UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Corso di Laurea in Biologia

ELABORATO DI LAUREA

Preferenza per stimoli visivi per ottimizzare la conservazione di *Geronticus eremita*

Tutor: Prof. Christian Agrillo
Dipartimento di Psicologia Generale

Co-tutor: Dott. Camillo Sandri
Immersive Parks – Natura Viva

Laureanda: Giulia Bressan

ANNO ACCADEMICO 2024/2025

Indice

1. Introduzione 3
1.1. Biologia della specie 3
1.1.1. Stato di conservazione, progetti di reintroduzione e minacce..... 5
1.1.2. Arricchimento ambientale e approccio alla novelty..... 7
1.2. Obiettivi dello studio..... 10
2. Materiali e metodi 11
2.1. Area e soggetti dello studio.....11
2.2. Procedure e raccolta dati 14
2.3. Analisi dei dati 19
3. Risultati 21
3.1. Comportamento in presenza degli stimoli 21
3.2. Frequentazione delle aree degli stimoli..... 21
3.3. Preferenza per gli stimoli 25
4. Discussione 27
5. Bibliografia 33

1. Introduzione

1.1. Biologia della specie

L'ibis eremita (*Geronticus eremita*, L 1758) è una specie gregaria e migratoria appartenente alle *Threskiornithidae*, che comprendono specie di uccelli tipicamente tropicali e subtropicali come spatole e ibis. Al genere *Geronticus* appartiene un'unica altra specie, l'ibis calvo (*G. calvus*), diffuso in Africa meridionale e simile all'ibis eremita nell'aspetto, anche se privo della caratteristica corona di piume.

Gli individui adulti sono caratterizzati da un piumaggio nero, lucido e uniforme, con sfumature iridescenti; i pulcini, invece, presentano un piumaggio grigio scuro o nero opaco. Nei pulcini, fino ad un anno di vita, la testa è ricoperta da un piumaggio rado che lascia intravedere la cute color grigio chiaro e che dirada progressivamente nei giovani, da uno a due anni, e scompare completamente negli adulti, lasciando la testa completamente calva (Figura 1.1). Attorno alla nuca presentano una caratteristica corona di piume sottili e allungate, utilizzate anche nella comunicazione intraspecifica. Negli adulti zampe, testa e becco hanno un colore che va dal rosa chiaro al rosso, con sfumature più accese durante la stagione riproduttiva[1]; sulla testa sono presenti delle macchie grigie, diverse e caratteristiche ogni individuo. Quando nascono, gli individui hanno la cute completamente grigia, sia sulla testa che sulle zampe; crescendo, becco, zampe e infine testa assumono la colorazione tipica degli adulti (fra il secondo e il terzo anno). Gli occhi sono azzurro-grigi durante il primo anno di vita e assumono un colore dal giallo-ocra all'arancione con l'avanzare dell'età.

Figura 1.1 Individui di ibis eremita ospitati presso il parco Natura Viva: pulcino (a), giovane (b) e adulto (c). Foto di Giulia Bressan

Nella specie non è presente dimorfismo sessuale evidente, anche se, osservando gli individui in coppia o in gruppo, è possibile notare che le femmine hanno dimensioni del corpo, del becco e apertura alare leggermente inferiori a quelle dei maschi[2].

[1] È stato provato che l'intensità del colore della testa, oltre ad essere correlato allo stato ormonale e alla fase riproduttiva dell'individuo, riflette la variazione di temperatura corporea dell'individuo, correlando positivamente con la temperatura superficiale della testa e confermando l'ipotesi che la testa nuda dell'ibis svolge un'importante funzione di termoregolazione. Galván (2017), pp. 4, 7.
[2] Cano-Alonso (2024), p.2.

Gli individui sono monogami[3] e raggiungono la maturità sessuale fra i tre e i cinque anni, anche se il successo riproduttivo aumenta con l'avanzare dell'età[4]. Il corteggiamento, la formazione delle coppie e la costruzione del nido avvengono nell'arco della stagione primaverile (con alcune differenze a seconda dell'area geografica) e le coppie depongono fino a 4 uova di colore azzurro a macchie marroni. La cova dura ca. 28-30 giorni ed entrambi i genitori effettuano cure parentali, sia prima che dopo la schiusa. I pulcini, solitamente due per nidiata, vengono alimentati per il primo mese di vita, finché non sono in grado di volare e di trovare cibo in modo indipendente (normalmente a 40-50 giorni d'età).

Ibis eremita è un predatore generalista e si nutre principalmente di invertebrati (lumache, chiocciole, lombrichi e insetti), catturando occasionalmente anche piccoli vertebrati e senza disdegnare pesci, anfibi e roditori, vivi o morti[5]. Si alimentano durante il giorno, in gruppi anche molto numerosi: utilizzano il lungo becco per sondare il terreno, cercando prede fra i sassi e nei cespugli; inoltre, camminando in formazione compatta, sono in grado di individuare sia le prede nascoste che quelle che man mano emergono dal terreno[6].

Anche per quanto riguarda l'habitat ibis eremita risulta essere generalista, in quanto è in grado di vivere in aree diverse, dalle pianure aride, ai campi coltivati e alle zone litorali, anche a diverse altitudini. Predilige comunque zone aperte e prive di copertura arborea, che gli permettono un maggiore controllo del territorio e dei possibili predatori. Normalmente i luoghi di riposo sono sopraelevati, su alberi o infrastrutture umane. Per la costruzione dei nidi preferiscono dirupi e scogliere rocciose[7].

Le popolazioni naturali di ibis eremita possono adottare due diverse strategie di occupazione del territorio. La popolazione del Marocco, infatti, è prevalentemente sedentaria: gli adulti trascorrono l'anno in un'unica regione, in cui si riproducono e alimentano e solo i giovani dell'anno, una volta emancipati, possono scegliere di andare in dispersione verso sud per poi tornare alla zona di riproduzione quando raggiungono la maturità sessuale. Al contrario, le popolazioni che occupano il mediterraneo orientale hanno abitudini migratorie: dopo il periodo riproduttivo migrano verso sud, fino allo Yemen e poi all'Etiopia, dove trascorrono l'inverno

[3] Non è comunque raro osservare casi di promiscuità, sia in libertà che in cattività, soprattutto all'inizio del periodo riproduttivo. Cano-Alonso (2024), p. 14.
[4] Gli individui più adulti ed esperti arrivano per primi ai siti di nidificazione e possono dunque scegliere i nidi migliori. Cano-Alonso (2024), p. 14.
[5] Le abitudini alimentari possono variare nelle varie popolazioni naturali, semi-naturali e in cattività, anche in relazione all'area geografica e alla disponibilità di cibo; a seconda che gli individui si alimentino in aree di campagna o costiere, la dieta può consistere prevalentemente di gasteropodi, crostacei, ortotteri, coleotteri o rettili. Cano-Alonso (2024), p.13.
[6] Cano-Alonso (2024), p. 18
[7] Cano-Alonso (2024), pp. 5-6, 17.

per tornare a nord la primavera successiva.[8] Per quanto riguarda le popolazioni reintrodotte in Europa, gli individui del Proyecto Eremita sono stati abituati ad un regime di sedentarietà, mentre il progetto LIFE Northern Bald Ibis sta cercando di stabilire una popolazione migratoria, fra Germania, Austria e Italia centrale.

1.1.1. Stato di conservazione, progetti di reintroduzione e minacce

La Red List della IUCN (International Union for Conservation of Nature), un indicatore dello stato di salute della biodiversità a livello mondiale[9], classifica ibis eremita come "Endangered D" a livello globale[10] (Figura 1.2): gli individui sono concentrati al 95% in Marocco, presso il Parco Nazionale di Souss-Massa e nella regione di Tamri (ca. 700 individui fra adulti e giovani[11]), con piccole popolazioni che vivono fra lo Yemen e l'Etiopia e una in Turchia, mantenuta attualmente in condizioni di semi-libertà e dunque non auto-sostenibile[12]; la popolazione un tempo presente in Siria è considerata funzionalmente estinta[13].

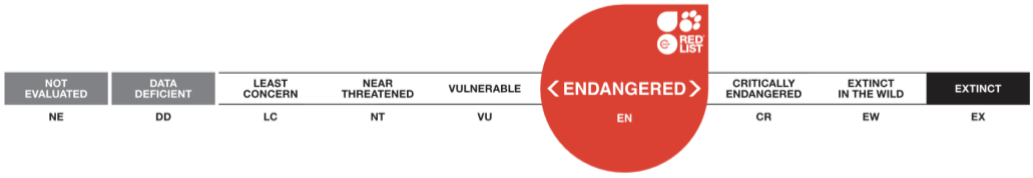

Figura 1.2 Classificazione di ibis eremita nel Global Assessment della specie. IUCN Red list.

A livello europeo, invece, la specie è considerata "Regionally extinct"[14]. Le popolazioni reintrodotte in Europa, infatti, in Spagna e sulle Alpi, rispettivamente dal Proyecto Eremita e dal LIFE Northern Bald Ibis, non sono al momento auto-sostenibili.

Il Proyecto Eremita ha avuto inizio nel 2004, grazie alla collaborazione fra lo Zoobotánico Jerez e il governo andaluso, con lo scopo di instaurare una

[8] Cano-Alonso (2024), pp. 11-12. Gli studi sulle rotte migratorie degli ibis erano stati condotti sull'ormai considerata estinta popolazione siriaca: non ci sono attualmente dati esaustivi sulla migrazione degli ibis attraverso la penisola arabica, anche se la presenza di un gruppo più o meno stabile di individui in Yemen è riconosciuta e confermata dalla IUCN (Birdlife International 2018).
[9] https://www.iucnredlist.org/about/background-history .
[10] BirdLife International 2018. La categoria D fa riferimento a specie che occupano un areale estremamente ristretto.
[11] Cano-Alonso (2024), p. 7.
[12] In seguito ad un declino drammatico della popolazione a partire dagli anni '50, a causa dell'uso intensivo di DDT, il governo turco ha messo in atto dei progetti di conservazione che si sono tradotti, al giorno d'oggi, in una popolazione stabile, che viene liberata da febbraio a luglio, per poi essere mantenuta all'interno di una voliera in inverno, in modo da evitare la migrazione. Böhm (2020), p. 937.
[13] Böhm (2020), pp. 938-939.
[14] BirdLife international 2021.

popolazione sedentaria, stabile e autosufficiente di ibis eremita nella regione[15]. Il primo gruppo di pulcini è stato allevato a mano da genitori umani adottivi, caratterizzati da una maglia nera e un casco a forma di ibis, e poi gradualmente liberato in natura. Successivamente sono stati introdotti nel gruppo giovani allevati dai genitori naturali e provenienti da altri giardini zoologici europei, in modo da facilitare l'integrazione e mantenere la variabilità genetica. Il progetto continua tuttora con queste modalità e ha portato, fino al 2023 alla reintroduzione di quasi 600 individui, che vivono stabilmente (al netto dei movimenti di dispersione dei giovani) e si riproducono in modo indipendente nel sud-ovest della Spagna.

