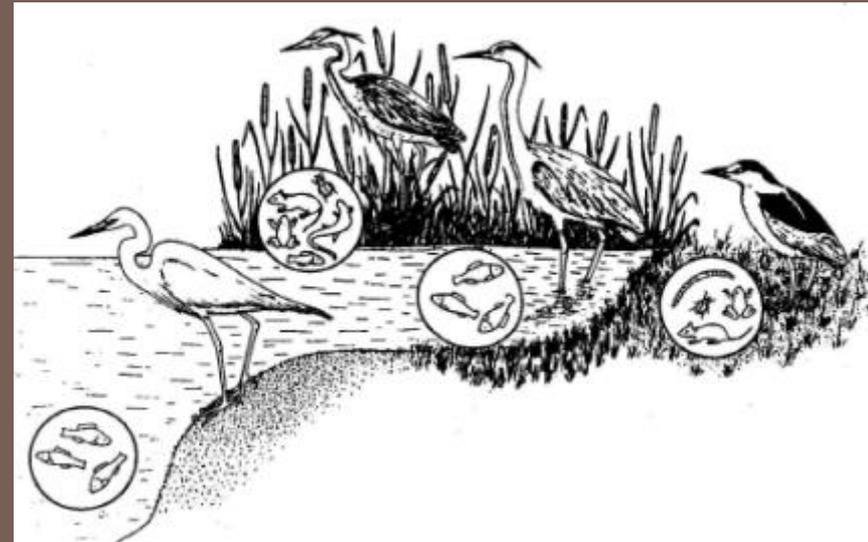
## Nicchia ecologica

Dunque anche specie molto simili possono riuscire a non competere grazie alla loro diversità nelle rispettive nicchie ecologiche anche in un solo piccolo aspetto come per esempio le tecniche di caccia o i momenti in cui si caccia.



Altro esempio: Rondine, rondone, balestruccio, gruccione (diverse quote di caccia, diverse dimensioni delle prede)

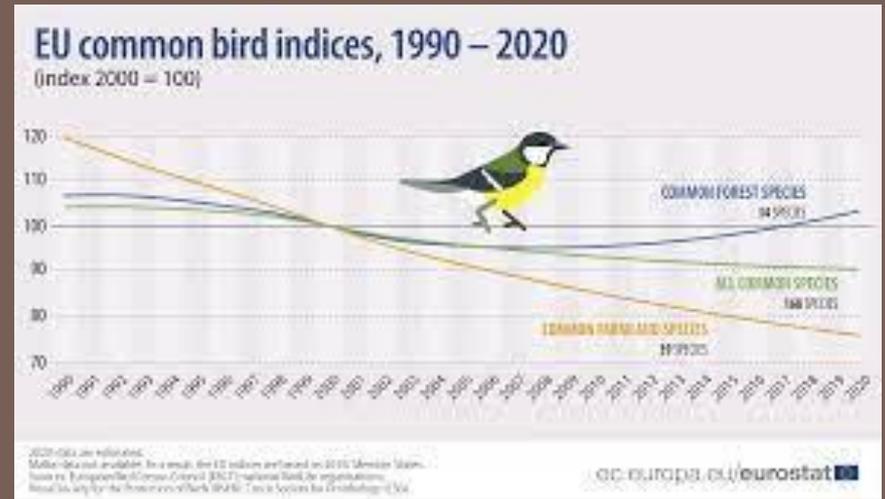
Ampiezza di nicchia: specie più adattabili con spettri alimentari, siti di nidificazione etc più ampi e specie più specializzate con nicchie più strette ad es Falco della regina solo falesie sul mare



# ECOLOGIA

## Popolazioni

Una popolazione è un gruppo di organismi della stessa specie che vivono nello stesso spazio contemporaneamente, legate da coesione riproduttiva (si riproducono scambiando materiale genetico tra gli individui) e coesione ecologica (interagiscono tra loro).



Una popolazione non è mai stabile ma dinamica, ha delle oscillazioni durante l'anno e delle oscillazioni periodiche ma anche oscillazioni sul lungo periodo dovute a cause naturali o artificiali.

Senza i fattori limitanti una popolazione avrebbe una crescita esponenziale fino all'infinito.



