

Artículo original

## Un nuevo humedal artificial en la costa central de Perú: primera caracterización de su avifauna

### A new artificial wetland in the central coast of Perú: First characterization of its avifauna

David Montes-Iturrizaga<sup>1,2,\*</sup>, Héctor Aponte<sup>1,2</sup>, Sonia Valle-Rubio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

<sup>2</sup> Coastal Ecosystems of Peru Research Group. Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

#### Resumen

Los humedales artificiales se consideran una alternativa al tratamiento de aguas servidas y representan una oportunidad de hábitat para especies residentes y migratorias ante el deterioro de los humedales naturales. En ese contexto, se presentan aquí los primeros resultados de la caracterización de la avifauna del Humedal Artificial de Chilca (HAC) en la costa de Lima. Se hicieron monitoreos quincenales durante diciembre del 2020 y marzo del 2022 y se registraron 56 especies de aves entre residentes (32), migratorias (23) y una divagante para el Perú (1). Las familias con mayor número de especies fueron Scolopacidae (28,57 %), Laridae (12,5 %), Charadriidae (8,93 %) y Ardeidae (8,93 %), que en su conjunto agrupan a más de la mitad de las especies reportadas. La expansión de los cuerpos de agua, así como de la vegetación acuática y circundante, ha permitido el incremento del registro de especies a lo largo del tiempo. Se reportó, además, el asentamiento de una agrupación de *Phoenicopterus chilensis*, la reproducción de *Himantopus mexicanus*, *Anas bahamensis*, *Charadrius alexandrinus* y *C. vociferus* y la presencia de la especie endémica *Geositta peruviana* y de *Larus argentatus*, divagante del hemisferio norte. Se puede considerar que el HAC constituye una nueva oferta de hábitat para especies residentes y migratorias en el sistema de humedales de la costa central, así como un espacio con alto potencial ecoturístico. Los perros ferales, los desechos y el acceso de vehículos motorizados constituyen una amenaza mayor para la avifauna presente.

**Palabras clave:** Humedal; Pozas de oxidación; Aves migratorias; Plantas silvestres; Chilca, Perú.

#### Abstract

Artificial wetlands are considered an alternative to wastewater treatment and a habitat opportunity for resident and migratory species in the face of the deterioration of natural wetlands. Based on this, we present the first results on the characterization of the Chilca Artificial Wetland (HAC) avifauna on the coast of Lima. We conducted fortnightly monitorings from December 2020 to March 2022 and registered 56 bird species: residents (32), migratory (23), and wandering (1). The families with the highest number of species were Scolopacidae (28.57%), Laridae (12.5%), Charadriidae (8.93%), and Ardeidae (8.93%), which represented more than half of the reported species. The expansion of the waterbodies and the aquatic and surrounding vegetation has increased the record of species over time. In this sense, we also reported the settlement of a group of *Phoenicopterus chilensis* and the reproduction of *Himantopus mexicanus*, *Anas bahamensis*, *Charadrius alexandrines*, and *C. vociferus*. The endemic species *Geositta peruviana* and the vagrant *Larus argentatus* from the northern hemisphere were also recorded. HAC can be considered, therefore, a new habitat offer for resident and migratory species in the wetland system of the central coast, as well as a site with high eco-tourism potential. However, feral dogs, waste, and the intrusion of motorized vehicles constitute a significant threat to the avifauna.

**Keywords:** Wetland; Oxidation pools; Migratory birds; Wild plants; Chilca, Perú.

**Citación:** Montes-Iturrizaga D, Aponte H, Valle-Rubio S. Un nuevo humedal artificial en la costa central de Perú: primera caracterización de su avifauna. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 47(183):352-370, abril-junio de 2023. doi: <https://doi.org/10.18257/racefyn.1883>

**Editor:** Elizabeth Castañeda

**\*Correspondencia:**

David Montes-Iturrizaga;  
dmontes@cientifica.edu.pe

**Recibido:** 3 de marzo de 2023

**Aceptado:** 26 de junio de 2023

**Publicado en línea:** 28 de junio de 2023



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

## Introducción

Los humedales son ecosistemas importantes de nuestro planeta que brindan diferentes servicios ecosistémicos: son reservorios de agua y fuente de aprovechamiento de especies de peces y flora. Asimismo, tienen un papel importante en la purificación del agua como reguladores del ciclo hídrico y de los nutrientes en el ecosistema (Aponte *et al.*, 2021, Pérez *et al.*, 2022). Desde el punto de vista cultural son lugares para la recreación, la educación ambiental, la investigación y las actividades turísticas (Constanza *et al.*, 1997; Moschella, 2012). Se destaca también su importancia biológica, pues sirven de hábitat para el descanso y reproducción de aves residentes y migratorias y de otras especies de fauna (Apeño & Aponte, 2022). La Convención Ramsar, relativa a los humedales de importancia internacional, incluye en su definición de humedales las superficies cubiertas por aguas de régimen artificial, ya sea de forma permanente o temporal (RAMSAR, 2004). Se entiende por humedal artificial aquellos ecosistemas donde la infraestructura diseñada por el hombre puede albergar procesos naturales, incluidos los procesos biológicos y los relacionados con el agua como la depuración de aguas servidas (Sanabria, 2006). Ante la ausencia de sistemas de alcantarillado eficientes, las lagunas de oxidación y los humedales artificiales representan una buena opción para el tratamiento de aguas servidas (RAS, 2000; Lara, 1999). En este contexto, un humedal artificial puede incluir un diseño que permite la reducción de contaminantes, además de originar paisajes atractivos y crear hábitats para especies silvestres (Sierra & López, 2013), las cuales pueden constituirse en comunidades con relaciones interespecíficas cuyo estudio es necesario para comprender el funcionamiento de dichos hábitats (Lara, 1999).

Una de las causas del declive de las poblaciones de aves acuáticas es la degradación de los humedales, situación que se agrava cuando se trata de especies clasificadas como amenazadas (Birdlife International, 2000; Green, 1996). Esta pérdida de calidad de los humedales naturales ha ocasionado que las aves busquen los humedales artificiales como alternativa de cobijo y alimentación (Pérez-Granados *et al.*, 2015), lo que los convierte en lugares ideales para los estudios de la diversidad de gran importancia turística (Pulcha & Valencia, 2019; Lara, 1999).

La riqueza y abundancia de la avifauna en los humedales artificiales, al igual que en los naturales, puede variar según las estaciones del año y en función de la modificación de las variables físicas (Pérez-Granados *et al.*, 2015). Para establecer la funcionalidad e importancia de estos ecosistemas es necesario investigar no solo los aspectos fisicoquímicos, sino también los biológicos para determinar su viabilidad (Terreros, 2017). La formulación oficial de medidas legales o técnicas para la conservación de sus componentes faunísticos y florísticos se sustenta en la investigación científica (Pérez-Granados *et al.*, 2015; Vargas-Fonseca, 2010). Cisterna-Osorio & Pérez (2019) afirman, además, que los humedales artificiales repercuten positivamente en la biodiversidad y son de gran importancia como agente complementario en la disminución del impacto contaminante del tratamiento de aguas servidas en su fase final, mejorando así la calidad de vida de las personas.

La costa del Pacífico suramericano está compuesta por una red de humedales entre manglares, estuarios y lagunas costeras (Rivera *et al.*, 2021). Esta red es dinámica, con humedales cuyo origen es reciente (algunos de ellos con menos de 100 años de antigüedad) y tiene relación con la actividad humana (Aponte, 2017; Ywanaga Reh *et al.*, 2021). Un caso particular es el de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicada en el distrito de Chilca (Cañete, Lima), la cual descarga sus aguas en la zona supralitoral de la playa San Pedro desde el 2015. Con el paso del tiempo esta descarga ha permitido la formación de un humedal artificial que pasó inadvertido para la comunidad científica hasta que se inició la presente investigación. Con ella se logró verificar la expansión continua de cuerpos de agua acompañados del crecimiento constante de la cobertura vegetal y de especies de aves residentes y migratorias. Entre los reportes y censos de aves en humedales de Lima se destaca el estudio de Koepcke (1954), que presentó la lista de la avifauna de los hábitats de praderas pantanosas, totorales y lagunas de agua dulce, especialmente de

las especies *Anas bahamensis*, *Oxyura jamaicensis*, *Nycticorax nycticorax*, *Charadrius vociferus*, *Pluvialis dominica*, *Himantopus mexicanus*, *Actitis macularius*, *Tringa flavipes*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa solitaria*, *Anthus peruvianus*, *Hirundo rustica*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Gallinula chloropus* y *Fulica ardesiaca*. En cuanto a los censos del departamento de Lima entre 1992 y 1995, **Velarde** (1998) reporta en la Laguna El Paraíso (Huacho) cuatro familias y un número máximo de nueve especies, siendo *Rollandia rolland*, *Gallinula chloropus* y *A. bahamensis* las de mayor frecuencia y número, en tanto que en Pantanos de Villa se registraron hasta 38 especies de aves agrupadas en 15 familias, entre las que se destacaban *Egretta thula*, *G. chloropus* y *Calidris alba*.