In Europa centrale la prima colonia sedentaria di ibis eremita è stata instaurata, a partire dalla fine degli anni '90, dalla Konrad-Lorenz Research Station in Austria, a cui si è aggiunta una seconda colonia in Carinzia nel 2004. Questi individui vivono liberi, spostandosi fra le diverse zone di alimentazione e di nidificazione, e vengono alimentati esclusivamente durante l'autunno e l'inverno[16]. Dal 2001 è stata avanzata la proposta di combinare l'allevamento a mano dei pulcini con l'istituzione di una rotta migratoria che potesse collegare il sito di riproduzione con quello di svernamento[17]. Nel 2014 ha preso forma un progetto di reintroduzione europeo, il LIFE Northern Bald Ibis (LIFE+12), con l'obiettivo di instaurare una popolazione migratoria di ibis eremita in Europa centrale. A questo progetto partecipano attivamente otto partners, fra cui il parco Natura Viva; le operazioni di allevamento e guida alla migrazione sono condotte dal Waldrappteam, sotto la direzione del suo fondatore, Johannes Fritz. Questo primo progetto ha portato alla reintroduzione di 142 esemplari a nord delle Alpi, con un unico sito di svernamento presso l'oasi WWF di Orbetello (Toscana). Al primo LIFE ne è seguito un altro (LIFE20), diretto dallo zoo di Vienna, in collaborazione diretta con il Proyecto Eremita, che mira a sviluppare ulteriormente la popolazione, in modo che essa diventi auto-sostenibile, e a contrastare le minacce alla sopravvivenza della specie.

All'interno di questo progetto i pulcini vengono allevati a mano da genitori adottivi identificabili da una maglietta gialla e poi trasferiti in una voliera. Dopo ca. un mese vengono effettuati i primi voli, progressivamente più lunghi, in cui gli ibis imparano a seguire il genitore adottivo che si trova sopra ad un ultraleggero con un pilota[18].

---

[15] https://www.zoobotanicojerez.com/proyecto-eremita .

[16] L'analisi degli spostamenti degli individui di queste colonie ha mostrato che gli ibis, sia adulti che giovani, frequentano le stesse aree di alimentazione e riproduzione da un anno all'altro, con una certa variabilità individuale, legata alla preferenza per alcuni dei siti. Puehringer-Sturmayr (2022).

[17] Fritz (2017), pp. 111-112. L'idea della *human lead migration* ha preso le mosse da recenti tentativi di insegnare delle rotte migratorie ad una popolazione di oche lombardelle (*Anser erythropus*), dalla Scandinavia alla Germania, e ad una di gru americana (*Grus americana*), in America.

[18] L'adattamento dell'ultraleggero alle necessità di volo degli ibis è stata una delle sfide principali del progetto, in quanto è stato necessario individuare la giusta velocità e il miglior stile di volo sulla base delle caratteristiche fisiche e fisiologiche degli animali. Fritz (2017), pp. 114-115.

L'addestramento si considera completato a metà agosto, in modo che i giovani dell'anno siano pronti ad iniziare la migrazione, che nel corso del mese di settembre li porta al sito di svenamento in Toscana. Qui gli ibis vengono inizialmente ospitati in una voliera e la presenza dei genitori adottivi viene progressivamente ridotta; al termine del periodo di abituazione, gli ibis vengono liberati, integrandosi ai gruppi già presenti. Da qui gli individui sono in grado di tornare ai siti di riproduzione in primavera, così da continuare in modo indipendente ogni anno la riproduzione e il ciclo migratorio[19]. Queste iniziative hanno permesso di instaurare, al 2024, una popolazione di 280 individui.

Nonostante gli sforzi messi in atto per tutelare le popolazioni naturali in Marocco e le popolazioni reintrodotte in Europa, sono ancora numerose le minacce che gli ibis affrontano quotidianamente e la mortalità risulta ancora alta. Attualmente, la minaccia principale è rappresentata dall'uomo: la caccia illegale è una delle cause principali di mortalità all'interno del progetto LIFE, in particolare in Italia, dove le misure di prevenzione e le sanzioni sono state implementate dal 2014; purtroppo, la cattura per il consumo umano o come trofei è ancora frequente anche nella penisola arabica[20]. A questa minaccia si aggiungono l'uso estensivo di insetticidi, il conflitto (con l'uomo e con altre specie) nei siti di nidificazione e, in particolare, l'elettrocuzione su linee elettriche non protette, che vengono utilizzate come posatoi notturni. Per ridurre il rischio di elettrocuzione durante la migrazione, si sta procedendo, nel contesto del progetto LIFE20, all'installazione di protezioni su pali elettrici in Austria e nel sud della Germania, in corrispondenza di dove si trovano i siti di alimentazione e nidificazione[21].

1.1.2. Arricchimento ambientale e approccio alla novelty

Gli animali ospitati nei parchi zoologici sono esposti ad un ambiente controllato che può, in alcuni casi, non rispecchiare la complessità dell'ambiente naturale. Questo comporta che gli individui non abbiano l'occasione di mettere in atto tutti quei comportamenti che farebbero parte del loro repertorio naturale ma che, per qualche ragione, non risultano necessari o attuabili all'interno dei giardini zoologici. La mancata possibilità di esprimere comportamenti naturali può risultare in un abbassamento della qualità della vita degli animali, sia dal punto di vista della salute fisica sia per quanto riguarda l'aspetto psicologico, portando allo sviluppo di

[19] Fritz (2017), pp. 113-115; Böhm (2020), pp. 941-942.
[20] Cano-Alonso (2024), p. 8.
[21] Annual report 2024. Queste misure di protezione andranno a tutelare anche molte altre specie di grossi uccelli, come gli avvoltoi, che normalmente creano dei corti circuiti sui cavi a causa dell'apertura alare (Fritz 2017, p.118; https://4vultures.org/our-work/tackling-threats/).

comportamenti anomali e ripetitivi come le stereotipie, se non anche, nei casi più estremi, a vere e proprie patologie.

La crescente attenzione rivolta all'etica e al benessere animale, insieme ad una sempre maggiore comprensione dell'etologia delle diverse specie, ha portato i moderni giardini zoologici a mettere in atto delle strategie per permettere agli animali ospitati di esprimere tutta la varietà di comportamenti che avrebbero in natura, con conseguenze positive dal punto di vista sia psicologico che fisiologico. Queste strategie prendono il nome di arricchimenti ambientali e possono interessare diversi aspetti della quotidianità degli animali. L'arricchimento sociale si ha quando gli individui hanno la possibilità di interagire ed interfacciarsi con altri della stessa specie o di specie diverse, come accade ad esempio nei mixed exhibit (reparti che ospitano specie diverse, ma che spesso hanno simile provenienza geografica o habitat); l'arricchimento fisico consiste nel modificare, aggiungere o togliere alcuni elementi dal reparto in cui gli animali vivono, stimolando comportamenti di esplorazione e approccio alla novità; l'arricchimento sensoriale consiste nel presentare agli individui oggetti che ne stimolano il mondo sensoriale, come la vista (forme, colori, illusioni ottiche), l'olfatto (spezie o altre sostanze odorose, materiale proveniente da altri reparti) o il tatto (oggetti di diversa consistenza da poter manipolare); l'arricchimento cognitivo consiste nel presentare agli animali un "problema", un rompicapo da risolvere in modo da ottenere una ricompensa, per il quale devono ricorrere ad abilità cognitive di diverso tipo (spaziali, sociali o mnemoniche); l'arricchimento alimentare consiste nel fornire agli individui del cibo, solitamente in quantità ridotta, non immediatamente accessibile, ma che si devono procurare mettendo in atto comportamenti naturali (come il *foraging*, l'esplorazione dell'area, la manipolazione, la "cattura"). Queste tipologie di arricchimento possono influenzare in misura variabile e più o meno significativa le diverse categorie comportamentali dei soggetti (l'esplorazione, la cura del corpo e la pulizia, il gioco, il riposo o la ricerca di cibo): di conseguenza, la rotazione di arricchimenti è a sua volta una strategia da considerare per permettere agli animali di esprimere, nella quotidianità, un repertorio sano e completo di comportamenti. L'esposizione ad un ambiente "arricchito" e complesso permette inoltre agli animali di sviluppare una sorta di "familiarità" nei confronti dei cambiamenti che possono avvenire nell'ambiente stesso, come l'introduzione di nuovi oggetti, strutture, individui o fonti di cibo (*novelty*)[22].

[22] Studi condotti su amazzoni aliarancio (*Amazona amazonica*) hanno investigato i livelli di neofobia in individui ospitati in condizioni normali o "arricchite" (Meehan, 2002) e in individui esposti a diversi arricchimenti alternati fra di loro o sempre agli stessi ripetutamente (Fox, 2007), trovando una diminuzione dei tempi di latenza e dunque della paura nell'avvicinarsi ad oggetti non noti, pur con una certa variabilità individuale.

È da tenere in considerazione che la reazione alla *novelty*, o risposta neotica, può assumere due diverse forme: la neofobia e la neofilia. La neofobia è l'avversione che un individuo manifesta nell'avvicinarsi a del cibo, ad un oggetto o ad un luogo, semplicemente perché nuovo; la neofilia, al contrario, è l'attrazione spontanea che un individuo prova nei confronti di oggetti, cibi e luoghi proprio perché nuovi[23]. Queste due dimensioni si intersecano fra loro per andare a definire l'etologia e l'ecologia di una specie: la neofobia come risposta a pericoli inerenti all'ambiente in cui un animale vive, la neofilia come reazione a potenziali benefici derivanti dallo sfruttamento di nuove risorse[24]. A questo bilanciamento fra diverse esigenze ecologiche contribuisce anche l'aspetto sociale della specie: la presenza di un gruppo di conspecifici (o di individui di altre specie) può alterare la risposta neotica dell'individuo in un senso o nell'altro e diversi individui possono manifestare risposte diverse a seconda della loro rango e ruolo all'interno del gruppo[25].

La conoscenza della risposta neotica tipica di una specie, pur con le differenze che si riscontrano a livello individuale, può permettere di identificare quali oggetti potrebbero risultare più stimolanti per la specie stessa, in modo da generare una reazione negli individui senza provocare loro stress o alterarne la routine[26]. La progettazione di arricchimenti mirati e costruiti sulla base delle reali richieste etologiche degli individui, unita all'osservazione e allo studio del comportamento degli individui stessi nel momento in cui si introduce un elemento nuovo nell'ambiente, sono dunque fondamentali per assicurare il benessere delle diverse specie all'interno dei giardini zoologici.

