

La ruta del pingüino: Uso de hábitat marino y patrón de atención al nido por el Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) en Punta San Juan, Perú

Antje Chiu Werner¹; Susana Cárdenas Alayza²; Marco Cardeña Mormontoy²; Alonso Bussalleu Caveró²; Paulo Guerrero Bustamante²; Franco Sandoval García²; Yann Tremblay³
schnee_nebel@yahoo.com

1-Departamento de Ornitología, Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256 Jesús María. Apartado. 14-0434, Lima 14, Perú.

2-Centro para la Sostenibilidad Ambiental(CSA) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Av. Armendáriz # 445, Miraflores, Lima, Perú.

3-UMR 212 EME, IRD/IFREMER/UM2, Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale, Avenue Jean Monnet, 34203 Sète cedex, Francia.

Resumen

Los viajes de alimentación de ocho pingüinos de Humboldt reproductores fueron registrados con el uso de GPS de tamaño muy reducido durante junio - julio del 2011 en la reserva Punta San Juan en el Perú. Todos los viajes de forrajeo fueron en dirección sur. Seis adultos se encontraban criando pichones con edades entre 28 - 34 días y realizaron viajes dentro de un radio de 21 km desde la colonia, mientras que dos adultos incubando realizaron viajes que alcanzaron 71 km de distancia. Estos valores representan las distancias de forrajeo más lejanas registradas para esta especie en el Perú durante el periodo reproductivo en un año no-Niño. Durante este periodo, la atención al nido es alta (72 - 98% del tiempo) y los relevos en adultos con pichones ocurren diariamente y generalmente al anochecer, mientras que en adultos incubando los relevos ocurren cada 3 - 4 días. Este tipo de estudios brindan información crítica para la implementación de las zonas marino-costeras alrededor de las islas y puntas guaneras, contribuyendo al manejo y conservación de áreas y especies marinas.

Palabras clave

Pingüino de Humboldt, *Spheniscus humboldti*, GPS, rastreo, uso de hábitat marino, patrones de actividad, periodo reproductivo.

Abstract

We deployed miniaturized GPS to record the foraging trips of eight breeding Humboldt penguins during June - July 2011 at the Punta San Juan Reserve, Peru. All trips headed south. Six of these adults were rearing chicks aged 28-34 days and performed trips within a 21km radius. The trips performed by two incubating adults reached 71km of distance. The mentioned distances represent the largest foraging distances reported for this species in Peru during the reproductive period in a non-Niño year. Nest attendance during this period is high (72-98%). In chick rearing penguins, adults switch shifts usually at dawn on a daily basis, while incubating birds do so every 3rd - 4th day. This study provides critical information to improve the management of coastal and marine reserves surrounding guano Islands and headlands contributing towards a better protection of marine species.

Key Words

Humboldt penguin, *Spheniscus humboldti*, GPS, tracking, marine habitat use, activity patterns, reproductive period.

Introducción

Como depredadores, las aves marinas son consideradas excelentes indicadores de la salud y muy útiles para determinar cambios en los ecosistemas marinos (Boyd *et al.* 2006, Furness & Camphuysen 1997, Gonzalez-Solis & Shaffer 2009, Montevecchi & Myers 1996, Parsons *et al.* 2008). El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) es endémico de la corriente de Humboldt y actualmente se encuentra categorizado como "en peligro de extinción" en el Perú (DS- N° 034-2004-AG) y en estado vulnerable de acuerdo con la UICN (2010). A lo largo de la historia, las poblaciones del pingüino de Humboldt han sido fuertemente influenciadas por la variabilidad en la disponibilidad de presas, la cacería directa sobre la especie, la captura incidental, la depredación de huevos, pichones y adultos, y la pérdida de hábitat debido al desarrollo urbano (De la Puente *et al.* 2011).

Actualmente, los programas de conservación están restringidos a la protección de las poblaciones claves y de sus sitios de anidación, lo cual solo analiza las "amenazas terrestres" (por ej., efectos de la extracción de guano, depredación, caza ilegal, efectos del crecimiento urbano e introducción de enfermedades infecciosas). En alguna medida, estos programas han dejado de lado las "amenazas marinas" de la especie debido a la falta de información sobre el uso marino. En diciembre del 2009 el Ministerio del Ambiente estableció una reserva marina alrededor de Punta San Juan (Figura 1. D.S. N° 024-2009-MINAM), con fines de proteger la fauna y flora marina local. Sin embargo, la efectividad de esta reserva marina para el pingüino de Humboldt no ha sido evaluada.