**Acuy & Pulido** (2008), en su censo neotropical de aves acuáticas del Perú, determinaron que las especies más abundantes en los humedales eran *Phalacrocorax bougainvillii*, *Gallinula chloropus*, *Fulica ardesiaca*, *Larus modestus*, *Rynchops niger*, *Anas cyanoptera*, *Anas flavirostris* y *Phoenicopterus chilensis*. En el departamento de Lima se contabilizaron más especies (27) que en Laguna Paraíso, en tanto que en Albufera de Medio Mundo solo 20 especies, pero con mayor número de individuos.

Posteriormente (**González & Pulido**, 2011), en el censo neotropical de aves acuáticas del 2010, los autores determinaron que el sitio con mayor número de individuos y especies (35) era Playa Paraíso con *Fulica ardesiaca* como la más abundante en los cinco sitios censados en el departamento de Lima, en tanto que en Poza La Arenilla sólo se registraron 13 especies.

Con respecto a la mayor riqueza y abundancia de especies durante los meses de verano (enero a marzo), **Acuy & Pulido** (2008) reportaron en esta temporada un mayor número de especies debido al desplazamiento hacia los humedales costeros de chorlos y playeros migratorios, así como de anátidos en busca de sitios de refugio y descanso, lo cual amerita la evaluación de la avifauna de humedales en este periodo.

En este estudio se presentan los resultados de la primera caracterización de la avifauna del Humedal Artificial de Chilca (HAC) durante entre diciembre del 2020 y marzo del 2022 como contribución a la caracterización y evaluación de este ecosistema; se discute, asimismo, su importancia para la biodiversidad de los humedales de la costa central del Perú.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

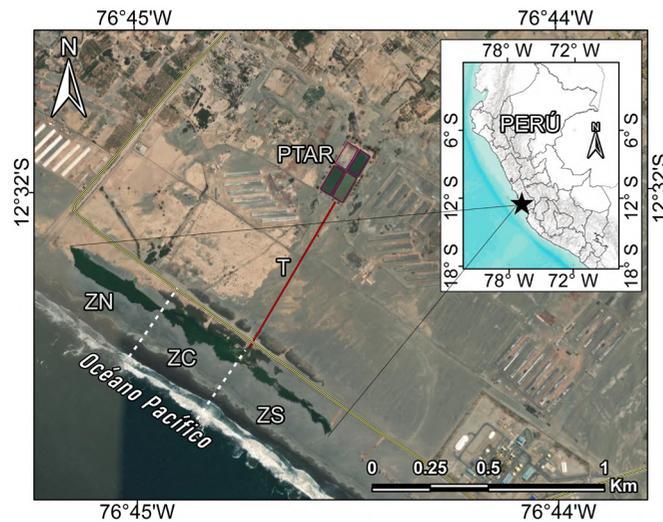
El HAC se ubica en playa San Pedro (distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima, Perú), que limita al norte con playa Chilca y al sur con playa Yaya. Al este, el cuerpo de agua colinda con un área de vegetación y de desmonte que limita, a su vez, con una pista de trocha. El HAC se halla en zona supralitoral de playa, a 728 m de una PTAR (12°32'21" S, 76°44'44" W). Actualmente el humedal tiene 1,5 km de longitud y 98 m en su punto más ancho; contando la zona de playa contigua, el área evaluada es de 21,4 hectáreas (**Figura 1**).

Los cuerpos de agua que conforman el HAC provienen de la PTAR del distrito de Chilca. La coloración rojiza del agua y el mal olor en todo el trayecto del canal de descarga sugieren que el proceso de oxidación no es completo. El tramo del canal que ingresa en la zona del humedal presenta una vegetación diversa que lo cubre en gran parte, y en él se percibe falta de mantenimiento y acumulación de desperdicios sólidos como botellas, envases de plástico y otros desechos similares. El punto de descarga se ubica en un área de la playa con un relieve irregular, lo que ocasiona que las aguas se dirijan hacia los extremos norte y sur sin alcanzar la orilla del mar.

### Zonificación y hábitats del área de estudio

Para facilitar el estudio se zonificó el área del HAC y los hábitats colindantes en tres zonas (**Figura 1**).

Zona sur (ZS), desde el punto donde descargan las aguas provenientes de la planta de tratamiento y, de allí, hacia el sur. Se caracteriza por presentar cuerpos de agua intercomunicados. Limita con el hábitat de playa por el oeste y presenta un área de vegetación en



**Figura 1.** Ubicación y extensión actualizada del Humedal Artificial de Chilca (HAC). La elaboración se hizo con base en la imagen disponible extraída de Google Earth correspondiente en enero del 2022. ZN: zona norte; ZC: zona centro; ZS: zona sur; PTAR: planta de tratamiento de aguas residuales; T: trayecto de descarga de PTAR

la arena por el este. Gran parte de su extensión tiene una profundidad menor a los 20 cm aproximadamente. En el punto de descarga de las aguas procedentes de la PTAR y en los alrededores inmediatos fue evidente la coloración rojiza y el mal olor, sin embargo, se notó un crecimiento constante de vegetación macrófita principalmente en las orillas, de forma rala y con especies poco abundantes como *Sesuvium portulacastrum* (L.) L., *Heliotropium curassavicum* L. y *Althernanthera halimifolia* (Lam.) Standl. ex Pittier; en el cuerpo de agua fue posible apreciar de forma ocasional algunas frondas de *Lemna gibba* L. sin ser muy abundante.

**Zona centro (ZC):** desde el punto de descarga, las aguas de la planta de tratamiento se dirigen hacia la parte media hasta un abrupto angostamiento. Este tramo está constituido por cuerpos de agua intercomunicados y es la zona de mayor extensión del HAC. La cobertura vegetal terrestre y acuática se extiende por toda la zona, tanto en el cuerpo de agua como en sus orillas. El agua presentaba una coloración verdosa, sin malos olores. Esta zona limita con la playa y el hábitat marino por el oeste, en tanto que al este limita con un área de vegetación en la parte seca y una angosta y corta franja de desmonte. La profundidad es mayor que en la zona sur o en la norte, con un promedio de 40 cm. Se caracteriza por la presencia de grama de *Distichlis spicata* (L.) Greene, una población medianamente abundante de *Solanum pimpinelifolium* L., una zona con totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják) y algunos individuos dispersos de *Chenopodium* sp., *Enydra sessilifolia* (Ruiz & Pav.) Cabrera y *Sesuvium portulacastrum*. Como sucede en la zona sur, en el cuerpo de agua fue posible apreciar algunas frondas ocasionales de *L. gibba* L. no muy abundantes.

**Zona norte (ZN):** se extiende desde el angostamiento notorio de la zona central hasta el límite norte del humedal. Constituida por un solo cuerpo de agua de gran extensión y con escasa vegetación, principalmente de macrófitas, limitada a algunas áreas de sus orillas. Colinda con el hábitat de playa por el oeste y por el este se aprecia una franja ancha y extensa de desmonte y una reducida área de vegetación en la zona seca. La coloración de las aguas era verdosa y no se percibieron malos olores. La profundidad es menor a 15 cm aproximadamente en toda su extensión. Esta zona se caracteriza por una abundante presencia de plantas subfruticasas con la predominancia de *Solanum americanum* Mill.; también fue posible apreciar zonas de grama (*D. spicata*) y matas de *A. halimifolia*, *E. sessilifolia* y *Rumex* sp. En los cuerpos de agua fue posible apreciar *Ludwigia* sp.