L'arricchimento ambientale, dunque, non solo favorisce la corretta espressione del repertorio comportamentale degli animali ospitati in ambiente controllato, ma ne migliora la salute e anche il successo riproduttivo (particolarmente rilevante per specie coinvolte in progetti di conservazione, riproduzione o reintroduzione in natura)[27]. Inoltre, aspetto non trascurabile in un giardino zoologico, spesso questi arricchimenti risultano attrattivi anche per il pubblico, che può partecipare alla loro

---

[23] Greenberg (2003), p. 179. I livelli di neofobia e di neofilia possono essere osservati introducendo nell'ambiente di studio (in un laboratorio, in un giardino zoologico o in natura) degli oggetti nuovi e misurando la risposta nei confronti di questi oggetti, sia in termini di latenza all'avvicinamento, sia in termini di comportamenti manifestati. Un tipico approccio consiste nell'osservare la propensione di un individuo a del cibo particolarmente gradito se questo si trova vicino ad un oggetto sconosciuto (von Dosky, 2016, p. 21).
[24] Greenberg (2003), p. 185.
[25] Greenberg (2003), p. 188; Hall (2018), p. 11: ad esempio, individui di rango basso manifestando una maggiore neofilia e dunque una tendenza ad esplorare nuovi luoghi e fonti di cibo, mentre gli individui di rango superiore sono solitamente più neofobici, preferendo accaparrarsi risorse già note e quindi considerate più sicure.
[26] Hall (2018), pp. 3-4.
[27] Fox (2007), p. 108. L'autore sottolinea che programmi efficaci di arricchimento aumentano anche la validità delle ricerche condotte sugli animali.

creazione e osservare i comportamenti che le diverse specie mettono in atto in risposta ad essi.

1.2. Obiettivi dello studio

L'obiettivo di questo studio consiste nel contribuire allo sviluppo della conoscenza sull'ibis eremita, in modo che possano essere messe in atto misure di conservazione sempre più mirate e adeguate.

Una delle principali cause di mortalità degli ibis reintrodotti in natura, soprattutto in Europa centrale, è l'elettrocuzione. Gli ibis, infatti, come molti altri uccelli, utilizzano i tralicci come posatoi notturni o luoghi di riposo. Quando queste strutture non sono adeguatamente rivestite, l'apertura delle ali può causare un cortocircuito, facendo sì che gli animali ricevano una scossa elettrica spesso mortale e che può colpire diversi individui contemporaneamente. Il progetto LIFE Northern Bald Ibis ha tra i suoi obiettivi quello di limitare la mortalità degli individui legata all'elettrocuzione e fra le azioni messe in atto vi è la collaborazione con aziende tedesche e austriache per rivestire i pali elettrici in modo che non possa avvenire il cortocircuito. Queste protezioni consistono in strutture di plastica di colore rosso o nero che rivestono gli elementi a rischio dell'infrastruttura.

Come si evince dal Report Annuale 2024 pubblicato dal Waldrappteam e dallo zoo di Vienna e come comunicato durante il convegno Symposium on the Northern Bald Ibis tenutosi in Andalusia a Marzo 2025. queste misure preventive stanno avendo successo: gli ibis si posizionano sopra di esse e sono dunque schermati da eventuali scosse elettriche.

In questo contesto si inserisce lo studio, con l'intenzione di indagare, fra le ragioni del successo di queste misure, se la forma o il colore delle strutture di rivestimento abbiano un ruolo nella scelta degli ibis di posarsi su di esse. Per affrontare questo studio, ci si è posti due principali obiettivi: analizzare il comportamento degli ibis in presenza degli stimoli e per la durata dell'esposizione ad essi, monitorando eventuali cambiamenti o manifestazioni insolite (anche interpretando gli stimoli stessi come degli arricchimenti ambientali); osservare l'interazione con gli stimoli, le modalità e la durata di essa per riscontrare una eventuale preferenza degli ibis per uno o l'altro dei due stimoli.

Questo studio preliminare apre le porte a futuri studi volti a comprendere il mondo sensoriale dell'ibis eremita e gli eventuali processi cognitivi alla base del suo comportamento contribuendo così ad una migliore comprensione della specie e dunque ad una maggiore capacità di tutela nei suoi confronti.

2. Materiali e metodi

2.1. Area e soggetti dello studio

Lo studio è stato condotto presso il parco Natura Viva (logo in Figura 2.1), un giardino zoologico situato a Bussolengo (VR) nelle vicinanze del lago di Garda e parte del circuito EAZA (*European Association of Zoos and Aquaria*), affiliazione che ne certifica l'approccio etico alla gestione degli animali in ambiente controllato e l'attenzione per il benessere animale. Il parco, inaugurato nel 1969 e progressivamente ampliato, ospita circa 1500 animali di 200 specie diverse, divisi per provenienza geografica nei cinque continenti: Africa, Oceania, Asia, America ed Europa. L'attività del parco si basa su tre principali fondamenti: conservazione, ricerca ad educazione. Ospitando al suo interno numerose specie minacciate, ne permette la conservazione e – in alcuni casi –la riproduzione; la collaborazione con università, associazioni ed enti di ricerca permette di ampliare le conoscenze sulle diverse specie, per ottimizzarne la gestione in ambiente controllato e in natura; infine, la sensibilizzazione del pubblico svolge un ruolo fondamentale per aumentare l'attenzione nei confronti della Natura, educando le nuove generazione al rispetto dell'ambiente e alla salvaguardia del mondo animale. Attraverso gli impegni della sua Fondazione, il parco è in grado di partecipare a numerosi progetti di conservazione, sia *in situ* (nell'habitat di origine delle specie) che *ex situ* (in ambiente controllato): fra i più rilevanti si possono annoverare il progetto Bisonte europeo, il progetto Seychelles (per la tutela di testuggini e pipistrelli), il progetto di riproduzione dell'Avvoltoio reale indiano, il progetto Leopardo delle nevi e il progetto Ibis eremita. In particolare, il parco Natura Viva è partner attivo del progetto LIFE Northern bald ibis e contribuisce sia al programma di conservazione sia all'educazione ambientale che alla ricerca scientifica.

Figura 2.1 Logo del parco Natura Viva

La colonia ospitata al parco è composta da 22 individui, di cui 16 adulti (nati prima del 2023), 4 giovani (nati fra il 2023 e il 2024) e 2 pulcini, nati a maggio 2025 (Tabella 2.1).

Tabella 2.1 Elenco degli ibis appartenenti alla colonia ospitata presso il parco Natura Viva, con indicazione dell'anello identificativo, del sesso, dell'anno di nascita e della classe d'età. Con l'asterisco (*) sono indicati gli individui oggetto della raccolta dati con registrazione continua e campionamento ad animale focale. Con due asterischi (**) sono indicati gli individui privi di anello identificativo; i pulcini sono stati indicati in riferimento al nido occupato dai genitori.

ANELLO IDENTIFICATIVO	**SESSO**	**ANNO DI NASCITA**	**CLASSE D'ETÀ**
*W/O***	F	*undetermined*	adulto
*ROSSO YV**	F	2004	adulto
VERDE YZ	F	2006	adulto
*BLU NU**	M	2016	adulto
BLU HD	M	2018	adulto
*BLU TX**	M	2018	adulto
BLU ZV	F	2018	adulto
*BLU CU**	M	2020	adulto
*BLU TN**	F	2020	adulto
BLU ZF	F	2020	adulto
*VERDE ZH**	M	2021	adulto
*VERDE PA**	F	2021	adulto
*VERDE YS**	M	2021	adulto
ROSSO SP	M	2022	adulto
ROSSO YS	M	2022	adulto
ROSSO YW	M	2023	giovane
*ROSSO FT**	F	2024	giovane
ROSSO TS	*undertermined*	2024	giovane
ROSSO ZX	*undertermined*	2024	giovane
*ROSSO ZZ**	*undertermined*	2024	giovane
*Pulcino nido 1***	F	2025	pulcino
*Pulcino nido 4***	F	2025	pulcino

Gli individui, durante lo studio, sono stati riconosciuti tramite gli anelli identificativi, posizionati sulla zampa: ogni esemplare è identificato da un colore e una combinazione di due lettere (Figura 2.2). I due pulcini, al momento dello studio, non erano ancora muniti di anello, per cui non è stato possibile identificarli. Qualora gli anelli non fossero visibili, gli individui sono stati identificati attraverso peculiari caratteristiche fisiche o grazie alle macchie presenti sulla testa, diverse in ogni individuo.

Figura 2.2 Coppia di ibis con anelli identificativi; sono visibili le macchie cutanee sulla testa che ne permettono il riconoscimento. Foto di Giulia Br

Gli ibis sono ospitati in una voliera nella zona "Europa", nella parte più alta e boschiva della sezione pedonale del parco (Figura 2.3). La voliera, che un tempo ospitava anche degli esemplari di grifone (*Gyps fulvus*), misura 169 m^2, con un perimetro di 51.44 m e un'altezza di ca. 7 m[28]. All'interno sono presenti numerosi posatoi, delle piattaforme e nove diversi nidi, di cui sei raggruppati in uno stabulario e utilizzati regolarmente dalle coppie, anche al di fuori del periodo riproduttivo, seppur più sporadicamente. Nella voliera si trovano anche numerosi cespugli, due casette in legno, che fungono da riparo e da mangiatoie, rocce e tronchi, su cui gli ibis possono salire e che servono da arricchimento ambientale. Il terreno della voliera è irregolare, con un substrato di erba e sassi, in modo da poter stimolare l'esplorazione da parte degli ibis e la ricerca di cibo a terra. Nella parte centrale, in parte riparata dalla vista dei visitatori, è presente una vasca con acqua corrente, in cui gli ibis entrano per mangiare, bere e, talvolta, anche farsi il bagno. È presente un unico punto di osservazione, con quattro finestre a diverse altezze, che offrono ai visitatori uno sguardo complessivo ma parziale sulla voliera, in modo che gli ibis abbiano a disposizione anche zone non visibili al pubblico.

Figura 2.3 Inquadrature della voliera degli ibis: stabulario con nidi (a) e parte centrale con vasca e punto di alimentazione (b). Foto di Giulia Bressan.

[28] Spiezio et al. (2018)

Il cibo viene fornito dai keeper una volta al giorno, solitamente fra le 9:00 e le 11:00 del mattino. Carne macinata, pulcini e pesce vengono alternati e collocati all'interno della vasca, in ciotole, mentre le tarme sono sparse per la voliera come arricchimento alimentare[29]. Come integrazione alla dieta viene fornito inoltre del pellet specifico, posizionato in una delle casette di legno.

2.2. Procedure e raccolta dati

Lo studio è stato condotto da giugno ad agosto 2025, suddiviso in quattro diverse fasi: una fase preliminare, una fase di abituazione e due diverse fasi di raccolta dati. Durante tutte le fasi il comportamento degli ibis è stato osservato dall'esterno della voliera, a livello dell'osservatorio, sia in presenza che in assenza di visitatori (Figura 2.4).