La ecología de forrajeo y el uso de áreas marinas de esta especie han sido estudiados en Chile (Culik *et al.* 1998; Culik & Luna-Jorquera 1997a; Culik & Luna-Jorquera 1997b; Luna-Jorquera & Culik 1999), donde han demostrado ser una guía para la elaboración de estrategias de conservación marina. Culik *et al.* (1998) y Culik & Luna-Jorquera (1997a) indican que el 90% de la actividad de forrajeo de los pingüinos de Humboldt ocurre en un radio de 20 a 35 km (50% a menos de 5 km) de la colonia reproductiva durante la temporada de cría. Asimismo, fuera de la época reproductiva, Culik & Luna-Jorquera (1997a) registran viajes hasta una distancia máxima de 640 km de la colonia. Este tipo de información es clave para establecer los límites de las áreas marinas protegidas y la exclusión o zonas limitadas para la pesca.

La estacionalidad también afecta el comportamiento de forrajeo (viaje largos o cortos) y deben ser tomados en cuenta para la gestión del hábitat marino. Sin embargo, no se sabe si en el Perú las poblaciones de pingüinos hacen un uso similar de su ambiente marino a lo largo del año o según la latitud. Las variaciones en el comportamiento de anidación y uso del hábitat terrestre entre diferentes poblaciones (e.g. Paredes & Zavalaga 2001, Simeone *et al.* 2002, Cardeña *et al.* datos no publicados) sugieren que estas poblaciones podrían también emplear diferentes estrategias en el mar. Las diferencias en las presiones externas (la pesca comercial o los impactos de eventos El Niño) también podrían determinar diferencias en el uso marino. Por tanto, el desarrollo de estrategias efectivas de conservación marina en el Perú requieren de información básica sobre la ecología de forrajeo, y el uso de hábitat marino a nivel local.

Usando una combinación de instrumentos de posicionamiento geográfico (GPS) y observaciones en la colonia nuestros objetivos fueron obtener información base para 1) describir los patrones de actividad del Pingüino de Humboldt en Punta San Juan (PSJ); y 2) determinar el uso de hábitat marino durante el periodo reproductivo para evaluar la efectividad de la reserva marina creada alrededor de PSJ para el pingüino de Humboldt.

Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo entre el 13 de junio y 15 de julio del 2011 en PSJ (18L 0479925E 8301090N) una de las puntas guaneras pertenecientes a la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG). PSJ (54 ha) está localizada en las afueras de la ciudad de Marcona y está rodeada por un muro de 1.2 km. PSJ concentra la colonia reproductiva más grande de Pingüinos de Humboldt en el Perú (3500 - 4000 individuos, Cardeña *et al.* datos no publicados) y se halla dividida estratégicamente en 18 playas numeradas (09 hacia el lado sur y 09 hacia lado norte).

La colonia a la que pertenecen los individuos marcados se ubica a aproximadamente ocho metros de la orilla del mar sobre una pendiente de roca y guano, con una alta humedad a lo largo del año y presencia de nidos artificiales, y es una de las colonias reproductivas más monitoreadas en PSJ.

Colecta de datos por GPS

Empleamos dos GPS tipo GT120 (Mobile Action Technology Inc., Taiwan) que registraron la posición geográfica del individuo cada 3 minutos. Se retiró la cubierta de plástico del dispositivo original, cubriéndolo con resina epoxi. Como una medida de seguridad adicional para evitar su contacto con el agua, el dispositivo fue sellado dentro de una manga termo-retráctil (estos procedimientos no interfirieron en la recepción de la señal). El peso final del dispositivo fue de ~20 g, que representa entre el 0.5 y 0.57% del peso total del ave lo cual sugiere que no afecta de manera negativa al individuo marcado (Phillips *et al.*, 2003). Por falta de visibilidad directa a los satélites; los GPS no registraron datos bajo el agua (cuando el pingüino estaba buceando) ni dentro de los nidos (Tabla 1).