Con base en **Angulo-Pratolongo et al.** (2010), también se consideraron tres hábitats en el área de estudio: humedal (H), es decir, toda área cubierta por agua y vegetación, inundable o no, sobre la arena que la bordea; playa y mar (P), o sea, toda la extensión de arena en límites con el humedal y el océano Pacífico, y desmonte (D), toda extensión de tierra donde se evidenció el depósito de desechos de construcciones.

### **Registro e identificación de aves**

Se hicieron 26 evaluaciones quincenales durante el periodo de estudio (diciembre del 2020, y abril del 2021 a marzo del 2022), con excepción de mayo y junio del 2021, cuando se efectuó una sola evaluación. Se registraron especies en dos horarios: 06:30 y 15:00 horas. El número mínimo de observadores fue de una persona. Se usó el siguiente equipo óptico: binoculares Tasco 20x50mm; monocular Cafini 16x52mm; cámara digital Canon T3 y un teleobjetivo Tamron SP 150-600 mm F/5-6.3.

Para el registro, se establecieron transectos a 30 m de distancia a partir del borde de los cuerpos de agua del humedal desde el extremo norte hacia el extremo sur y, luego, en sentido contrario, evitando siempre alterar el comportamiento de las aves. Durante cada recorrido se identificaron las especies con ayuda de los equipos ópticos. Se hicieron capturas fotográficas de todos los ejemplares observados para registrar posteriormente su hábitat y confirmar su identificación. Se anotó también el estadio reproductivo (huevos, polluelos, juveniles y adultos) de las especies observadas. La identificación se ajustó a la guía de aves de Perú de **Schulenberg et al.** (2010). Para la revisión de la nomenclatura taxonómica se usó la lista de aves del Perú (**Plenge**, 2022).

### **Análisis de resultados**

Tomando como base el territorio peruano, se determinó el carácter de residente, endémico, emigrante boreal, emigrante austral y divagante de la avifauna siguiendo a **Schulenberg et al.** (2010). Se cuantificó el número de especies identificadas durante todo el estudio (Rt), y por mes (Rm) y hábitat (Rh); los gráficos representativos se hicieron en Excel ®Microsoft (bajo licencia). Para la determinación de la frecuencia relativa de cada especie de ave registrada, se usó la siguiente fórmula según **MINAM** (2015):

$$Fr = \frac{L_x}{N} \times 100,$$

donde Fr corresponde a frecuencia relativa, Lx al número de registros en los que la especie estuvo presente en el HAC, y N, el número total de registros realizados en el HAC.

## **Resultados y discusión**

### **Riqueza de especies**

Se registraron 56 especies de aves distribuidas en 11 órdenes, 22 familias y 38 géneros (**Tabla 1**). Según su distribución, se determinaron las especies residentes (32), emigrantes boreales (22), emigrante austral (1) y una divagante para el Perú (*Larus argentatus*). Se incluyeron en este conteo una especie endémica (*Geositta peruviana*) y dos especies de patos andinos divagantes para la costa central (*Anas flavirostris* y *A. georgica*) (**Tabla 1**). Las familias Scolopacidae, Laridae y Charadriidae agruparon 28 de las especies, es decir, el 50 % de la avifauna de este humedal, en tanto que 15 familias estuvieron representadas por una sola especie (26,8 %) (**Figura 2a**).

La riqueza de especies de aves registrada en este estudio no dista mucho de otros estudios en humedales de la costa central (**Gobierno Regional de Lima**, 2015; **Cruz et al.**, 2007; **SERNANP**, 2010; **Pisconte et al.**, 2020), con datos similares en cuanto a la proporción de varias especies residentes y emigrantes. Por ejemplo, en la región central peruana la riqueza de aves es de 55 a 211 especies con 1,15 especies de aves por hectárea (**Tabla 2**). En este contexto, el HAC se encuentra en el segundo lugar en cuanto a especies de aves por unidad de área, solo por debajo del Humedal Costero Poza de la Arenilla (**Podestá & Cotillo**, 2016). Esto nos permite resaltar que, aunque el hábitat estudiado es

**Tabla 1.** Lista de especies registradas en el Humedal Artificial de Chilca (HAC) según taxonomía, distribución, hábitat y zona. R: residente, EB: emigrante boreal, EA: emigrante austral, E: endémico, V: divagante, H: humedal, P: playa, D: desmonte; N: zona norte, C: zona centro, S: zona sur. (\*) Divagantes para la costa central

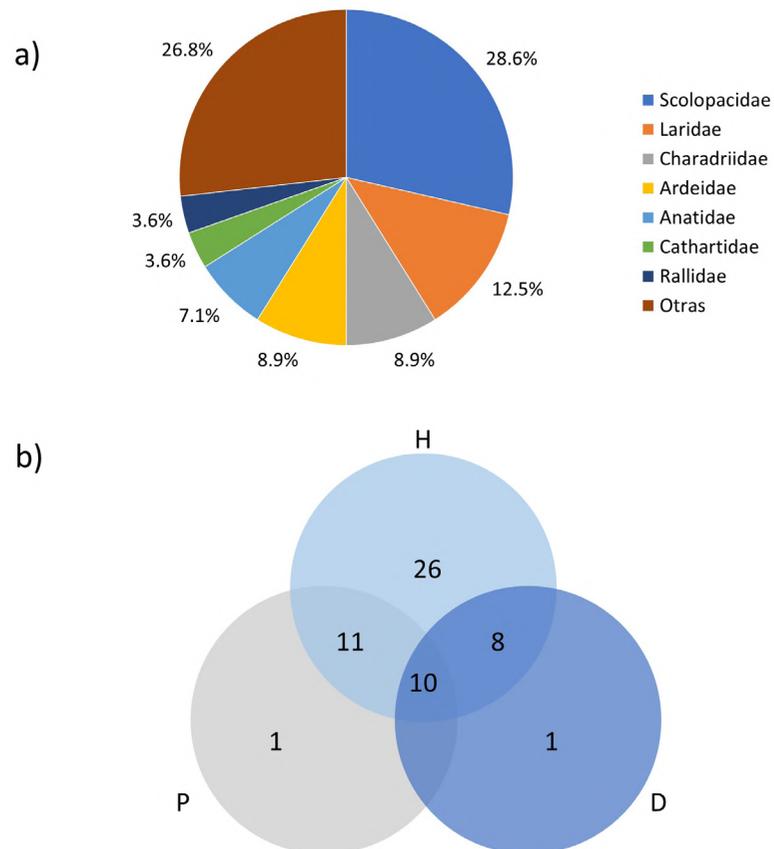
Nº	Órdenes, familias y especies	Nombre común	Distribución	Hábitat	Zona
<b>Phoenicopteriformes</b>					
Phoenicopteridae					
1	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Parihuana, flamenco austral	R	H,P	N, C, S
<b>Pelecaniformes</b>					
Pelecanidae					
2	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano peruano	R	P	C
Threskiornithidae					
3	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Yanavico, ibis de la puna	R	H	N, C, S
Ardeidae					
4	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	R	H,P,D	C, S
5	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	R	H	C
6	<i>Egretta caerulea</i>	Garcita azul	R	H,P,D	N, C, S
7	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	R	H,P,D	N, C, S
8	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza huaco común	R	H	C
<b>Suliformes</b>					
Phalacrocoracidae					
9	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical (cushuri)	R	H,P	C
<b>Anseriformes</b>					
Anatidae					
10	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantilla	R	H	N, C, S
11	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	R	H	N, C, S
12	<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino	R(*)	H	N, C, S
13	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón	R(*)	H	N, C, S
<b>Charadriiformes</b>					
Burhinidae					
14	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcaraván, huerequque	R	D	N
Charadriidae					
15	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	R	H,P,D	N, C, S
16	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	EB	H,D	N, C, S
17	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo gritón	R	H,D	N, C, S
18	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado americano	EB	H,D	N, C
19	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	EB	H,D	N, C
Haematopodidae					
20	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	R	H,P,D	N, C, S
Laridae					
21	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota capucha gris	R	H,P	N, C, S
22	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota argétea	V	H,P	N
23	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	R	H,P	N, C, S
24	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	R	H,P	N, C, S
25	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota gris	EA	H,P	N, C, S
26	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	EB	H,P	N, C, S
27	<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviotín real	EB	H,P	C