Figura 2.2 Postazione di osservazione e modalità di registrazione dei dati.

La fase preliminare è servita ad abituare gradualmente gli ibis alla presenza dell'osservatore, in modo che non ne fossero influenzati durante le fasi di raccolta dati, e a permettere l'identificazione e il riconoscimento di tutti gli individui della colonia da parte dell'osservatore. In questa fase è stato possibile realizzare l'etogramma per categorie comportamentali grazie alle osservazioni dirette e a quanto presente in letteratura (Tabella 2.2). L'etogramma è stato utilizzato nelle fasi successive dello studio[30].

La fase di abituazione ha previsto l'introduzione di due diversi stimoli all'interno della voliera, in modo da abituare gli ibis alla presenza di oggetti nuovi all'interno dell'ambiente.

Tabella 2.2 Etogramma per categorie comportamentali compilato e utilizzato durante lo studio. L'elenco di comportamenti è basato sull'osservazione della colonia nella fase preliminare e su precedenti studi su Ibis

[29] Per la durata dell'esperimento, le tarme non sono state sparse per la voliera, ma posizionate esclusivamente sopra gli stimoli, in modo da stimolare l'interesse degli ibis.
[30] L'etogramma è stato compilato utilizzando come base quello realizzato da Spiezio et al. (2018).

eremita (Spiezio et al., 2018). I comportamenti sono suddivisi in comportamenti individuali e comportamenti sociali. In tabella viene riportato il nome della categoria comportamentale, la sigla utilizzata nella raccolta dati e la definizione operativa.

INDIVIDUAL BEHAVIOUR	**IB**	
Attentive	AT	Muovere la testa e allungare il collo o osservare qualcosa nell'ambiente.
Comfort	CO	Comportamenti di cura dell'individuo, sistemarsi le penne con il becco, grattarsi, stiracchiarsi e aprire le ali al sole.
Foraging	FO	Cercare cibo nel terreno, rami o tronchi, con il becco; manipolare oggetti con becco e zampe.
Locomotion	LO	Volare, saltare, planare da un punto all'altro della voliera o camminarvi attraverso; cambiamenti repentini di comportamento in presenza di segnali di pericolo.
Feeding	FE	Mangiare il cibo fornito in uno dei punti di alimentazione o bere.
Maintenance	MA	Comportamenti involontari e fisiologici, defecare, sbadigliare e arieggiare la gola.
Rest	RE	Stare fermo su una o entrambe le zampe, o appoggiato a terra, con la testa piegata sulle spalle, rivolta all'indietro o fra le ali.
SOCIAL BEHAVIOUR	**SB**	
Affiliative	AF	Sistemare le penne di un conspecifico, altri display affettivi fra individui e coppie (muovere la testa e scuotere il becco, prendersi cura del nido), vocalizzazioni; cambi repentini di comportamento del gruppo, in presenza di segnali di pericolo.
Aggressive	AGB	Inseguire, beccare o balzare contro un conspecifico; arruffare le timoniere, spalancare il becco; rubare cibo.
NOT VISIBLE	**NV**	

Gli stimoli utilizzati in questo studio (Figura 2.5b-c) sono stati realizzati prendendo come ispirazione le coperture di protezione dei pali elettrici installati in Austria e in alcune zone del sud della Germania (Figura 2.5a) per limitare la minaccia dell'elettrocuzione, in particolare durante il periodo di migrazione[31]. Gli stimoli sono stati realizzati con materiali sicuri per l'eventuale interazione con gli animali e posizionati su un supporto in compensato in modo che potessero essere appesi alla rete della voliera. I due stimoli utilizzati presentano la stessa forma ma un diverso colore: il primo è completamente nero (stimolo N), il secondo presenta un "becco" rosso (stimolo RN).

[31] Annual Report 2024, LIFE Northern Bald Ibis

Figura 2.4 Strutture di protezione ai pali elettrici (a; da Annual Report 2024, foto di C. Esterer), stimolo N (bcentro), stimolo RN (c).

Gli stimoli sono stati posizionati ad un'altezza di ca. 2 m da terra, nel lato destro della voliera, rispetto all'osservatorio, in modo che fossero frontali rispetto ai nidi e posatoi principali utilizzati dagli ibis (Figura 2.6).

Figura 2.3 Stimoli posizionati in alto durante la fase di abituazione e la Fase 1. Foto di Giulia Bressan.

La fase di abituazione è stata necessaria da parte degli ibis per superare la novità di un elemento nuovo e sconosciuto posizionato all'interno della voliera e preparare gli animali alla fase di raccolta dati vera e propria e consentire così di valutare le interazioni e le preferenze degli animali verso gli stimoli.

Dopo la fase preliminare e la fase di abituazione è stato possibile effettuare la raccolta dei dati comportamentali. La prima fase di raccolta dati (*Fase 1*) è stata condotta per un totale di otto giornate di osservazione da quattro ore l'una (indicativamente dalle 10:30 alle 14:30). Gli stimoli sono stati posizionati dai keeper contemporaneamente alla somministrazione del pasto, in modo da stimolare un'associazione positiva con il momento del posizionamento dello stimolo. Inoltre, sul supporto alla base di ciascuno stimolo sono state collocate delle tarme, come rinforzo positivo nell'interazione con lo stimolo. Gli stimoli sono stati inseriti tutti i giorni nella stessa posizione, con lo stimolo N a destra e lo stimolo RN a sinistra, rispetto all'osservatore. Nella *Fase 1* (raccolta dati con stimoli alti) è stata svolta una raccolta dati con registrazione continua e campionamento ad animale focale (Altmann, 1974) attraverso l'osservazione diretta degli individui. Sono stati scelti

in modo casuale 10 individui dei venti riconoscibili (i pulcini sono stati esclusi essendo privi di anello identificativo). Ciascuna sessione di raccolta dati comportamentale per ciascun individuo aveva la durata di 10 minuti. La *Fase 1,* costituita da 8 giornate di raccolta dati, è stata suddivisa in due sottofasi, chiamate *Fase 1A* e *Fase 1B*, costituite da quattro giornate di osservazione l'una.

Per individuo e per ciascuna sottofase sono state effettuate 4 sessioni di raccolta dati per un totale di 40 minuti di osservazione. Complessivamente per i 10 individui osservati e per sottofase sono stati effettuati 400 minuti di osservazione. Considerando l'intera Fase 1 la raccolta dati ha visto 8 giornate di sessioni osservative, ciascuna giornata costituita da 10 sessioni di raccolta dati della durata di 10 minuti ciascuna per ciascun soggetto. Complessivamente nella *Fase 1* sono stati effettuati 800 minuti di osservazione per un totale di 48000 secondi di osservazione (4800 secondi per ogni individuo). In questa fase sono state registrate le durate dei comportamenti individuali e sociali manifestati da ciascun individuo in presenza degli stimoli.

La seconda fase di raccolta dati (*Fase 2* – stimoli bassi) è consistita in cinque giornate consecutive di osservazione, da cinque ore l'una (indicativamente dalle 10:00 alle 15:00). Ogni giornata è stata suddivisa in periodi: un'ora di osservazione prima di introdurre gli stimoli (*pre H1*), tre ore di osservazione con stimoli presenti (*during – H2, H3, H4*) e un'ora di osservazione dopo aver ritirato gli stimoli (*post H5*).

Gli stimoli sono stati posizionati a livello del terreno, a circa 20 cm da terra, in modo che fossero leggermente sopraelevati, ma comunque accessibili a tutti gli individui della colonia (Figura 2.7). Lo stimolo N è stato posizionato a destra e lo stimolo RN a sinistra rispetto all'osservatore, ad una distanza di 1 m l'uno dall'altro. Sulle basi degli stimoli, oltre alle tarme, sono state posizionate anche delle foglie, rami e pezzi di corteccia, mascherando il colore chiaro del supporto, in modo da renderlo più omogeneo al substrato.

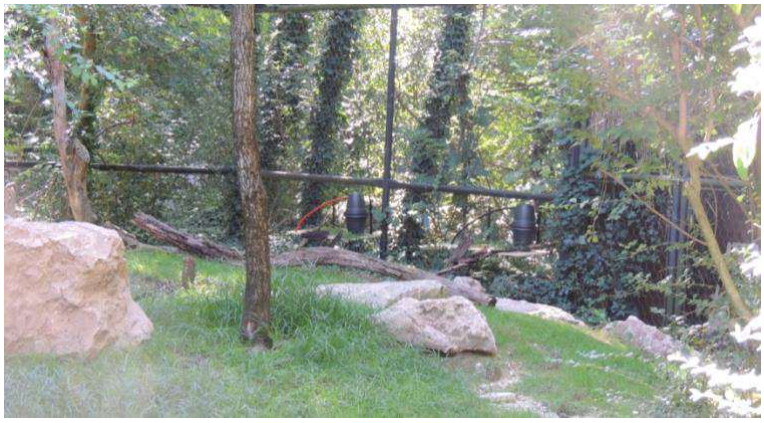

Figura 2.5 Stimoli posizionati in basso durante la Fase 2. Foto di Giulia Bressan.

In quattro giornate di presentazione degli stimoli bassi è stata svolta una raccolta dati con registrazione continua e campionamento ad animale focale, esclusivamente nelle tre ore in cui erano presenti gli stimoli (periodo *during*), focalizzata sugli stessi 10 individui della fase precedente e con le stesse modalità utilizzate nella prima fase di raccolta dati. Per individuo sono state effettuate 4 sessioni di raccolta dati, per un totale di 40 minuti di osservazione. Complessivamente per i 10 individui osservati sono stati effettuati 400 minuti di osservazione. Ciascuna giornata ha previsto 10 sessioni di raccolta dati della durata di 10 minuti ciascuna per ciascun soggetto. Complessivamente nella *Fase 2* sono stati effettuati 400 minuti di osservazione per un totale di 24000 secondi di osservazione (2400 secondi per ogni individuo). Sono state registrate le durate dei comportamenti individuali e sociali manifestati da ciascun individuo in presenza degli stimoli.

È stata condotta inoltre una raccolta dati ad "area focale" per le cinque ore complessive di osservazione, con il supporto di una videocamera e successiva analisi dei filmati. La videocamera è stata posizionata in modo da inquadrare sia gli stimoli che l'area ad essi circostante. L'"area dello stimolo" è stata definita delimitando un perimetro visivo utilizzando dei punti di riferimento presenti nel reparto e non movibili come grossi massi e alberi che potessero poi aiutare nella raccolta dati. Quest'area è stata suddivisa in due sotto-aree, rispettivamente una per lo stimolo N e una RN così da poter individuare il momento di ingresso e di uscita per ognuna di esse (Figura 2.8). I video sono stati analizzati raccogliendo le frequenze degli ingressi di ciascun individuo sia nell'area intera dello stimolo che nelle sotto-aree nelle cinque ore (H1, H2, H3, H4, H5). Inoltre, è stato raccolto il tempo di permanenza di ciascun individuo all'interno di ciascuna area per ciascun ingresso nelle cinque ore (H1, H2, H3, H4, H5).