Los individuos fueron capturados poco antes del amanecer y/o al atardecer dentro de sus nidos con la ayuda de un gancho. Este método ha sido empleado en PSJ por más de una década sin presentar complicaciones. Después de cubrir los ojos del pingüino con una bolsa de tela para reducir el estrés, el GPS fue adherido a las plumas de contorno de la espalda usando cinta adhesiva Tesa™ (Wilson *et al.* 1997, Figura 1). El tiempo total de manipulación no superó los 10 minutos y el individuo fue devuelto a su nido inmediatamente después.

Marcamos un total de 8 adultos (3 machos y 5 hembras) pertenecientes a 6 nidos. El sexo de los adultos empleados para el estudio fue determinado en años anteriores con técnicas de PCR (Reacción de Cadena de la Polimerasa). Seis de ellos (pertenecientes a 4 nidos diferentes) se encontraban criando pichones y fueron rastreados entre el 13 de junio y el 04 de julio mientras que los dos adultos restantes (pertenecientes a dos nidos diferentes) se encontraban incubando y fueron marcados entre el 9 y 15 de julio del 2011. La edad de los pichones criados por los adultos marcados estaba en el rango de 28 - 34 días.

Observación de nidos

Del 13 de junio al 04 de julio del 2011 realizamos observaciones continuas de atención al nido entre las 06:00 y las 18:00 horas en 8 nidos (3 nidos con huevos, 5 nidos con pichones con edades entre 28 y 34 días). Todos los nidos que pertenecieron a adultos marcados estaban incluidos. Las observaciones se hicieron con el uso de binoculares (10 x 50) desde una caseta ubicada aproximadamente a 30 m.

Análisis de datos

Los datos obtenidos por el GPS fueron categorizados en 3 grupos: "en mar", "en colonia" y "en nido" (ver Tabla 1 para una descripción de cada categoría). Las posiciones geográficas registradas "en mar" fueron graficadas en ArcGIS 9.2 y las distancias máximas recorridas en cada viaje fueron calculadas usando la extensión *Hawth's Analysis Tools* (Beyer 2004).

Categoría	Descripción
"en mar"	Secuencia de puntos que se alejan a más de 200 m de la colonia y retornan. Inicio y fin es un punto "en colonia".
"en colonia"	Todo punto localizado dentro de un radio de 200 m de la colonia* que no fuera considerado parte de un viaje de forrajeo ("en mar").
"en nido"	periodo de tiempo en el que el GPS dejó de tomar datos. Inicia y termina en un punto de la categoría "en colonia".

* No pudimos discriminar entre puntos sobre la playa o en la orilla del mar debido a una combinación entre la precisión del GPS (± 10 m si la adquisición de datos es continua) y el tiempo que requieren para adquirir el primer dato (TTFF, Time of First Fix) luego de un periodo de interrupción (e.g. durante buceo).

Tabla 1. Descripción de las categorías en los que fueron agrupados los puntos registrados por los GPS para el análisis de los mismos.

Con el fin de determinar el patrón de atención al nido calculamos el porcentaje de tiempo en que uno, ambos, o ningún adulto se encontraba presente en el nido. Dividimos las 12 horas en 4 grupos de 3 horas (06:00 - 09:00, 09:00 - 12:00, 12:00 - 15:00 y 15:00 - 18:00 horas) y registramos el horario en que ocurría el cambio de turno entre adultos del mismo nido. Adicionalmente, complementamos estas observaciones con datos obtenidos de los GPS "en nido" para las 12 horas restantes de la noche.

Resultados Y Discusión

Registramos un total de 16 viajes de forrajeo: 14 para adultos criando pichones y 1 viaje para cada uno de los adultos que se encontraba incubando. El número de