<b>Recurvirostridae</b>					
28	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela cuello negro	R	H,P	N, C, S
<b>Rynchopidae</b>					
29	<i>Rynchops niger</i>	Rayador	EB	H	C
<b>Scolopacidae</b>					
30	<i>Actitis macularius</i>	Playero colector	EB	H	C, S
31	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelve piedra rojizo	EB	H,D	N, C
32	<i>Calidris alba</i>	Playero arenoso	EB	H,P,D	N, C, S
33	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de Baird	EB	H	N, C, S
34	<i>Calidris himantopus</i>	Playero de pata larga (p.a.)	EB	H	C, S
35	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental	EB	H	N, C, S
36	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	EB	H	N, C, S
37	<i>Calidris minutilla</i>	Playerito menudo	EB	H,P,D	N, C, S
38	<i>Calidris pusilla</i>	Playerito semipalmado	EB	H,P,D	N, C, S
39	<i>Limnodromus griseus</i>	Agujeta de pico corto	EB	H	C
40	<i>Limosa haemastica</i>	Aguja de mar	EB	H	C
41	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	EB	H,P	N, C, S
42	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo tricolor	EB	H	N, C
43	<i>Tringa melanoleuca</i>	Playero pata amarilla mayor	EB	H	C, S
44	<i>Tringa flavipes</i>	Playero pata amarilla menor	EB	H	C, S
45	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero de aliblanca	EB	H	C, S
<b>Falconiformes</b>					
<b>Falconidae</b>					
46	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	R	H,D	C
<b>Cathartiformes</b>					
<b>Cathartidae</b>					
47	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja	R	H,P,D	N, C, S
48	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	R	H,P,D	N, C, S
<b>Strigiformes</b>					
<b>Strigidae</b>					
49	<i>Athene cucularia</i>	Lechuza de arenal, l. terrestre.	R	H	C
<b>Passeriformes</b>					
<b>Furnariidae</b>					
50	<i>Geositta peruviana</i>	Minero peruano	E	H,D	N, C
<b>Hirundinidae</b>					
51	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Santarosita, golondrina azul y blanca	R	H	N, C, S
<b>Motacillidae</b>					
52	<i>Anthus peruvianus</i>	Cachirla peruana	R	H,D	N, C
<b>Thraupidae</b>					
53	<i>Sicalis luteola</i>	Chirigüe común, sabanero	R	H	C, S
<b>Gruiformes</b>					
<b>Rallidae</b>					
54	<i>Gallinula chloropus</i>	Polla de agua común	R	H	C
55	<i>Fulica ardesiaca</i>	Gallareta andina	R	H	C
<b>Columbiformes</b>					
<b>Columbidae</b>					
56	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica (cuculí)	R	H	C

pequeño y artificial, puede considerarse de importancia por constituir un espacio para el descanso y refugio de la avifauna registrada. Al igual que en otros estudios sobre diversidad de aves en humedales de la región Lima, la familia Scolopacidae registró el mayor número de especies (16) en el HAC, todas ellas emigrantes boreales, por lo que este humedal puede tenerse en cuenta como parte del corredor migratorio para aves provenientes del Neotrópico, al igual que de otras especies registradas como *Charadrius semipalmatus*, *Leucophaeus pipixcan*, *Pluvialis dominica*, *P. squatarola*, *Thalasseus maximus* y *Rynchops niger* (Tabla 1). La población de las aves residentes y migratorias puede declinar debido a factores como la contaminación, la destrucción del hábitat y el cambio climático, lo que reduce la oferta de espacios e incrementa el número poblacional en los lugares de invernada de las migrantes (Pulido & Bermúdez, 2018). En este sentido, son necesarios más estudios sobre la abundancia de especies migratorias en el HAC para evaluar con mayor detalle la importancia de este ecosistema como un espacio complementario en la ruta de aves que llegan a la costa central del Perú y sus alrededores.

**Uso de hábitat**

En cuanto a la preferencia de hábitat, 55 especies se registraron en el humedal (H), 22, en la playa y el mar (P), 19 en la zona de desmonte (D) y por lo menos ocho especies compartían dos hábitats (Figura 2b). Se reportaron 26 especies (48 %) que usaban exclusivamente el hábitat del humedal, una el de playa y mar y otra, el desmonte (Figura 2b). *Pelecanus thagus* fue la única especie que se observó exclusivamente en playa y mar, mientras que *Burhinus superciliaris* se registró exclusivamente en el desmonte. Los tres hábitats eran usados conjuntamente por 10 especies (Tabla 1).



**Figura 2.** Características generales de la avifauna del HAC. **a)** Porcentaje de especies por familias de aves del HAC. **b)** Número de especies por hábitat (H: humedal, P: playa y mar, D: desmonte)

**Tabla 2.** Área, riqueza histórica y número de especies de ave por unidad de área (especies/hectárea) de algunos humedales de la costa central peruana

Humedal		Área (ha)	Riqueza histórica	Especies / área	Referencia
Los Pantanos de Villa	12°12'39"S - 76°59'20"O	263,27	211	0,8	<b>Pulido &amp; Bermúdez (2018)</b>
Albufera de Medio Mundo	10°58'05"S - 77°39'23"O	687,71	63	0,09	<b>Gobierno Regional de Lima (2015)</b>
Laguna El Paraíso	11°12'04"S - 77°35'22"O	674,5	81	0,12	<b>Cruz et al. (2007)</b>
ACR Humedales de Ventanilla	11°52'35"S - 77°09'01"O	275,45	126	0,46	<b>Podestá et al. (2021)</b>
Humedal de Puerto Viejo	12°34'16"S - 76°42'35"O	275,81	72	0,26	<b>SERNANP (2010)</b>
Humedal Santa Rosa	11°35'45"S - 77°15'58"O	85	89	1,05	<b>Apeño &amp; Aponte (2022)</b>
Humedal Costero Poza de la Arenilla	12°04'50"S - 77°09'15"O	18,2	98	5,38	<b>Podestá &amp; Cotillo (2016)</b>
Humedal de Caucato	13°40'02"S - 76°12'43"O	54	55	1,02	<b>Pisconte et al. (2020)</b>
Humedal Artificial de Chilca	12°32'21"S - 76°44'44"O	21,4	56	2,61	Presente estudio

El uso de hábitats es variable en los humedales costeros. Así, por ejemplo, en los humedales de Eten (Lambayeque), se determinó que el uso exclusivo de la zona de humedales correspondió a 29 especies, en tanto que 99 lo usaban de forma total o parcial; solo se registraron dos especies que usaban los tres hábitats: *Falco peregrinus* e *Himantopus mexicanus* (Angulo-Pratolongo et al., 2010). Pisconte et al. (2020) reportaron que en el humedal de Caucato (Pisco-Perú) el uso de hábitat por parte de las aves era mayor en la orilla de la laguna, seguida por la orilla de la playa y menor en el espejo de agua. Así, la situación sería distinta en el HAC, ya que no presenta características uniformes en las tres zonas (varían el hábitat, las profundidades, la vegetación y el relieve); además, se suman los hábitats de playa y mar, lo que ofrece una mayor oferta de espacios para las diversas especies.

Con respecto a la distribución de las aves en las zonas descritas del HAC, 28 especies se registraron en las tres zonas (zonas norte, centro y sur) (Tabla 1); entre ellas se destacan *Phoenicopterus chilensis*, *Plegadis ridgwayi*, *Egretta caerulea*, *E. thula*, *Himantopus mexicanus*, *Haematopus palliatus*, *Charadrius* spp. y *Calidris* spp. En las zonas centro y norte se registraron 13 y dos especies exclusivas, respectivamente. No se registraron especies que usaran exclusivamente la zona sur. Siete especies se observaron únicamente en dos zonas (centro y sur) y otras seis en las zonas norte y centro. Debe destacarse que la zona centro fue la preferida por la avifauna registrada en el HAC, pues presenta un cuerpo de agua de mayor extensión y profundidad, además de tener una mayor cobertura vegetal distribuida en forma de islas, así como en las orillas y en la parte seca, lo que significa una mayor oferta de hábitat y de nicho ecológico comparada con las zonas norte y sur.