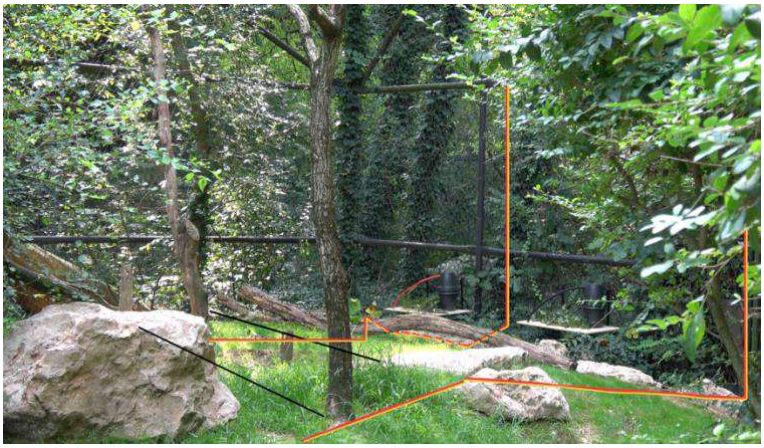

Figura 2.6 Estratto dall'analisi video, con linee di prospettiva utilizzare per registrare i movimenti degli ibis fra le due aree.

2.3. Analisi dei dati

I dati raccolti sono stati inseriti su fogli di lavoro di Excel ed analizzati utilizzando il software di analisi statistica XLSTAT. Per mantenere un approccio più conservativo, sono stati utilizzati test statistici non parametrici. Come livello di significatività è stato scelto $p < 0{,}05$.

Per verificare l'effetto nel tempo della presenza degli stimoli è stato utilizzato il test di Friedman, confrontando la durata dei comportamenti manifestati dagli individui nelle tre diverse fasi (Fase *1A, Fase 1B, Fase 2*). Come test *post-hoc* è stato utilizzato il test di Nemenyi, in modo da individuare eventuali differenze nella durata dei comportamenti confrontando due alla volta le fasi di raccolta dati.

Per verificare se vi fosse una preferenza per uno stimolo rispetto all'altro, focalizzando l'attenzione sull'area degli stimoli in presenza degli stimoli è stata condotta l'analisi della preferenza per l'area dello stimolo N o dello stimolo RN utilizzando l'indice di preferenza (*IP*):

$$IP = \frac{N - RN}{N + RN}$$

Nella formula N fa riferimento al numero di ingressi nell'area dello stimolo N e RN fa riferimento al numero di ingressi nell'area dello stimolo RN. In questo modo è stato possibile ottenere un valore compreso fra -1 e 1, dove i valori negativi indicano una preferenza per l'area dello stimolo RN e i valori positivi una preferenza per l'area dello stimolo N. Per analizzare il livello di significatività dei valori è stato utilizzato il test binomiale *z-score*, che permette di individuare risultati significativi quando questi hanno un valore *z-score* < -1,96 o *z-score* > 1,96. Il test binomiale *z-score* è stato utilizzato solo quando il numero totale di eventi (ingressi nell'area dello stimolo N sommati a ingressi nell'area dello stimolo RN) era superiore a otto. Gli indici di preferenza di ciascun individuo sono stati analizzati attraverso il test dei segni per ranghi di Wilcoxon per un solo campione, in modo da verificare l'andamento della preferenza a livello di gruppo.

Per verificare se vi fossero differenze nella frequentazione dell'area dello stimolo da parte degli ibis anche in assenza degli stimoli, il numero di ingressi osservato nelle due diverse aree (stimolo N e stimolo RN) e nei due diversi periodi (*pre H1 – senza* stimoli e *during H2 – con la presenza degli stimoli*) viene confrontato utilizzando il test del chi-quadrato. Infine, il test dei segni per ranghi di Wilcoxon è stato utilizzato per confrontare le durate trascorse nelle diverse aree dagli individui nel periodo *pre* H1 e *during* H2 in base allo "stimolo" (N / RN)[32].

[32] Tutti i soggetti dello studio sono stati esposti ad entrambi gli stimoli in entrambi i periodi.

3. Risultati

Questo studio ha come obbiettivo indagare il comportamento di una colonia di ibis eremita in relazione alla presenza, all'interno del reparto, di due diversi stimoli, realizzati su modello delle protezioni utilizzate in Austria e Germania per limitare il rischio di elettrocuzione degli animali reintrodotti in natura.

È stato analizzato il *time budget* degli individui durante l'esposizione agli stimoli, considerando gli stimoli stessi come un arricchimento ambientale e dunque osservandone gli effetti sulle manifestazioni comportamentali degli individui. Si è inoltre valutata l'eventuale preferenza, a livello individuale e di gruppo, per uno o l'altro stimolo, osservando il numero di ingressi nell'area circostante gli stimoli e l'interazione con essi.

Di seguito vengono riportati i risultati.

3.1. Comportamento in presenza degli stimoli

Come si può osservare dalla Figura 3.1, che mostra le percentuali delle durate delle diverse categorie comportamentali manifestate dal gruppo di dieci ibis durante le tre fasi di raccolta dati (*Fase 1A*, *Fase 1B* e *Fase 2*), le categorie comportamentali maggiormente manifestate durante tutta la durata dello studio sono state *Attentive* e *Comfort*. *Attentive* è risultato essere il comportamento prevalentemente osservato durante la *Fase 1A* (30%) e la *Fase 1B* (32%), mentre è il *Comfort* ad essere maggiormente manifestato nella *Fase 2* (31%). I comportamenti individuali osservati in minor misura sono stati *Maintenance* (1%, 2% e 0% rispettivamente nella *Fase 1A*, *Fase 1B* e *Fase 2*) e *Rest* (3% in tutte le tre fasi). Anche i comportamenti sociali, sia affiliativi che agonistici, sono stati poco manifestati dagli ibis (*Affiliative* 2%, 1% e 2% e *Aggressive* 3%, 1% e 1%, rispettivamente nelle *Fase 1A*, *Fase 1B* e *Fase 2*).

Dall'analisi statistica volta a confrontare la manifestazione dei comportamenti nelle tre diverse fasi, non emergono differenze significativo nella manifestazione dei diversi comportamenti (test di Friedman: $p > 0{,}05$).

3.2. Frequentazione delle aree degli stimoli

L'andamento con cui gli ibis hanno frequentato l'area degli stimoli (intesa complessivamente come area circostante gli stimoli N e RN) varia fra i diversi periodi (*pre H1*, *during H2, H3, H4* e *post H5*) e nelle diverse ore. Come si può osservare dalla Figura 3.2, nel periodo *post H5* si registra complessivamente il

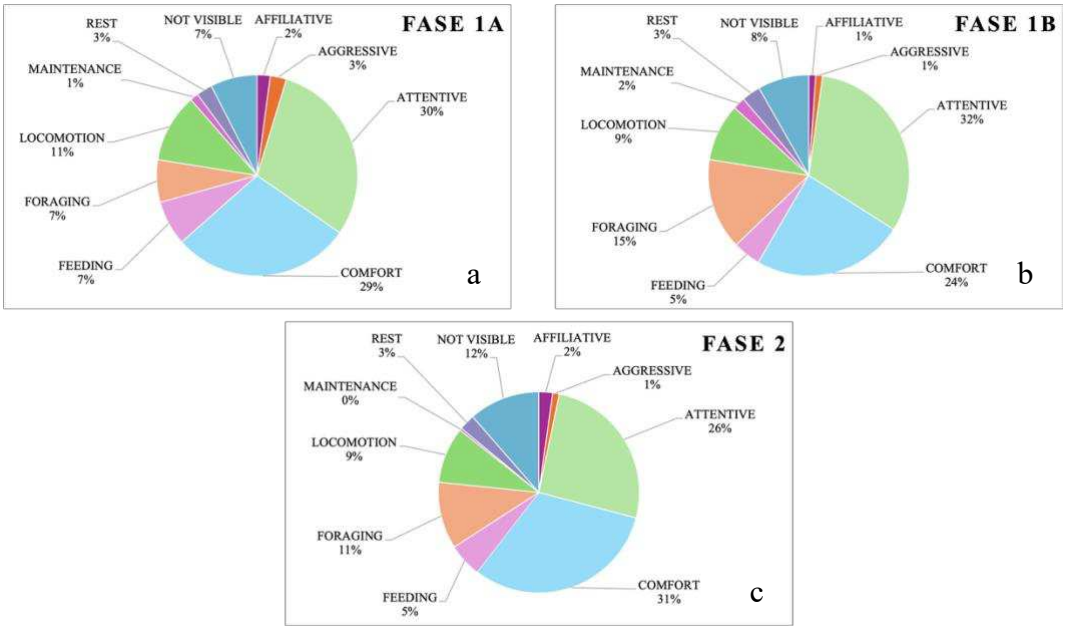

Figura 3.1 Grafici a torta, con riportate le percentuali delle durate delle diverse categorie comportamentali manifestate complessivamente da 10 ibis nella Fase 1A (a), Fase 1B (b) e Fase 2 (c).

maggior numero di ingressi (399) e il maggior tempo di permanenza (15238 s) degli individui nell'area; nel periodo *pre H1*, invece, gli ingressi sono 208 e la durata complessiva della permanenza nell'area è di 8919 s. È necessario ricordare qui che durante il periodo *post H5* le tarme, poste sopra gli stimoli, venivano fatte cadere sul terreno quando questi venivano rimossi dall'area, costituendo una forte attrattiva per gli ibis.