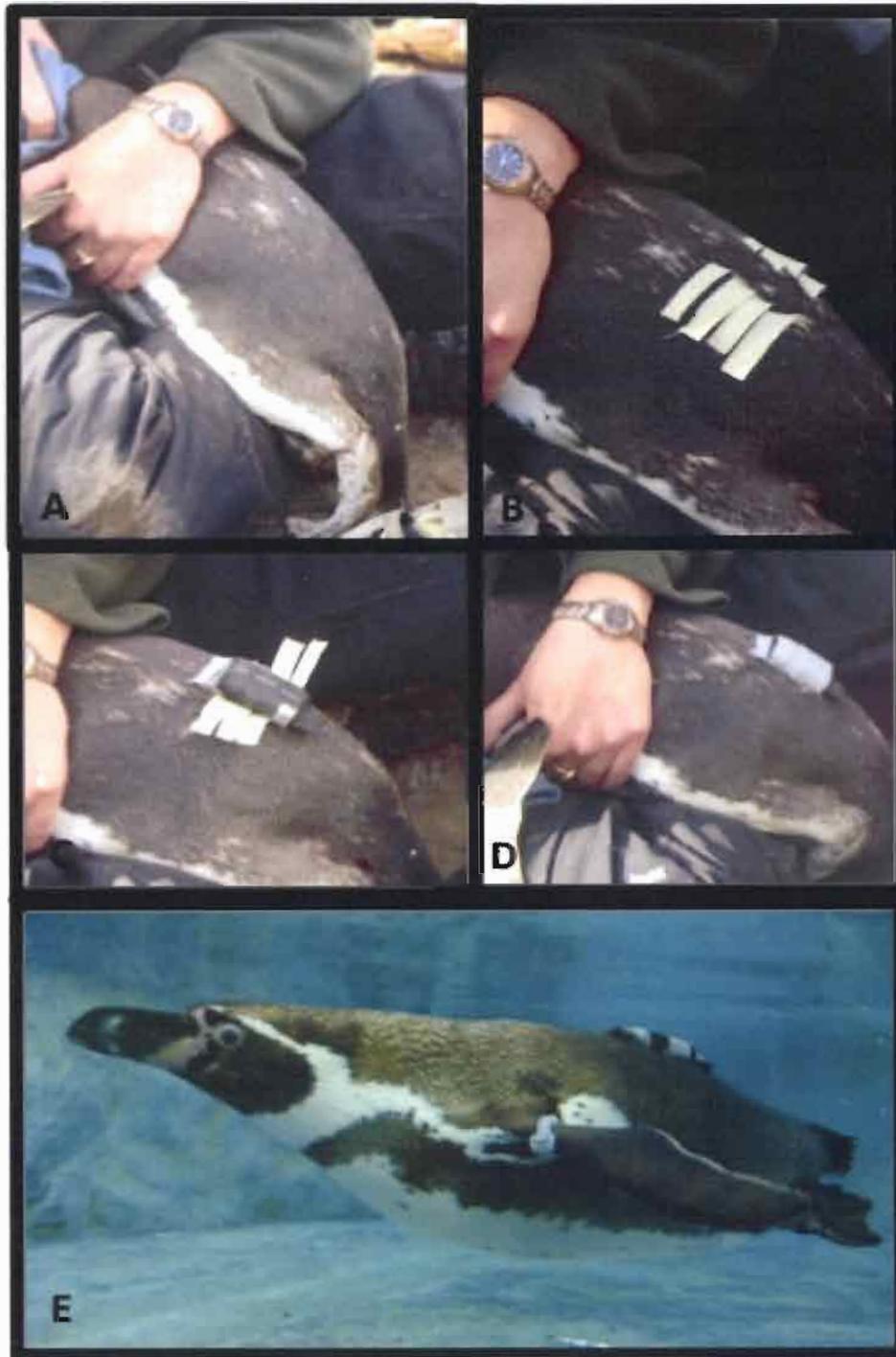


Figura 1: (A-D) Metodología de montaje de GPS en los Pingüinos de Humboldt en PSJ. (E) Pingüino de Humboldt adulto con GPS montado en el dorso en cautiverio (Zoológico de Huachipa).

viajes estuvo restringido a la duración de la batería del GPS (97.4 horas de promedio). Todos los viajes registrados fueron en dirección al sur de la colonia, con distancias máximas a la colonia que variaron de 5.3 a 20.6 km (media = $11.6 \pm$ DE 4.6 km) en adultos criando pichones; mientras que en adultos incubando los viajes fueron entre 64.9 y 71.9 km (media = $68.46 \pm$ DE 4.97, Figura 2). Los pingüinos se desplazaron más allá de los límites de la reserva marina en todos sus viajes de forrajeo. El límite de la reserva no se extiende a más de 5.5 km de la colonia (y sólo \sim 4 km en dirección sur). Nuestros resultados muestran que los pingüinos realizan viajes bastante similares en distancia máxima a sus conespecíficos en la colonia de Pan de Azúcar en Chile (Culik *et al.*, 1998).