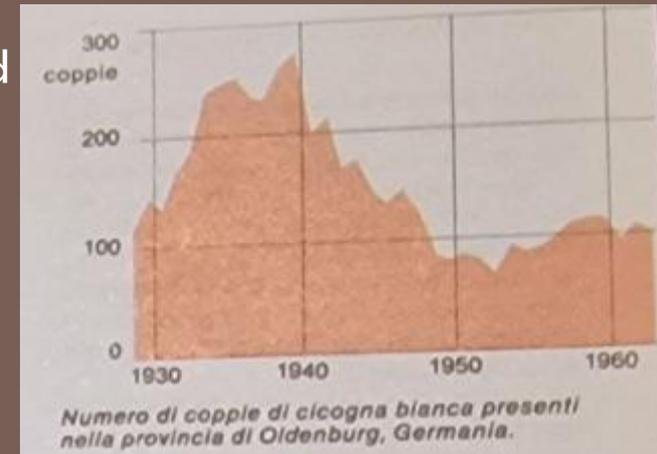
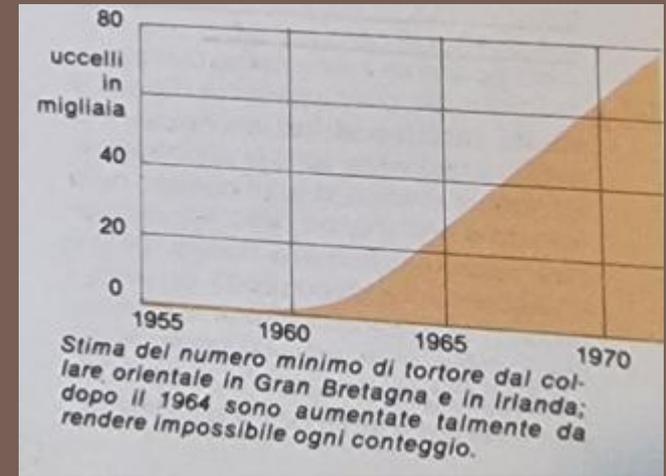
# ECOLOGIA

## Popolazioni

In linea generale una popolazione si mantiene stabile, ma durante l'arco dell'anno non è sempre uguale. Ad es numero più ridotto in inverno e numero maggiore dopo il periodo riproduttivo.

A parte gli andamenti ciclici che vedremo dopo una popolazione può avere dei cali (o più raramente aumenti) nell'arco degli anni, sia per cause naturali che artificiali ad es espansione naturale della tortora dal collare

Oppure il numero di Cicogne bianche in Europa 20esimo secolo ha subito un forte declino a causa delle bonifica delle zone umide cui si sommano anche modifiche ambientali nei loro quartieri di svernamento in Africa.



# ECOLOGIA

Popolazioni: regolazione

I fattori che fanno crescere una popolazione sono la riproduzione e l'immigrazione mentre quelli che fanno calare una popolazione sono la mortalità e l'emigrazione

Il principale fattore che influisce sugli equilibri numerici di una popolazione mantenendola stabile è la densità; essa influisce sulle capacità di sopravvivenza degli individui.

Una densità bassa provoca un incremento numerico della popolazione che arrivata ad una certa dimensione smette di crescere perché la maggiore densità di individui impedisce la sopravvivenza di ulteriori individui impedendo così che la popolazione cresca esponenzialmente. La popolazione si auto-regola in base a fattori densità-dipendenti

Es: Airone cenerino, il n di giovani che sopravvivono dipende dalla densità di popolazione; aumenta la concorrenza nella ricerca del cibo sugli specchi d'acqua a densità alte e così aumenta la mortalità giovanile e viceversa a bassa densità.



# ECOLOGIA

Popolazioni: perché la rapida crescita?

Gli uccelli si riproducono il più velocemente possibile, producendo dunque un grande numero di giovani, maggiore di quello necessario per mantenere la popolazione costante.

Quali vantaggi ha questa alta produttività?

- 1) Aumenta la variabilità genetica e c'è più possibilità che sopravvivano gli individui selezionati più adatti in quel momento
- 2) La popolazione può affrontare meglio momenti di crisi o momenti favorevoli come l'abbondanza di cibo.

Esempio: neve molto abbondante, crollo di usignolo di fiume e beccamoschini...  
ripresa successiva



# ECOLOGIA

Popolazioni: capacità portante e fattori limitanti

Il calo o la crescita di una popolazione sono sempre dovuti al clima e alle risorse alimentari.

Un inverno molto rigido provoca un calo nell'anno successivo. Inverni con clima meno rigido sono seguiti da un aumento della popolazione.

Un periodo più lungo di anni consecutivi positivi provoca una crescita della popolazione che arriverà ad un livello massimo

oltre il quale la crescita si ferma.

Praticamente è come se nell'ambiente ci fosse posto solo per un numero massimo di individui di quella specie.

Questo limite è detto capacità portante dell'ambiente o capacità biologica.

A determinare la capacità portante vi sono vari fattori come: cibo, spazio, densità, patologie, competizione, siti di nidificazione etc.