Si può osservare, inoltre, che in ciascuna delle tre ore in cui gli stimoli erano presenti (*during H2, H3, H4*), sia il numero di ingressi che il tempo di permanenza nell'area sono inferiori rispetto ai periodi precedenti e successivi, indicando che in presenza degli stimoli gli individui sono entrati complessivamente meno spesso nell'area e vi hanno trascorso meno tempo. Nella *H2* si registrano

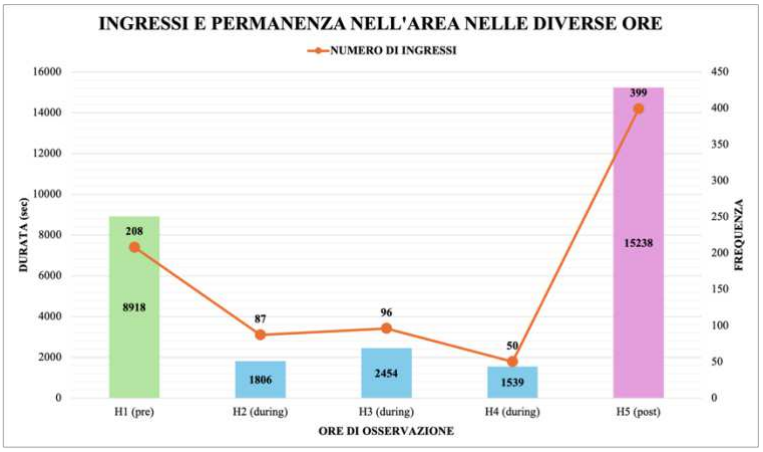

Figura 3.2 Grafico combinato degli ingressi e tempo di permanenza nell'area nelle diverse ore. Le colonne rappresentano il tempo di permanenza (in secondi), la linea il numero di ingressi. Sono riportati anche i valori complessivi.

complessivamente 87 ingressi e un tempo di permanenza di 1806 s; nella H3 gli ingressi sono 96 e il tempo di permanenza è di 2454 s; nella H4 gli ingressi sono 50 e il tempo di permanenza nell'area è di 1539s.

Come mostrato dalla Figura 3.3, non tutti gli individui hanno frequentato l'area nel periodo *during* in egual misura, facendo emergere una variabilità individuale. Gli individui che hanno trascorso complessivamente più tempo nell'area sono stati BNU (900 s), RTS (717 s) e RYS (559 s); gli individui che hanno trascorso minor tempo sono BZF (45 s), BTX (37 s) e VPA (16 s). Gli individui che hanno effettuato il maggior numero di ingressi sono stati BNU (39), RYS e RYV (22); il minor numero di ingressi è stato invece osservato BTX e BZF (2) e VPA (1) [33]. È interessante anche in questo caso notare che alcuni individui, pur entrando poche volte nell'area, vi hanno trascorso molto tempo (RZX: 380 s; 6 ingressi) mentre altri hanno trascorso poco tempo nell'area pur entrandovi spesso (RYV: 306 s; 22 ingressi). Si riscontra quindi grande variabilità fra gli individui nel modo in cui si avvicinano e interagiscono con gli stimoli.

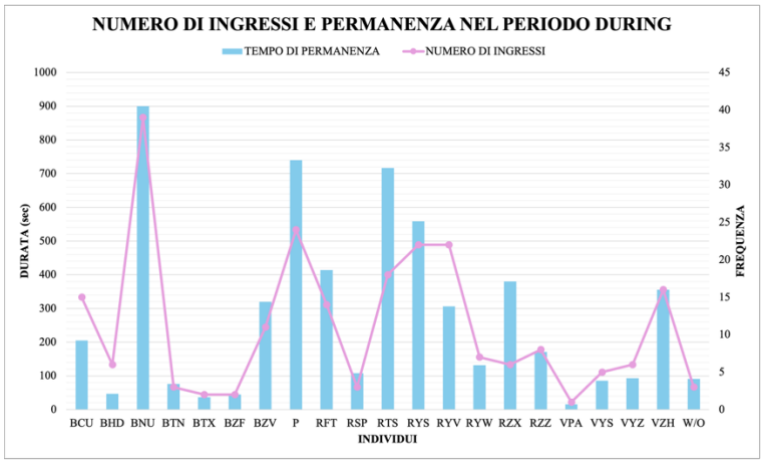

Figura 3.3 Grafico combinato degli ingressi e tempo di permanenza, in presenza degli stimoli e diviso per i singoli individui. Le colonne rappresentano il tempo di permanenza (in secondi), la linea il numero di ingressi.

La Figura 3.4 raffigura il numero di ingressi e il tempo di permanenza nelle diverse ore, sia in assenza di stimoli (*pre H1*), sia in presenza di stimoli (*during H2, H3, H4)*. Innanzitutto, si evince che nel periodo *pre H1* tutti gli individui tranne uno (W/O) hanno frequentato l'area, nonostante si evidenzi una variabilità individuale. Inoltre, si può osservare che nella *pre H1* (prima dell'introduzione degli stimoli), gli individui hanno frequentato maggiormente l'area, sia in termini di tempo di permanenza che in termini di numero di ingressi, rispetto agli altri periodi in presenza degli stimoli.

[33] Non consideriamo l'individuo P, nonostante sia il numero di ingressi che la permanenza nell'area siano elevati, perché non è possibile conoscere il contributo di ognuno dei due pulcini.

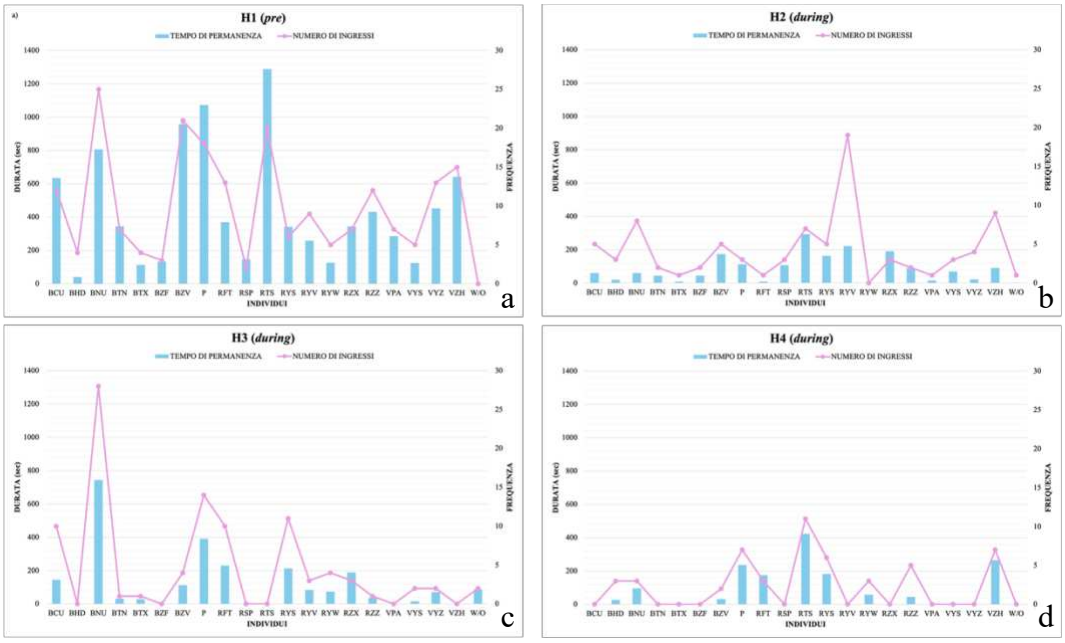

Figura 3.2 Grafici combinati degli ingressi e tempo di permanenza, diviso per individui, nelle diverse ore H1 (a), H2 (b), H3 (c), H4 (d). Le colonne rappresentano il tempo di permanenza (in secondi), la linea il numero di ingressi.

Il periodo *during H4* è quello in cui si registra il minor numero di individui che hanno effettuato l'accesso all'area; infatti, undici individui sono rimasti all'esterno dell'area degli stimoli (rispetto a un individuo nella H2 e cinque nella H3).

Considerando complessivamente le cinque giornate di osservazione della *Fase 2*, è stato comunque possibile osservare un progressivo aumento del numero di ingressi e del tempo che gli ibis hanno trascorso nell'area in presenza degli stimoli (periodo *during*). La Figura 3.5 infatti mostra il confronto fra la permanenza nell'area e il numero di ingressi registrati durante le diverse giornate. In questo caso sono stati considerati tutti i dati raccolti durante le tre ore di osservazione del periodo *during*.

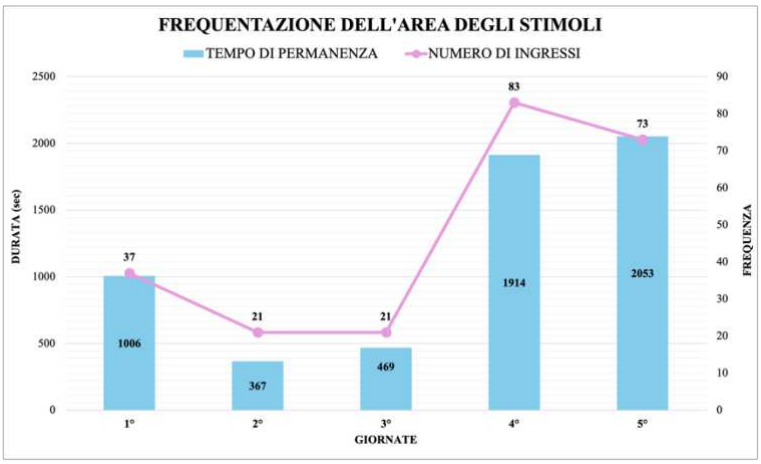

Figura 3.3 Grafico combinati degli ingressi e tempo di permanenza, nelle diverse giornate. Le colonne rappresentano il tempo di permanenza (in secondi), la linea il numero di ingressi.

È comunque possibile osservare che nel corso delle cinque giornate, gli ibis hanno progressivamente aumentato il tempo trascorso all'interno dell'area, riflettendo una possibile abituazione alla presenza degli stimoli e dunque una riduzione della risposta neofobica.

3.3. Preferenza per gli stimoli

L'indice di preferenza *IP* ha rivelato la tendenza di alcuni individui ad entrare in un'area piuttosto che nell'altra nella fase di *during*, con valori comunque molto prossimi allo zero. Tuttavia, non è emersa alcuna preferenza a livello individuale (test binomiale *z-score*, $p < 0,05$). Anche a livello di gruppo non è emersa una preferenza per lo stimolo N piuttosto che RN o viceversa ($p > 0,05$).

Tuttavia, se si confronta la frequenza del numero di ingressi nelle aree degli stimoli nei periodi *pre H1* e *during H2*, si osserva che in presenza degli stimoli c'è uno spostamento statisticamente significativo dei soggetti verso l'area dello stimolo N ($\chi^2 = 102.372$, $p < 0.001$) quando gli stimoli sono presenti.

Anche confrontando il tempo di permanenza nelle aree dello stimolo N e RN (fattore "stimolo") e nelle ore *pre H1* e *during H2* (fattore "periodo"), sono emerse differenze statisticamente significative. Si ha infatti una permanenza significativamente maggiore nell'area dello stimolo RN rispetto all'area dello stimolo N durante il periodo *pre H1* rispetto a *during H2* ($Z = -2,894$; $p = 0,004$). La permanenza nell'area dello stimolo N è significativamente maggiore durante il periodo *pre H1* rispetto al *during H2* ($Z = - 3,136$; $p = 0,002$); la permanenza nell'area dello stimolo RN durante il periodo *pre H1* rispetto al *during H2* è significativo ($Z = -3,910$; $p < 0,001$); mentre la differenza nella permanenza nell'area dello stimolo RN e nell'area dello stimolo N durante il periodo *during H2* non è significativo ($Z = -1,662$; $p = 0,096$). Ciò significa che gli individui, nel periodo *pre H1*, hanno frequentato prevalentemente l'area dello stimolo RN (*bias* spaziale a favore di quella parte di voliera) e che, non appena sono stati introdotti gli stimoli (*during H2*), si è osservata una maggiore frequentazione dell'area dello stimolo N; nonostante ciò, la differenza dei tempi di permanenza nell'area dello stimolo N e RN quando sono presenti gli stimoli non sia significativa, mentre è significativa in assenza di stimoli (Figura 3.6).