#### **Frecuencia de observación**

La frecuencia de observaciones en el HAC fue de un 50 % para 22 especies registradas, destacándose *Phoenicopterus chilensis* y *Plegadis ridgwayi*, con un porcentaje de 100 %, en tanto que cinco especies (*Anas flavirostris*, *A. georgica*, *Thalasseus maximus*, *Athene cunicularia*, *Fulica ardesiaca*) se observaron una única vez (Tabla 3 y material suplementario 1, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1883/3379>). En el

hábitat de playa, se observaron sólo cuatro especies con una frecuencia mayor al 50 %, siendo *Haematopus palliatus* la observada con más frecuencia (80,8 %). En el hábitat de descampado se registró el menor número de avistamientos, con *Charadrius vociferus* y *Calidris alba* como las especies más frecuentemente observadas (seis avistamientos; 23,1 %), en contraste con *Burhinus superciliaris* con 15,4 % (**Tabla 3** y **material suplementario 1**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1883/3379>).

El número de especies registradas mensualmente en el hábitat de humedal (H) comenzó a incrementarse marcadamente a partir de julio del 2021, especialmente en los meses de febrero y marzo del 2022, con un conteo total de 39 y 40 especies, respectivamente (**Material suplementario 1**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1883/3379>). Este incremento también fue notorio para las especies residentes y migratorias boreales (**Tabla 4**), lo que estaría relacionado con la llegada de especies migratorias; esta misma observación hicieron **Pulido & Bermúdez** (2018) en el humedal de Pantanos de Villa, en donde en enero se registró el mayor número de especies por

**Tabla 3.** Frecuencia por hábitat. Se muestra el número de observaciones y su frecuencia con respecto al total de muestreos de los avistamientos de las especies en cada hábitat.

N°	Familia/Especie	Humedal		Playa		Desmonte	
		N°	Frec. %	N°	Frec. %	N°	Frec. %
Phoenicopteridae							
1	<i>Phoenicopus chilensis</i>	26	100	4	15,4		
Pelecanidae							
2	<i>Pelecanus thagus</i>			1	3,8		
Threskiornithidae							
3	<i>Plegadis ridgwayi</i>	26	100	1	3,8		
Ardeidae							
4	<i>Ardea alba</i>	14	53,8			1	3,8
5	<i>Bubulcus ibis</i>	4	15,4				
6	<i>Egretta caerulea</i>	13	50			1	3,8
7	<i>Egretta thula</i>	22	84,6	4	15,4		
8	<i>Nycticorax nycticorax</i>	3	11,5				
Phalacrocoracidae							
9	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	3	11,5	2	7,7		
Anatidae							
10	<i>Anas bahamensis</i>	25	96,2				
11	<i>Anas cyanoptera</i>	16	61,4				
12	<i>Anas flavirostris</i>	1	3,8				
13	<i>Anas georgica</i>	1	3,8				
Burhinidae							
14	<i>Burhinus superciliaris</i>					4	15,4
Charadriidae							
15	<i>Charadrius alexandrinus</i>	14	53,8	3	11,5	5	19,2
16	<i>Charadrius semipalmatus</i>	20	76,9			4	15,4
17	<i>Charadrius vociferus</i>	12	46,2	1	3,8	6	23,1
18	<i>Pluvialis dominica</i>	3	11,5			2	7,7
19	<i>Pluvialis squatarola</i>	5	19,2			1	3,8

Haematopodidae							
20	<i>Haematopus palliatus</i>	14	53,8	21	80,8	1	3,8
Laridae							
21	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	15	57,7				
22	<i>Larus argentatus</i>	3	11,5	4	15,4		
23	<i>Larus belcheri</i>	21	80,8	15	57,7		
24	<i>Larus dominicanus</i>	13	50	3	11,5		
25	<i>Leucophaeus modestus</i>	7	26,9	6	23,1		
26	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	11	42,3	9	34,6		
27	<i>Thalasseus maximus</i>	1	3,8	1	3,8		
Recurvirostridae							
28	<i>Himantopus mexicanus</i>	23	88,5	1	3,8		
Rynchopidae							
29	<i>Rynchops niger</i>	5	19,2				
30	<i>Actitis macularius</i>	9	34,6				
31	<i>Arenaria interpres</i>	13	50	1	3,8		
32	<i>Calidris alba</i>	15	57,7	14	53,8	6	23,1
33	<i>Calidris bairdii</i>	7	26,9	2	7,7		
34	<i>Calidris himantopus</i>	8	30,8				

**Tabla 4.** Número de especies registradas por mes según distribución en el HAC

Distribución	2020			2021						2022			
	Dic	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Residente	6	10	7	13	20	19	14	17	18	18	17	25	20
Emigrante boreal	5	6	1	2	9	13	9	10	11	15	11	12	16
Emigrante austral			1	1	1							1	1
Divagante para la costa central													2
Divagante para el Perú												1	1
Total	11	16	9	16	30	32	23	27	29	33	28	39	40

la llegada de emigrantes boreales, mientras que mayo y julio fueron los meses en que se presentó el menor número de especies de aves debido al retorno de las migratorias neárticas a partir del mes de marzo hacia Norteamérica, y este nicho fue ocupado por las migrantes australes y las altoandinas. Nuestros resultados apoyan la idea de que el HAC es una oferta de espacio importante para albergar especies migratorias, dándoles refugio y descanso como parte del corredor de humedales de la costa central. Las características ecosistémicas del humedal permiten asimismo el asentamiento de colonias permanentes como las de *Phoenicopterus chilensis* y *Plegadis ridgwayi*, las cuales se observaron en todos los momentos de registro (Tabla 3).

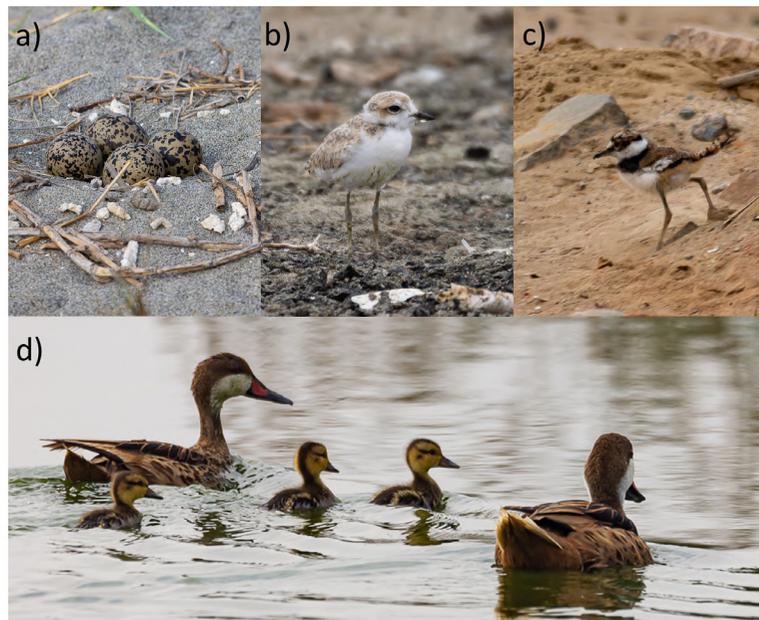
Los resultados obtenidos en este estudio permiten establecer una buena línea de base y comparar la avifauna de humedales artificiales y naturales (Castillo-Guerrero *et al.*, 2001). De mantenerse las evaluaciones estacionales en este humedal, se podría obtener información sobre la influencia de las aves migratorias en la composición del humedal (García-Olaechea *et al.*, 2018; Podestá *et al.*, 2017), y usar la estructura y la composición de la comunidad de aves como indicador ambiental (Eiseimann & Avendaño, 2006).