# ECOLOGIA

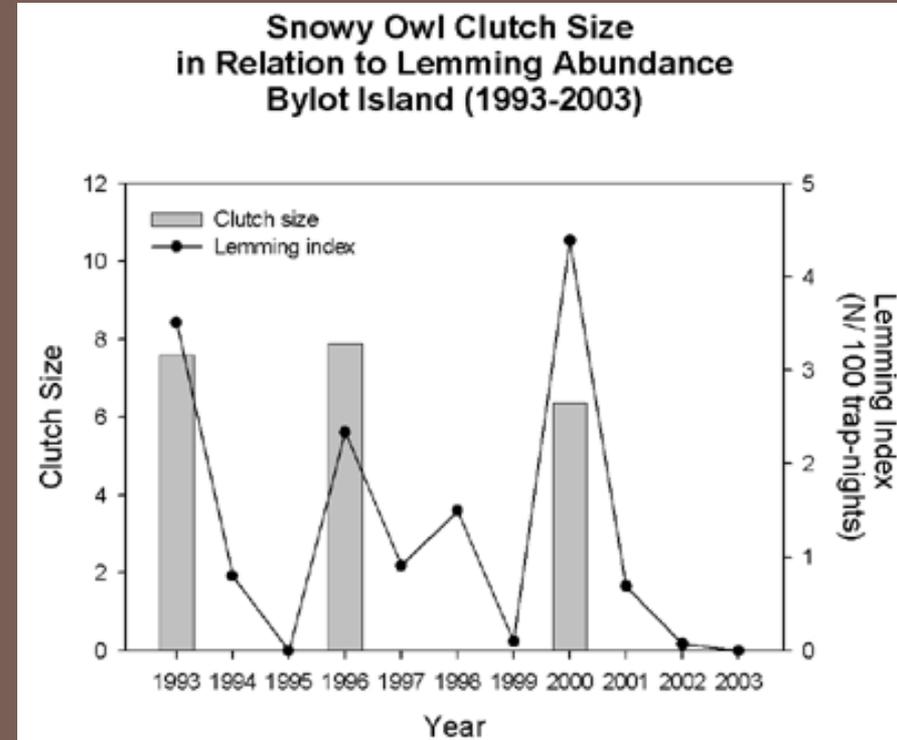
## Cicli di popolazione

Vi sono delle specie di Uccelli le cui popolazioni hanno oscillazioni numeriche periodiche, a volte crescendo in modo esplosivo e poi calando improvvisamente.

Tali cicli sono legati a cicli nell'abbondanza di cibo

Per es rapaci notturni legati ai cicli dei micromammiferi a loro volta dipendenti dai cicli di produzione di semi nelle foreste.

Lemming e Gufo delle nevi



# ECOLOGIA

Popolazioni: fattori che determinano le dimensioni delle popolazioni

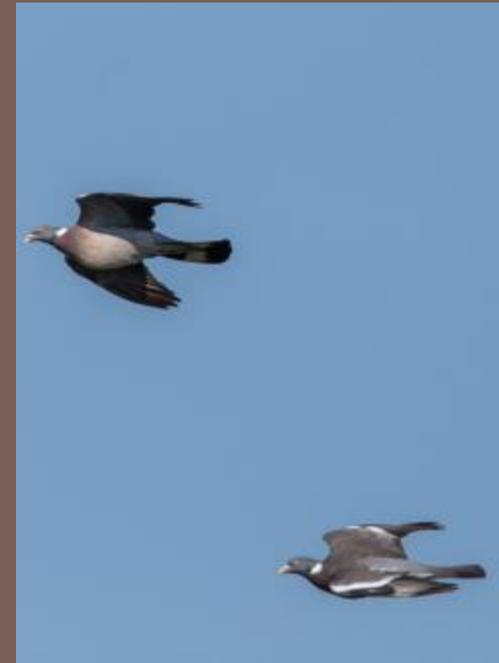
La velocità di crescita di una popolazione deriva dalle differenti velocità con cui operano questi fattori, i così detti tassi: di natalità, di mortalità, di emigrazione e di immigrazione.

-Riproduzione: mancanza di riproduzione, n. di pulli, tasso di sopravvivenza, n. di covate, età di maturazione sessuale, siti di riproduzione

-Longevità: rapporto con le dimensioni

-Immigrazione/emigrazione: popolazioni sink/source

-Mortalità: artificiale o naturale (vecchiaia, patologie, predazione etc)



FINE

GRAZIE A TUTTI PER L'ATTENZIONE!



Fotografianaturalistica.org  
By Paolo Taranto



**Corso di Ornitologia**  
La Biologia degli Uccelli



$\sqrt{1\%}$   
RADICEDILUNOPERCENTO