Le uniche interazioni con gli stimoli sono avvenute l'ultimo giorno di osservazione, tutte durante il periodo *during H3* (seconda ora di esposizione agli stimoli), da parte di due soli individui: BNU ha interagito due volte con lo stimolo N per 138 s totali

e una volta con lo stimolo RN per 49 s; P ha interagito una volta con lo stimolo RN per 56 s.

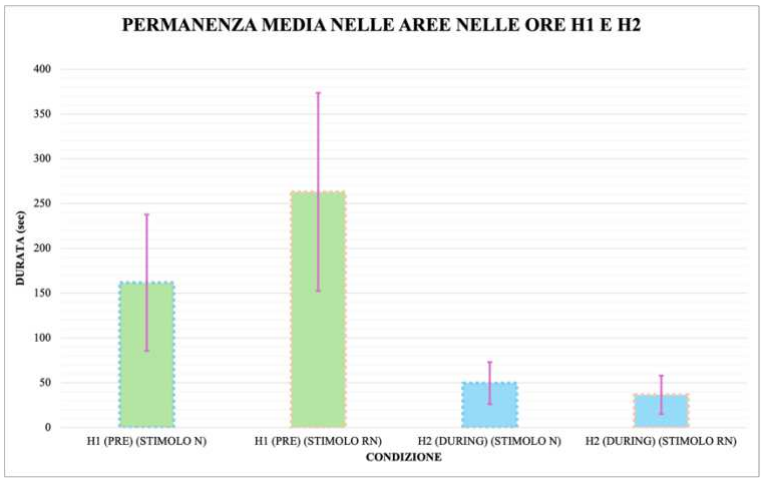

Figura 3.4 Grafico a colonne con permanenza media all'interno delle aree nelle ore H1 (pre) e H2 (during); è presente anche la deviazione standard, espressa attraverso la barra di errore.

4. Discussione

Con questo studio ci si è posti l'obiettivo di indagare il comportamento di una colonia di ibis eremita in risposta alla presenza, all'interno della voliera, di due oggetti nuovi e sconosciuti. Il significato che questo lavoro assume è dunque duplice: da un lato osservare il comportamento degli ibis alla presenza di nuovi stimoli e la loro risposta in termini di abituazione alla novità; dall'altro valutare l'esistenza di una preferenza degli ibis per uno dei due stimoli, costruiti su modello delle protezioni dei pali elettrici (utilizzate nelle regioni di reintroduzione) e, in quanto tali, oggetti rilevanti per la conservazione della specie.

Per la durata dello studio, non sono stati osservati comportamenti anomali da parte degli ibis, ma solo comportamenti tipici della specie. Inoltre, non è stato evidenziato nessun cambiamento significativo a livello di *time budget* nel corso delle diverse fasi di presenza degli stimoli nel reparto.

I comportamenti individuali sono quelli maggiormente osservati. La manifestazione della categoria *Comfort* è coerente con i precedenti studi condotti sulla colonia e con la letteratura relativa alle popolazioni in ambiente controllato e natura[34]. La categoria *Attentive* è quella prevalentemente osservata nel corso dello studio e i suoi valori sono superiori a quelli degli studi precedenti; questo può dipendere da fattori diversi, legati alla fascia oraria di osservazione, alla presenza di visitatori, alle condizioni atmosferiche. Tuttavia, essendo rimasto sempre il comportamento maggiormente manifestato, accanto al *Comfort*, potrebbe anche essere determinato dalla presenza di nuovi stimoli. Infatti, non avendo svolto una raccolta dati prima dell'introduzione degli stimoli non è possibile individuare o escludere una correlazione con la presenza degli stimoli stessi; tuttavia, è bene considerare che questo comportamento è stato osservato in diverse zone della voliera, anche non in vicinanza degli stimoli e non in direzione di essi. Inoltre, l'aumento osservato, attraverso le tre fasi, del comportamento di *Foraging*, pur non avendo valore significativo, potrebbe essere interpretato come una progressiva abituazione degli ibis agli stimoli, con conseguente maggiore esplorazione del territorio. In questo caso, ulteriori lavori che prevedano il monitoraggio del comportamento individuale anche nei periodi di *pre* e *post* potrebbero fornire informazioni utili sulla risposta degli ibis a cambiamenti nel loro ambiente.

Per quanto riguarda i comportamenti sociali, questi sono stati osservati in minima parte nel periodo di studio. I comportamenti agonistici sono consistiti principalmente in competizione per il cibo e rimpiazzo; ibis eremita è una specie

[34] Spiezio (2018), p. 11. I comportamenti che fanno parte della categoria confort riflettono l'attenzione degli individui per la cura e l'igiene personale: essendo animali gregari ed facilmente esposti a ectoparassiti, questi comportamenti permettono agli ibis di eliminarli e trovare sollievo.

gregaria e in quanto tale presenta un'organizzazione gerarchica precisa, anche se non sempre evidente agli occhi dell'osservatore: comportamenti agonistici o manifestazioni di aggressività, quando non costituiscono eventi frequenti e ripetuti, si possono spiegare considerando le dinamiche sociali del gruppo. Allo stesso modo, anche i comportamenti affiliativi sono stati manifestati in modo limitato. La raccolta dati è stata condotta sul finire del periodo riproduttivo, quando entrambi i pulcini erano già indipendenti dai genitori e per questa ragione non si sono osservate cure parentali; per quanto riguarda interazioni affiliative fra gli individui, come *Greeting*, *Vocalization* e *Allopreening*, sono state osservate, anche se in misura ridotta, in particolare fra gli individui appartenenti alla coppia.

Complessivamente, i dati raccolti sul comportamento fanno supporre che la presenza degli stimoli non abbia rappresentato per gli ibis un fattore di stress o di disturbo a livello di gruppo.

L'introduzione degli stimoli, tuttavia, ha sicuramente avuto un effetto per quanto riguarda la gestione dello spazio. La reticenza degli ibis ad avvicinarsi agli stimoli può essere interpretata come una risposta neofobica nei confronti della novità nel loro ambiente. Nonostante non esistano studi specifici sulla neofobia negli ibis, è stato osservato che specie ecologicamente plastiche o generaliste tendono a presentare un livello maggiore di neofobia, che rappresenterebbe un adattamento al numero maggiore di pericoli a cui queste specie vanno incontro[35]. Questa osservazione si inserisce all'interno della *dangerous niche hypothesis*, secondo la quale la funzione primaria della neofobia sarebbe di proteggere gli animali da potenziali pericoli sconosciuti rappresentati da oggetti nuovi[36]. Una conferma a questa ipotesi viene dallo studio comparato di popolazioni sedentarie e migratorie di Itteridi, che ha evidenziato una maggiore neofobia nelle popolazioni migratorie[37]. Non è chiaro se questa tipologia o intensità di risposta sia determinata a livello genetico o modellata dall'esperienza degli individui: la colonia ospitata presso il parco Natura Viva è sedentaria e tutti gli individui sono nati in ambiente controllato, non avendo mai sperimentato, dunque, la migrazione. A questo proposito, uno studio comparato della risposta neotica delle diverse popolazioni di ibis eremita, migratorie e sedentarie, potrebbe risultare utile alla conservazione della specie.

---

[35] Greenberg (2003), p. 183.
[36] Greenberg (2003), p. 184.
[37] Mettke-Hofmann (2013). Le specie migratorie tendono ad essere anche più generaliste, ma l'esposizione ad un numero elevato di potenziali pericoli (anche ma non solo legati all'uomo) produce più alti livelli di neofobia. La risposta neofobica è stata testata, in natura, presentando oggetti nuovi e sconosciuti in alcuni punti di alimentazione e monitorando il numero di soggetti presenti e il tempo che trascorrevano nell'area. Gli stessi risultati si sono ottenuti dallo studio condotto confrontando la neofilia/neofobia spaziale, in cattività, di individui di Occhiocotto (*Carruca melanocephala*) e di Beccafico (*Sylvia borin*), i primi con stile di vita sedentario, i secondi con abitudini migratorie. Mettke-Hofman (2009).

Dalla raccolta dati è emerso anche che progressivamente gli individui hanno cominciato a frequentare l'area un numero maggiore di volte e per un tempo maggiore, manifestando al suo interno anche comportamenti diversi (soprattutto *Foraging* e *Attentive*, ma anche alcuni comportamenti sociali). Complessivamente, gli ibis sono stati esposti agli stimoli, posizionati in alto o in basso, per ventuno giorni: non si può dunque escludere che vi sia stata una forma di abituazione alla loro presenza nella voliera. Se infatti nei primi giorni gli ibis hanno evitato completamente l'area, nell'ultimo giorno di osservazione sono state registrate quattro interazioni dirette con gli stimoli da parte di due soggetti del gruppo (BNU e P). Nel suo studio della neofobia Greenberg ha sottolineato alcuni punti che potrebbero spiegare questo andamento: «The attraction of a potential food source and the fear response produce a tension, which is ultimately resolved either through habituation to the novel stimulus or by avoidance of it. […] Novelty responses do not provide a rigid barrier but a brake that slows foraging niche expansion. Novelty responses can be reduced through habituation»[38]. Queste affermazioni rispecchiano quanto osservato in questo studio: gli ibis si sono progressivamente abituati alla presenza degli stimoli, grazie all'esposizione ripetuta durante il periodo di studio, dimostrando la loro capacità di adattarsi alla nuova situazione; il conflitto fra l'attrazione per la ricompensa e il timore per gli stimoli è stato reso evidente dal comportamento degli individui, che durante la *Fase 2* si sono più volte e sempre più avvicinati agli stimoli stessi; questo conflitto, al momento della conclusione dello studio, è stato risolto da soli due individui, che hanno quindi potuto approfittare di una nuova fonte di cibo. È dunque auspicabile, in quest'ottica, continuare l'osservazione per valutare gli effetti dell'abituazione sul comportamento della colonia e quali individui siano propensi ad un'interazione con gli stimoli.