Nuestros resultados en adultos incubando muestran que estos permanecieron viajando un tiempo considerablemente mayor al de adultos criando pichones (media = 79.8 ± 15.6 horas vs. media = $13.7 \pm$ DE 5.18 horas respectivamente). Las distancias reportadas para aves en incubación representan las distancias de forrajeo más lejanas registradas para esta especie en el Perú durante el periodo reproductivo (excepto en años con presencia de El Niño (Culik *et al.* 1998, 2000). El hecho que los pingüinos con pichones forrajean más cerca que los pingüinos en incubación en el mismo tiempo, plantea la pregunta de por qué los pingüinos en incubación no forrajean más cerca de la colonia si hay presas disponibles. Una posibilidad es que haya mayor disponibilidad de presas lejos de la colonia a causa de una disminución local de presas, un fenómeno llamado el *Ashmole's Halo* (Birt *et al.* 1987), que sugiere que incubadores consumen presas diferentes y que esta segregación alimenticia es una adaptación para reducir la competencia intra-específica permitiendo compartir más recursos entre individuos con requerimientos diferentes.

Nuestras observaciones de atención al nido muestran que, por lo menos, un adulto se mantuvo dentro del nido el 72% del tiempo en individuos con pichones. En concordancia con las observaciones realizadas por Taylor *et al.* (2002), los relevos ocurren entre las 15:00 y 18:00 horas en un 88.8% en estos nidos. Con los datos obtenidos de los GPS, se determinó que la mayor parte de los relevos se dan entre las 18:00 - 21:00 horas (50%) y entre las 06:00 - 09:00 horas (21%); no registrando actividad alguna en el nido entre las 09:00 y 15:00 horas. A diferencia de éstos, los adultos incubando muestran relevos que ocurren al tercer o cuarto día y el 98% del tiempo uno de los padres está presente en el

nido. En general, los pingüinos pasan bastante tiempo dentro de la reserva, lo que nuevamente resalta la importancia de la misma para esta especie.

No encontramos evidencia de una estrategia de forrajeo doble, como lo menciona Taylor *et al.* (2002), probablemente debido al corto tiempo en que los GPS permanecieron con los individuos. Por otro lado, el hecho de que adultos incubando realizaran viajes mayores a 3 días podría evidenciar la ocurrencia de viajes largos con el fin de cubrir los gastos energéticos del adulto; mientras que los viajes cortos tienen el fin de proveer de alimento a las crías. Aun queda por evaluar si las estrategias de forrajeo varían con la edad del pichón y hasta qué punto cambios en el ambiente marino (e.g. concentración de clorofila-a, temperatura superficial del mar, batimetría, depredación, competencia, etc.) influyen en la duración, dirección, movimiento, y estrategia de los viajes de forrajeo.

Conclusiones

Los viajes de forrajeo durante el período de estudio fueron altamente variables. No obstante, registramos los viajes de forrajeo más extensos durante un año no-Niño para el Perú durante un periodo reproductivo en esta especie. Por otro lado, nuestras observaciones de atención al nido sugieren que el cuidado parental en esta especie fue constante en adultos criando pichones (> 28 días) y mayor aún durante la incubación.

La reserva marina creada alrededor de Punta San Juan es efectiva protegiendo a la colonia de los pingüinos. Sin embargo, la extensión marina de dicha reserva es muy pequeña para ofrecer una protección eficaz. Nuestros datos sugieren que un radio de protección de 15-20 km desde la colonia permitiría proteger la mayor parte de la zona de forrajeo durante la cría de los pichones a pesar de que aun excluiría la zona de forrajeo de individuos incubadores.

Debido a la alta productividad de la costa peruana y la creciente presión por parte de la industria pesquera, recomendamos proyectos de investigación similares, a una escala mayor, y siempre tomando en cuenta el manejo de ambientes marinos y los potenciales conflictos entre las actividades antrópicas (principalmente la pesquería) y el uso de hábitat por especies amenazadas como el Pingüino de Humboldt.