### Registro de estadios reproductivos

A lo largo de la investigación se pudieron observar diversos estadios reproductivos: huevos, polluelos y juveniles, de las especies *H. mexicanus*, *C. alexandrinus*, *C. vociferus* y *A. bahamensis*, así como plumaje reproductivo en proceso en *Egretta thula* y *Bubulcus ibis* (Tabla 5) (Figura 3). Ionescu *et al.* (2020) reportaron la reproducción de *Ardea alba*, *Ardea purpurea*, *Ardea cinerea* y *Egretta garzetta* en humedales artificiales de Rumania, afirmando que estos ambientes pueden constituir lugares propicios para la reproducción de aves incluso en áreas de poca extensión, pero con gran riqueza de especies. Lei *et al.* (2021) estudiaron durante tres temporadas reproductivas la viabilidad de 852 nidos de *Recurvirostra avosetta* en las salinas de Nanpu (China), considerada como una de las más grandes del mundo, y registraron un 55 % de pérdidas debidas, según ellos, a las diferencias

**Tabla 5.** Nidos, juveniles, polluelos y plumajes reproductivos registrados en el Humedal Artificial de Chilca (HAC) según la especie. ZN: zona norte, ZC: zona central, ZS: zona sur, H: humedal, P: playa, D: descampado

Especie	Etapas	Área y hábitat	Fecha	Observaciones
<i>Himantopus mexicanus</i>	Nido (1 huevo)	ZC, H	30-Oct-21	En la zona de descarga, en pequeña isla de vegetación
	Nido (3 huevos)	ZC, H	31-Oct-21	Mismo nido que el 30 de octubre, pusieron 2 huevos más.
	Nido	ZC, H	14-Nov-21	Conducta de ataque extremo al tratar de acercarse al mismo nido. No se pudo verificar el número de huevos.
	Juveniles (2)	ZC, H	30-Nov-21	En la laguna central, padres vigilantes y cerca
	Nido (4 huevos)		30-Nov-21	En montículo de arena elevado. Sin vegetación
<i>Egretta thula</i>	Plumaje reproductivo	ZC, P	24-Jul-21	Individuo solitario
	Plumaje reproductivo	ZC, H	31-Ene-22	Individuo solitario
<i>Bubulcus ibis</i>	Plumaje reproductivo	ZC, H	30-Nov-21	Individuo solitario
	Plumaje reproductivo	ZC, H	20-Ene-22	Individuo solitario
	Plumaje reproductivo	ZC, H	28-Feb-22	Individuo solitario
<i>Charadrius vociferus</i>	Polluelo	ZN, D	30-Nov-21	Corriendo en zona de desmonte norte
	Polluelo	ZS, H	30-Nov-21	Corriendo entre vegetación no inundable del humedal
<i>Anas bahamensis</i>	Polluelos (9)	ZC, H	28-Dic-21	En laguna principal con ambos padres
	Polluelos (4)	ZC, H	19-Feb-22	En laguna principal con ambos padres.
	Polluelos (3)	ZC, H	28-Feb-22	En laguna principal con ambos padres.
	Polluelos (7)	ZC, H	16-Mar-22	En laguna principal con ambos padres.
	Polluelos (2)	ZC, H	16-Mar-22	Ocultos en vegetación no inundable del humedal central, salieron por ataque de perros ferales
	Polluelos (3)	ZC, H	16-Mar-22	En laguna principal con ambos padres
	Polluelos (6)	ZS, H	30-Mar-22	En humedal sur solo con uno de los padres
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Juvenil	ZN, D/H	20-Ene-22	En descampado y humedal zona norte
	Juvenil	ZN, D	31-Ene-22	En descampado zona norte



**Figura 3.** Estadios de reproducción de aves observados en el Humedal Artificial de Chilca (HAC). **a)** Huevos de *Himantopus mexicanus*. **b)** Juvenil de *Charadrius alexandrinus*. **c)** Polluelo de *Charadrius vociferus*. **d)** Polluelos de *Anas bahamensis* con ambos padres

en el sustrato de anidación, la oferta de alimento y la lluvia, factores influyentes para el éxito de los nidos. Antes, en el mismo lugar de estudio, se había registrado la anidación de *Himantopus himantopus*, *Sterna hirundo* y *Sterna albifrons* con bajos porcentajes de éxito en la anidación debido principalmente a causas antropogénicas (Yang *et al.*, 2008; Que *et al.*, 2015). El HAC presenta hábitats con diferentes características que permiten satisfacer la demanda básica de guarida y alimento para la supervivencia de las especies observadas, permitiendo luego el uso de recursos con fines reproductivos en algunas de ellas. Esto debe evaluarse con mayor detalle para determinar el potencial reproductivo de algunas de las especies registradas, sin embargo, la acción depredadora de los perros ferales contra las aves puede dificultar esta tarea.

#### **Especies amenazadas**

Según la lista de especies amenazadas incluida en la legislación peruana (DS N° 004-2014 MINAGRI), *Pelecanus thagus* es la única especie que se encuentra categorizada como En Peligro (EN), en tanto que *Phoenicopterus chilensis* se ha categorizado como Casi Amenazada (NT). Las dos especies están en la categoría de Casi Amenazadas según la IUCN (2022). *P. chilensis* se ha registrado en todas las evaluaciones con un número promedio de 65 ejemplares, por lo que puede asumirse que conforma una colonia residente en el HAC.

El HAC no es un ecosistema artificial prediseñado siguiendo los lineamientos de creación de humedales artificiales (por ejemplo, los detallados por Moret, 2014; Reyes & Reyes, 2008; Lara, 1999; Cisterna-Osorio & Pérez, 2019); sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio demuestran que incluso bajo las condiciones en que se formó alberga una riqueza de fauna comparable a otros humedales de la costa central, a pesar de su corta extensión (Tabla 2). Otros estudios han demostrado el impacto positivo de las lagunas de oxidación y los estanques de almacenamiento de aguas tratadas en la reproducción de aves características de humedales, como las familias Podicipedidae, Ardeidae, Rallidae y Charadriidae, aduciendo que ello se debe al incremento en la oferta de hábitats dulceacuícolas, especialmente en zonas donde hay escasez de estos ecosistemas, o en zonas aledañas, donde puedan verse afectadas por contaminación o urbanización

(Castillo-Guerrero *et al.*, 2001). La variedad de vegetación en el HAC también puede condicionar la de la avifauna, ya que incrementa la oferta de nichos ecológicos, de tal manera que podría establecerse una relación directa entre ambas variables (Castillo-Guerrero & Carmona, 2001). Esto destaca la importancia de los cuerpos de agua dulce artificiales cuyo efecto es positivo al constituir sitios valiosos para el desarrollo de aves residentes y el arribo de las migratorias tal como lo indica Castillo (2000).

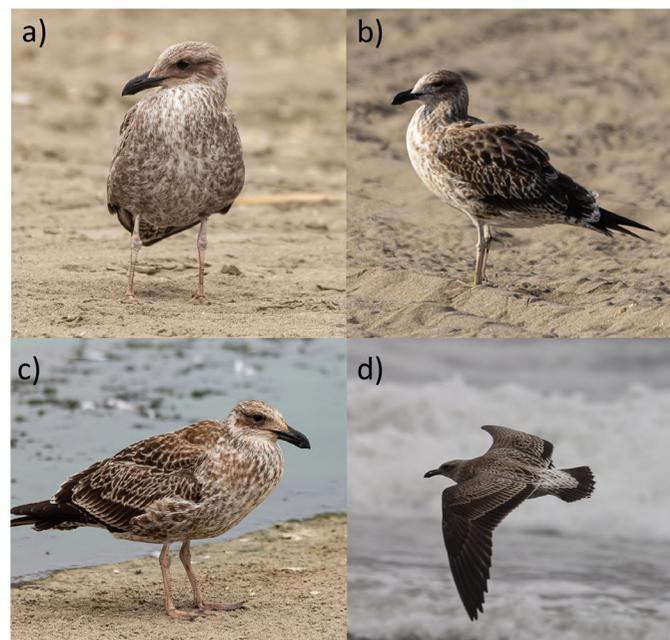
En el HAC se registró la presencia de *Larus argentatus* (Figura 4) tanto en el hábitat de playa como en humedal, lo que constituye un avistamiento importante considerando que esta especie se limita al hemisferio norte. Anteriormente, en 1983, habían sido observados ejemplares subadultos en la playa de Ventanilla (Callao-Perú) (Krabbe *et al.*, 2001). En el presente estudio se observaron ejemplares juveniles en febrero y marzo de 2022, lo que constituye el segundo registro y el más austral de la especie en el Perú (Montes-Iturrizaga *et al.*, en preparación).

Otro avistamiento destacable corresponde a un individuo de *Calidris pusilla* anillado con el mismo código (octubre del 2021 y enero del 2022) (Figura 5), y un tercer registro de la misma especie en febrero del 2022, pero con código ilegible. Este hallazgo confirma la importancia de este humedal como ecosistema de descanso para las especies migratorias.

#### *Potencial y amenazas en el HAC*

El HAC puede considerarse un lugar potencial de oferta de refugio, reproducción y descanso para aves en el sistema de humedales de la costa central, además de su posibilidad de convertirse en un espacio ecoturístico para la observación y fotografía de aves, actividades que pueden traer beneficio directo a la comunidad de Chilca, tal como lo indican Pulcha & Valencia (2019) con respecto a otros humedales artificiales. Asimismo, el HAC puede representar un espacio para la investigación de aves propias de humedales de la costa del Perú, así como de especies migratorias.