Il fatto che sia stata registrata un'importante variabilità individuale nella frequentazione dell'area suggerisce l'importanza di investigare la risposta neotica dei singoli individui e le interazioni fra essi. Come detto in precedenza, infatti, ibis eremita è una specie gregaria e con una gerarchia sociale definita: il rango sociale di ogni individuo non è noto, al momento dello studio, ma è interessante osservare che fra gli individui che hanno trascorso un tempo maggiore nell'area ci sono due giovani (RTS, RFT), i pulcini e due individui adulti (BNU e RYS). In particolare, BNU ha trascorso nell'area un tempo largamente superiore rispetto agli altri individui e ha mostrato, nel corso del periodo di osservazione, una maggiore curiosità nei confronti degli stimoli, fino ad arrivare ad interagire con entrambi. La valutazione, in futuro, delle relazioni sociali e gerarchiche fra i membri della

[38] Greenberg (1990), p. 433.

colonia potrebbe fornire informazioni interessanti sul processo di abituazione e di interazione con stimoli nuovi[39]. Inoltre, anche la socialità degli ibis deve essere tenuta in considerazione se si vuole comprenderne il comportamento a livello di gruppo: molti comportamenti degli uccelli gregari, infatti, sono "socialmente facilitati", cioè la frequenza e l'intensità dei comportamenti dipende dall'esposizione a conspecifici che manifestano gli stessi comportamenti[40]. Nell'ultimo giorno di raccolta dati è stato possibile osservare che mentre BNU interagiva con gli stimoli, altri ibis si sono avvicinati ad esso, senza tuttavia replicare il comportamento: ci si può dunque aspettare che, continuando la presentazione degli stimoli, altri individui possano interagire con essi, modellando il comportamento osservato[41].

Per quanto riguarda l'interazione degli individui con i due stimoli, non è stata rilevata una chiara preferenza degli individui per lo stimolo N o per quello RN. Si è osservata tuttavia una differenza nella frequentazione delle aree in presenza degli stimoli rispetto a quando gli stimoli non sono presenti. Infatti, non si riscontra più la differenza significativa di un'area rispetto all'altra, indicando che la preferenza per lo stimolo RN, riscontrata in assenza di stimoli, viene meno in presenza degli stimoli, a favore di una maggiore frequentazione dell'area con lo stimolo N.

Si è quindi evidenziato, in qualche modo, che la presenza degli stimoli ha portato a cambiare la frequentazione di un'area rispetto all'altra, dimostrando che gli individui sono in grado di percepire differenze visive fra i due diversi stimoli. Ulteriori studi sono necessari per investigare questo risultato, che potrebbe aiutare a comprendere meglio come gli ibis possano scegliere aree sicure su cui sostare durante la loro migrazione, evitando l'elettrocuzione.

Importante per studi futuri sarà anche tenere conto delle caratteristiche fisiche degli stimoli: in particolare, le dimensioni (derivate dal modello utilizzato in natura) potrebbero aver rappresentato un deterrente per gli animali, che potrebbero aver interpretato gli stimoli come individui più grandi (per quanto riguarda lo stimolo RN) o predatori (per quanto riguarda lo stimolo N). Per approfondire le conoscenze e migliorare la comprensione delle risposte del comportamento degli ibis in ambiente naturale si possono esplorare alcune varianti del modello scelto (dimensioni minori, contrasto con il fondale, materiale, luminosità dei colori).

---

[39] Lo stesso Greenberg (2003, p. 188) accenna al fatto che il rango sociale potrebbe avere un ruolo importante nelle risposte neotiche, dato che individui di rango sociale inferiore tendono a mostrare una minore neofobia e una maggiore "propensione al rischio" rispetto ad individui di rango elevato.
[40] Clark (2012), p.72. Questo aspetto, nel caso degli ibis, è stato studiato in particolare in relazione alla riproduzione, per aumentare il successo riproduttivo delle colonie.
[41] Questa considerazione è supportata dallo stesso Greenberg (2003, p. 188), che afferma che il processo di familiarizzazione con oggetti o fonti di cibo nuove può essere velocizzato dal fatto che individui più neofobici assistono al comportamento degli individui meno neofobici.

Concludendo, i dati raccolti con questo studio hanno sicuramente un valore preliminare e introducono ulteriori domande riguardo al comportamento di ibis eremita, alle sue esigenze ecologiche e all'aspetto cognitivo delle scelte che compie in natura. L'utilizzo di nuovi stimoli e lo studio degli effetti che questi hanno sugli animali, sulla base delle loro specifiche esigenze e caratteristiche etologiche ed ecologiche, può essere uno strumento utile per implementare le misure di conservazione della specie in natura.

5. Bibliografia

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018). *Geronticus eremita*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T22697488A130895601. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22697488A130895601.en. Accessed on 04 September 2025.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2021). *Geronticus eremita (Europe assessment)*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T22697488A166323139. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22697488A166323139.en. Accessed on 04 September 2025.

BLARY, C. L., DURIEZ, O., BONADONNA, F., MITKUS, M., CARO, S. P., BESNARD, A., & POTIER, S. (2024). *Low achromatic contrast sensitivity in birds: a common attribute shared by many phylogenetic orders*, J. Exp. Biol., 227.3: jeb246342. doi:10.1242/jeb.246342

BÖHM, CHRISTIANE, ET AL. (2021), *The northern bald ibis Geronticus eremita: History, current status and future perspectives*, *Oryx*, 55.6: 934-946. doi:10.1017/S0030605320000198

CANO-ALONSO L. S., LÓPEZ-VÁZQUEZ J. M., ORUETA J. F., QUEVEDO-MUÑOZ M. Á., & SÁNCHEZ I. (2024). *Ibis eremita – Geronticus eremita (Linnaeus, 1758)*, Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. doi:10.20350/digitalCSIC/16135

CLARK J. A., ET AL. (2012), *Increasing breeding behaviors in a captive colony of Northern Bald Ibis through conspecific acoustic enrichment*, *Zoo Biol.*, 31: 71-81. doi:10.1002/zoo.20414

DEKKER J., PRUPPERS C. (2017), *Coping ability and influencing factors in a zoo population of waldrapp ibises (Geronticus eremita)*, Diss. Van Hall Larenstein.

DORN S., WASCHER C. A. F., MÖSTL E., KOTRSCHAL K. (2014), *Ambient temperature and air pressure modulate hormones and behaviour in Greylag geese (Anser anser) and Northern bald ibis (Geronticus eremita)*, Behav. Process., 108: 27-35. doi:10.1016/j.beproc.2014.08.026

FOX R.A., MILLAM J.R. (2007), *Novelty and individual differences influence neophobia in orange-winged Amazon parrots (Amazona amazonica)*, Appl. Anim. Behav. Sci., 104: 107-115. doi:10.1016/j.applanim.2006.04.033

FRITZ J., KRAMER R., HOFFMANN W., TROBE D., UNSÖLD M. (2017), *Back into the wild: establishing a migratory Northern bald ibis Geronticus eremita population in Europe*, Int. Zoo Yb., 51: 107-123. doi:10.1111/izy.12163

GALVÁN, I., PALACIOS, D. & NEGRO, J.J (2017). *The bare head of the Northern bald ibis (Geronticus eremita) fulfills a thermoregulatory function*, Front. Zool. 14, n. 15. doi:10.1186/s12983-017-0201-5

GREENBERG R. (1990), *Ecological plasticity, neophobia, and resource ouse in birds*, Stud. Avian Bio., 13: 431-437. https://digitalcommons.usf.edu/sab/vol13/iss1/58

GREENBERG R. (2003), *The role of neophobia and neophilia in the development of innovative behaviour of birds*. In: Reader S.M., Laland K.N. (Eds.), *Animal innovation*. Oxford University Press, Oxford, pp. 175-196. doi:10.1093/acprof:oso/9780198526223.003.0008

HALL B.A., MELFI V., BURNS A., MCGILL D.M., DOYLE R.E. (2018), *Curious creatures: a multi-taxa investigation of responses to novelty in a zoo environment*, *PeerJ*., 6:e4454. doi:10.7717/peerj.4454

KELBER A. (2019), *Bird colour vision – from cones to perception*, Curr. Opin. Behav. Sci., 30: 34-40. doi:10.1016/j.cobeha.2019.05.003

LORETTO M.-C., SCHLOEGL C., BUGNYAR T. (2010), *Northern bald ibises follow others' gaze into distant space but not behing barriers*, Biol. Lett., 6: 14-17. doi:10.1098/rsbl.2009.0510

MEEHAN C.L., MENCH J.A. (2002), *Environmental enrichment affects the fear and exploratory responses to novelty of young Amazon parrots*, Appl. Anim. Behav. Sci. 79.1: 75-88. doi:10.1016/S0168-1591(02)00118-1

METTKE-HOFMANN C., LORENTZEN S., SCHLICHT E., SCHNEIDER J., WERNER F. (2009), *Spatial Neophilia and Spatial Neophobia in Resident and Migratory Warblers (Sylvia)*, Ethology 115.5: 482-492. doi:10.1111/j.1439-0310.2009.01632

METTKE-HOFMANN C., WINKLER H., HAMEL P.B., GREENBERG R. (2013), *Migratory New World Blackbirds (Icterids) Are More Neophobic than Closely Related Resident Icterids*, Plos ONE 8.2: e57565. doi:10.1371/journal.pone.0057565

PUEHRINGER-STURMAYR V., KREJCI J., SCHUSTER R., KLEINDORFER S., KOTRSCHAL K., FRIGERIO D., LORETTO M.-C. (2023). *Space use and site fidelity in the endangered Northern Bald Ibis Geronticus eremita: Effects of age, season, and sex.* Bird Conserv. Int. 33, e10: 1–13. doi:10.1017/S0959270922000053

ROSE P.E., RILEY L.M. (2021), *Conducting Behavioural Research in the Zoo: A Guide to Ten Important Methods, Concepts and Theories*, J. Zool. Bot. Gard., 2: 421–444. doi:10.3390/jzbg2030031

SPIEZIO C, VALSECCHI V, SANDRI C, REGAIOLLI B. (2018), *Investigating individual and social behaviour of the Northern bald ibis (Geronticus eremita): behavioural variety and welfare*, PeerJ 6: e5436. doi:10.7717/peerj.5436

VON DOSKY V.A. (2016), *Comparing neophobia, object exploration and problem solving behaviour in Kea (Nestor notabilis), Common raven (Corvus corax) and Striated caracara (Phalcoboenus australis)*, Bachelor Thesis, Faculty of Biosciences, Ruprecht-Karls University Heidelberg

https://4vultures.org/our-work/tackling-threats/ Accessed on 04 September 2025.

https://www.fondazionezoom.it/in-situ Accessed on 09 September 2025.

https://www.parconaturaviva.it/ Accessed on 09 September 2025.

https://www.waldrapp.eu/il-progetto-life-20/ Accessed on 09 September 2025.

https://www.zoobotanicojerez.com/proyecto-eremita Accessed on 04 September 2025.