Agradecimientos

Queremos agradecer al personal del Parque Zoológico

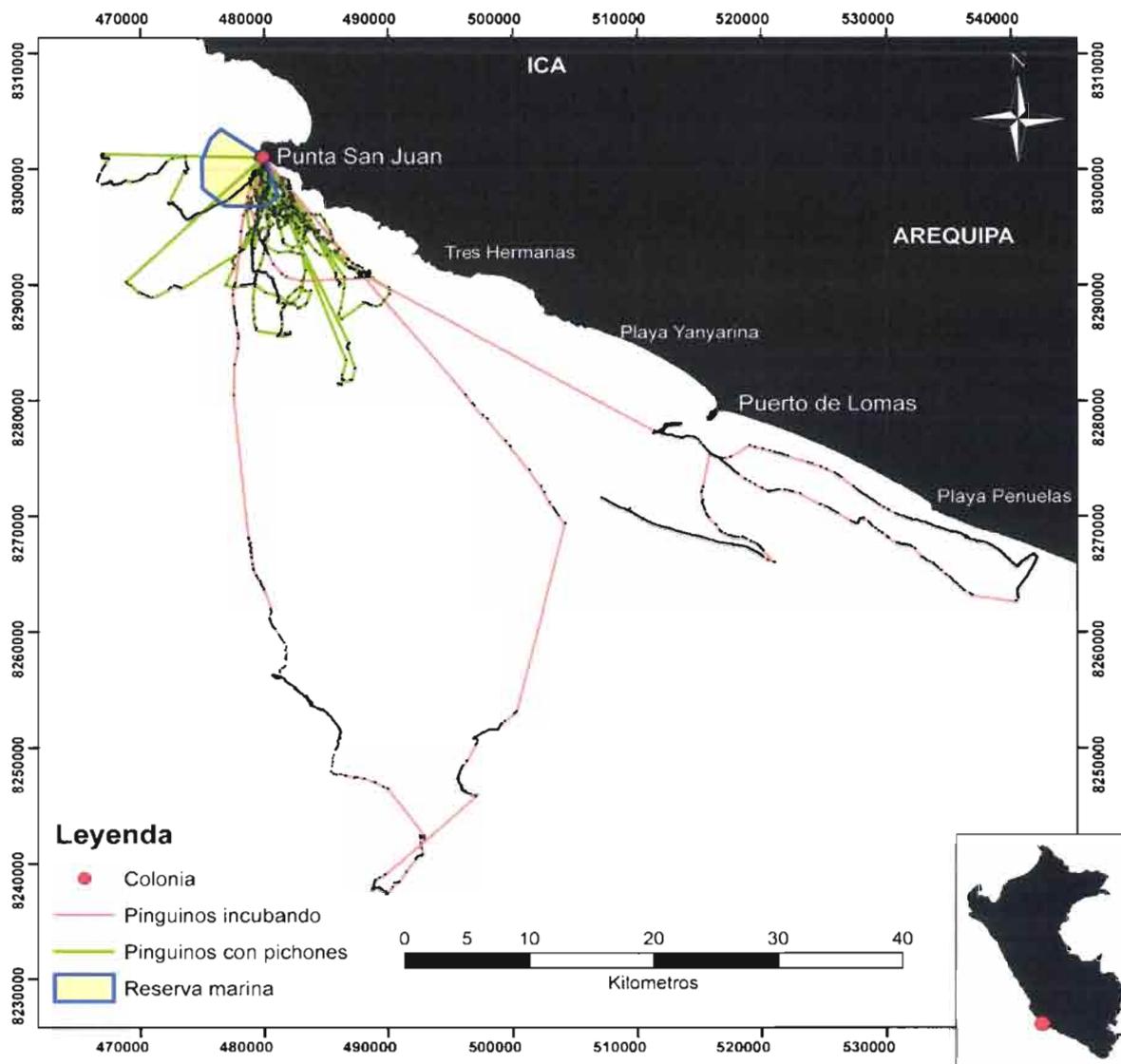


Figura 2: Uso del área marina por adultos incubando (en rojo, N = 2 viajes) y adultos criando pichones (en verde, N = 14 viajes) en Punta San Juan. La ausencia de puntos sobre las trayectorias representa periodos de buceo. Área en amarillo muestra la reserva marina alrededor de PSJ propuesta en el 2009 mediante D.S. N° 024-2009-MINAM.

de Huachipa por permitirnos realizar pruebas de colocación de GPS en sus pingüinos previo al trabajo de campo. Asimismo, agradecemos a AgroRural y al SERNANP por los permisos correspondientes (Res. Jef. 014 -2011-SERNANP-RNSIIPG), a María José Ganoza por las fotografías en la Figura 2. A-D y al Proyecto Punta San Juan por el alojamiento y la logística en campo.