Entre las amenazas observadas en este periodo de estudio se destaca la acumulación de desechos en todos los ambientes, situación que se agrava en los meses de verano por el incremento de visitantes a las playas aledañas. La caza y la depredación de los nidos



**Figura 4.** Juveniles de *Larus argentatus* observados en el HAC. En **a)**, **b)** y **c)** se muestran ejemplares posados mostrando la coloración de patas y plumaje característicos y en **d)** un ejemplar en vuelo mostrando las particularidades del plumaje de alas y cola.



**Figura 5.** Ejemplar de *Calidris pusilla* con etiqueta observado en el HAC

por parte de perros ferales también perturban a las aves. Esto ya había sido mencionado en humedales peruanos como amenaza contra especies de mamíferos, por ejemplo, el cuy silvestre *Cavia tchudii* Fitzinger, 1867 (Quispe-López *et al.*, 2021), por lo que constituye un problema que debe analizarse con mayor detenimiento en los humedales costeros peruanos. La falta de vigilancia y avisos que regulen o prohíban el tránsito de personas y camionetas en las zonas aledañas al humedal propicia que las aves estén sometidas a estrés frecuente y, además, implican un riesgo para los investigadores y visitantes de este humedal artificial.

## Conclusiones

Se registran 56 especies de aves, de las cuales el 57 % eran residentes, incluyendo una especie endémica. Durante el estudio, el HAC albergaba 22 especies de aves emigrantes boreales (39 %); se registró, además, una especie emigrante austral, así como la presencia de *Larus argentatus*, considerada divagante para el Perú. Estos resultados sitúan al HAC en el segundo lugar en cuanto a especies de aves por unidad de área en humedales costeros del Perú. La mayoría de las especies de aves registradas comparte los diferentes hábitats del HAC. Las tres zonas descritas no tienen características uniformes de profundidad, vegetación y relieve; el humedal cuenta, además, con los hábitats de playa y mar, lo que genera una mayor oferta de espacios para las diversas especies. El número de especies de aves se incrementó en los meses de verano, lo que se asoció con la llegada de especies migratorias y confirma que el HAC constituye una oferta de espacio importante para albergar especies migratorias dándoles refugio y descanso como parte del corredor de humedales de la costa central, a pesar de ser un hábitat de reducida extensión y de formación “artificial”. El presente estudio constituye una línea de base en cuanto a la caracterización ecológica y de avifauna del HAC. El control de las autoridades para eliminar la acumulación de desechos y otras actividades negativas que tienen impacto sobre las aves es necesario.

## Material suplementario

Ver el material suplementario en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1883/3379>

## Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Frank Manrique, por invitarnos a conocer y descubrir este nuevo humedal cuando trabajaba en el área de Turismo de la Municipalidad de Chilca, así como por su ayuda durante gran parte del estudio. A Mire Tomatis y familia por su gran interés y gestiones en pro de la investigación y conservación del HAC. Al Serenazgo y Policía del distrito de Chilca por la frecuente vigilancia durante los horarios de ejecución del estudio.

## Contribución de los autores

D.M-I: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, preparación del borrador original, redacción, revisión y edición del manuscrito. H.A.: análisis formal, investigación, metodología, preparación del borrador original, revisión y edición del manuscrito. S.V.-R.: análisis formal, investigación, metodología, preparación del borrador original, revisión y edición del manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

## Referencias

- Acuy, M., Pulido, V.** (2008). *Perú: Informe Anual. Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2007* [en línea]. En Unterkofler D.A. y D.E. Blanco (eds.): *El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2007; Una herramienta para la conservación*. Wetlands International. <http://lac.wetlands.org/>
- Angulo-Pratolongo, F., Schulenberg, T., Puse-Fernández, E.** (2010). Las aves de los humedales de Eten, Lambayeque, Perú. *Ecología Aplicada*, 9(2), 71-81. <https://doi.org/10.21704/rea.v9i1-2.397>
- Apeño, A., Aponte, H.** (2022). Caracterización de la diversidad de aves en un humedal altamente intervenido del Pacífico suramericano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(179), 380-392. <https://doi.org/10.18257/racefyn.1605>
- Aponte, H., Corvacho, M.F., Lertora, G., Ramírez, D.W.** (2021). Reserva de carbono en un humedal del desierto costero de Sudamérica. *Gayana Botánica*, 78(2), 184-190. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432021000200184>
- Aponte, H.** (2017). *Humedales de la costa central del Perú. Un diagnóstico de los humedales Santa Rosa, laguna El Paraíso y albufera de Medio Mundo*. CooperAcción. [https://www.academia.edu/35242909/Humedales\\_de\\_la\\_Costa\\_central\\_del\\_Per%C3%BA\\_Un\\_diagn%C3%B3stico\\_de\\_los\\_humedales\\_de\\_Santa\\_Rosa\\_laguna\\_El\\_Para%C3%ADso\\_y\\_Albufera\\_de\\_Medio\\_Mundo](https://www.academia.edu/35242909/Humedales_de_la_Costa_central_del_Per%C3%BA_Un_diagn%C3%B3stico_de_los_humedales_de_Santa_Rosa_laguna_El_Para%C3%ADso_y_Albufera_de_Medio_Mundo)
- Birdlife International.** (2000). *Threatened birds of the world*. Cambridge: Lynx Editions. 852 p. Barcelona. <https://www.lynxeds.com/es/producto/threatened-birds-of-the-world/>
- Castillo, J.A.** (2000). Composición temporal de aves acuáticas en el estanque de almacenamiento de aguas tratadas del ejido El Centenario, Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te1142.pdf>
- Castillo-Guerrero, J.A., Carmona, R.** (2001). Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial de Baja California Sur, México. *Biología Tropical*, 49(3-4), 1131-1142. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972002000100011&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972002000100011&lng=es&nrm=iso)
- Castillo-Guerrero, J., Zamora-Orozco, E., Carmona, R.** (2001). Aves acuáticas anidantes en dos cuerpos dulceacuícolas artificiales, adyacentes a la ciudad de La Paz, B.C.S. *México Hidrobiológica*, 12(1), 85-87. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972002000100011&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972002000100011&lng=es)
- Cisterna-Osorio, P., Pérez, L.** (2019). Propuesta de humedales artificiales, impulsores de biodiversidad, que depuran aguas contaminadas para la recuperación de lagunas urbanas de Concepción. *Revista Hábitat Sustentable*, 9(1), 20-31. <http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2019.09.01.02>
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., van del Belt, M.** (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

- Cruz Z, Angulo F, Burger H, Borgesa R.** (2007). Evaluación de aves en la laguna El Paraíso, Lima, Perú. *Rev. Peru. biol.* 14(1), 139-144. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i1.2179>
- Eisermann, K., Avendaño, C.** (2006). *Evaluation of water birds populations and their conservation in Guatemala. Final Report.* Sociedad Guatemalteca de Ornitología. <https://www.researchgate.net/publication/263162660>
- García-Olaechea, A., Chávez-Villavicencio, C., Tabilo-Valdivieso, E.** (2018). ¿Influyen las aves migratorias neárticas en el patrón estacional de aves de los humedales costeros? *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 117-122. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i2.13281>
- Gobierno Regional de Lima.** (2015). *Plan Maestro del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo 2015-2019.* Gobierno Regional de Lima. <http://siar.regionlima.gob.pe/documentos/plan-maestro-area-conservacion-regional-albufera-medio-mundo>
- González, O., Pulido V.** (2011). *Perú: Informe Anual. Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2010.* En Unterkofler D.A. y D.E. Blanco (eds.): *El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2010.* Wetlands International.
- Green, A.J.** (1996). Analyses of globally threatened Anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns and habitat use. *Conservation Biology*, 10(5), 1435-1445. <http://www.jstor.org/stable/2386918>
- Ionescu D, Hodor C, Petritan C.** (2020). Artificial Wetlands as Breeding Habitats for Colonial Waterbirds within Central Romania. *Diversity*, 12, 371. <https://doi.org/10.3390/d12100371>
- IUCN.** (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species.* Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>
- Koepcke, M.** (1954). *Corte ecológico transversal en los Andes del Perú Central con especial consideración de las Aves. Parte 1: Costa, Vertientes Occidentales y Región Altoandina.* Memorias del Museo de Historia Natural Javier Prado. <https://museohn.unmsm.edu.pe/memorias.html>
- Krabbe, N., James, S., Walker, B.** (2001). An observation of Herring Gull *Larus argentatus* on the Peruvian coast. *Cotinga*, 15, 66.
- Lara, J.** (1999). Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. Tesis, Máster en Ingeniería y Gestión Ambiental. Instituto Catalán de Tecnología. Universidad Politécnica de Cataluña. <https://agua.org.mx/biblioteca/depuracion-de-aguas-residuales-municipales-con-humedales-artificiales/>
- Lei, W., Wu, Y., Wu, F., Piersma, T., Zhang, Z., Masero, J.A.** (2021). Artificial Wetlands as Breeding Habitats for Shorebirds: A Case Study on Pied Avocets in China's Largest Saltpan Complex. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 622756. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.622756>
- MINAGRI,** (2014). Actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, Ministerio de Agricultura y Riego. DS N° 004-2014-. El Peruano Normas Legales: 520497-520504.
- MINAM.** (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre.* Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- Moret, I.** (2014). Optimización de lagunas de estabilización mediante el uso de macrofitas. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Perú. <https://hdl.handle.net/11042/1753>
- Moschella, P.** (2012). Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: Casos Ventanilla y Puerto Viejo. Tesis, Magistra en Desarrollo Ambiental. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4527>
- Pérez, A., Escobedo, R., Castro, R., Jesús, R., Cardich, J., Romero, P.E., Salas-Gismondi, R., Ochoa, D., Aponte, H., Sanders, C.J., Carré, M.** (2022). Carbon and nutrient burial within Peruvian coastal marsh driven by anthropogenic activities. *Marine Pollution Bulletin*, 181, 113948. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113948>
- Pérez-Granados, C., Serrano-Davies, E., García-Lozano, M., Ponce, C.** (2015). *El humedal artificial de Meco: su importancia durante el periodo primaveral.* En: Juan M, Pérez-Granados C, De la Puente J. (Editores) Anuario Ornitológico de Madrid 2011-2014. SEO-Monticola. [https://www.researchgate.net/profile/Cristian-Perez-Granados/publication/322041452\\_](https://www.researchgate.net/profile/Cristian-Perez-Granados/publication/322041452_)
- Plenge, M.A.** (2022). List of the birds of Peru / Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú. <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Pisconte, J., Anchante, J., Aparcana, M., Chipana, J., Ramos, L.** (2020). Variación de la abundancia y diversidad de las aves migratorias en el humedal de Caucato, Pisco Perú. ÑAWPARISUN. *Revista de Investigación Científica*, 3(1), 103-110. <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.132>

- Podestá, J., Cotillo, A.** (2016). Avifauna del Área de Conservación Municipal Humedal poza La Arenilla (Callao, Perú): Actualización y categorías de conservación. *Científica* 13(1), 38-57. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/issue/view/37>
- Podestá, J., Cotillo, A., Segura-Cobeña, E., Cabanillas, G.** (2017). Temporal variation in richness and abundance of wading shorebirds in Arenilla coastal wetland - La Punta, Callao. *The Biologist*, 15(1), 23-35. <https://doi.org/10.24039/rb2017151136>
- Podestá, J., Gil, F., Liviac-Espinoza, R., Barona, D., Balarezo-Díaz, A., Zárate, R.** (2021). Aves de los humedales de la región Callao: Actualización y estados de conservación. *The Biologist*, 19(2), 155-173. <https://doi.org/10.24039/rb20211921048>
- Pulcha, J., Valencia, M.** (2019). Evaluación de la degradación de contaminantes ecotóxicos de las aguas de residuales de la industria minera por medio de humedales artificiales. (Tesis para optar el título de Ingeniero de Minas). Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14458>
- Pulido, V., Bermúdez, L.** (2018). Patrones de estacionalidad de las especies de aves residentes y migratorias de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25(3), 1107-1128. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25318>
- Que, P., Chang, Y., Eberhart-Phillips, L., Liu, Y., Székely, T., Zhang, Z.** (2015). Low nest survival of a breeding shorebird in Bohai Bay. *China. Journal Ornithology*, 156, 297-307. <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1126-9>
- Quispe-López, M., Barreda, S., Marcelo-Carranza, D., Pacheco, V., Aponte, H., Ramírez, D.** (2021). Relative abundance and habitat selection of the montane guinea pig *Cavia tschudii* in a wetland at coastal desert with comments on its predators. *THERYA*, 12(3), 423-433. <https://doi.org/10.12933/therya-21-1096> ISSN 2007-3364
- RAS.** (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ministerio de Desarrollo Económico. Título E. Tratamiento de aguas residuales.* Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. República de Colombia. [https://www.academia.edu/38158569/Aspectos\\_generales\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_basico](https://www.academia.edu/38158569/Aspectos_generales_de_los_sistemas_de_agua_potable_y_saneamiento_basico)
- RAMSAR.** (2004). *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971).* 3rd ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. [https://moe.gov.lb/ProtectedAreas/pdf/ramsar\\_convention.pdf](https://moe.gov.lb/ProtectedAreas/pdf/ramsar_convention.pdf)
- Reyes, J.E., Reyes, J.L.** (2008). Depuración de aguas residuales, usando humedales artificiales subsuperficiales en el Distrito de Chao. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9872>
- Rivera, G., Gonzáles, S., Aponte, H.** (2021). Wetlands of the South American Pacific coast: A bibliometric analysis. *Wetlands Ecology and Management*, 30, 869-877. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09830-8>
- Sanabria, A.** (2006). Humedar I: Alternativa innovadora de bajo costo para depurar aguas residuales en países en vía de desarrollo. *Revista ambiental agua, aire y suelo. Universidad de Pamplona*, 1, 84-91. [https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/publicaciones/revista\\_ambiental/06082010/rev\\_ambiental\\_voll\\_num1\\_art9.pdf](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/publicaciones/revista_ambiental/06082010/rev_ambiental_voll_num1_art9.pdf)
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J., Parker III, T.** (2010). *Aves de Perú.* Centro de Ornitología y Biodiversidad (CORBIDI), Lima, Perú, Serie Biodiversidad Corbidi.
- SERNANP.** (2010). *Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. 2010. Guía oficial de Áreas Naturales Protegidas del Perú.* CIMAGRAF <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/ANP240516.pdf>
- Sierra, O., López, G.** (2013). Tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales. *Kuxulkab'*, 19(36), 47-55. <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/337/260>
- Terreros, C.** (2017). Adaptación de lagunas de oxidación como humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas en la sabana de Bogotá. Viabilidad técnica. (Proyecto de Grado en la modalidad de Monografía para optar el título de Tecnólogo en Construcciones Civiles). Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica. Tecnología en Construcciones Civiles. Bogotá. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6852/TerrerosFollecoCarlosJavier2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas-Fonseca, E.** (2010). Caracterización de la avifauna y su relación con las variables físicas del Humedal Laguna Pochotal, Puntarenas, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología

- 
- con énfasis en Recursos Naturales. Universidad Nacional de Costa Rica. [https://www.researchgate.net/publication/325668174\\_Caracterizacion\\_de\\_la\\_avifauna\\_y\\_su\\_relacion\\_con\\_las\\_variables\\_fisicas\\_del\\_Humedal\\_Laguna\\_Pochotal\\_Puntarenas\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/325668174_Caracterizacion_de_la_avifauna_y_su_relacion_con_las_variables_fisicas_del_Humedal_Laguna_Pochotal_Puntarenas_Costa_Rica)
- Velarde, D.** (1998). *Resultados de los Censos Neotropicales de Aves Acuáticas en el Perú 1992-1995*. Lima. Perú. Programa de Conservación y Desarrollo Sostenido de Humedales. Perú.
- Yang, H.Y., Chen, B., Zhang, Z.W.** (2008). Seasonal changes in numbers and species composition of migratory shorebirds in northern Bohai Bay, China. *Wader Study Group Bulletin*, 115(3), 133-139. <https://www.waderstudygroup.org/article/2925/>
- Ywanaga-Reh, N.G., González-Campos, C.A., Gutiérrez-Ramos, J.N., Rodríguez-Rodríguez, E.F.** (2021). Nuevo registro de humedal y la presencia estival de *Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782, en la playa Sur de Salaverry, Provincia De Trujillo – Perú. *Sagasteguiana*, 9(2), 95-120. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/4415>