Literatura Citada

Battistini, G. (1998). El nido del Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y su relación con el éxito reproductivo. Tesis para optar el título Licenciado en Biología. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.

1 Alternancia entre viajes largos y cortos para suplir con las necesidades energéticas de los padres y pichones respectivamente.

- Beyer, H. L. (2004). Hawth's Analysis Tools for ArcGIS, <<http://www.spatialecology.com/htools>>.
- Birt, V.L., T.P. Birt, D. Goulet, D.K. Cairns, and W.A. Montevecchi. "Ashmole's halo: direct evidence for prey depletion by a seabird." *Marine Ecology Progress Series* 40 (1987): 205-208.
- Boyd, I., Wanless, S. & Camphuysen, C. (2006). *Top predators in marine ecosystems: their role in monitoring and management*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Culik, B.M., & Luna-Jorquera, G. 1997a. Satellite tracking of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in northern Chile. *Marine Biology* 128(4): 547-556.
- Culik, B.M., & Luna-Jorquera, G. 1997b. The Humboldt penguin *Spheniscus humboldti*: a migratory bird? *Journal of Ornithology* 138(3): 325-330.
- Culik, B.M., Luna-Jorquera, G., Oyarzo, H. & Correa, H. (1998). Humboldt penguins monitored via VHF telemetry. *Marine Ecology Progress Series* 162: 279-286.
- Culik, B., Hennicke, J., and Martin, T. 2000. Humboldt penguins outmanoeuvring El Niño. *Journal of Experimental Biology* 203(15): 2311.
- De la Puente, S., Bussalleu, A., Cardeña, M., Valdés-Velásquez, A., Majluf, P. & Simeone, A. (2011). Humboldt penguins. In *Biology and Conservation of the World's penguins* (García Borboroglu, P.G. and Boersma P.D. eds.) UW Press, Seattle U.S.A. eds. University of Washington Press, Seattle U.S.A.
- Furness, R. W. & Camphuysen, K. (1997). Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.*, 54, 726-737.
- IUCN 2011. *Spheniscus humboldti*. In: *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1*. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 13 August 2011.
- Luna-Jorquera, G., & Culik, B.M. 1999. Diving behaviour of Humboldt penguins *Spheniscus humboldti* in northern Chile. *Marine Ornithology* 27: 67-76.
- Montevecchi, W. A. & Myers, R. A. (1996). Dietary changes of seabirds indicate shifts in pelagic food webs. *Sarsia*, 80, 313-322.
- Parsons, M., Mitchell, I., Butler, A., Ratcliffe, N., Frederiksen, M., Foster, S. & Reid, J. B. (2008). Seabirds as indicators of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.*, 65, 1520-1526.
- Phillips R.A., Xavier J.C., Croxall J.P. & Burger A.E. (2003) Effects of Satellite Transmitters on Albatrosses and Petrels. *The Auk* 120:1082-1090. DOI: 10.1642/0004-8038(2003)120[1082:eostoa]2.0.co;2.
- Taylor, S. S., Leonard, M. L., Boness, D. J. & Majluf, P. (2001) Foraging trip duration increases for Humboldt Penguins tagged with recording devices. *Journal of Avian Biology* 32: 369–372.
- Taylor, S.; Leonard, M.; Boness, D. & Majluf, P. (2002). Foraging by Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) during the chick-rearing period: General patterns, sex differences, and recommendations to reduce incidental catches in fishing nets. *Canadian Journal of Zoology*. 80(4):700-707.
- UNEP-WCMC (2003). Report on the status and conservation of the Humboldt Penguin (*Spheniscus humboldti*). Document prepared by UNEP World Conservation Monitoring Centre. October 2003. Doc. 5, Attach 5: 1-13
- Wilson, RP.; Putz, K.; Peters, G.; Culik, B.; Scolaro, JA.; Charrassin, JB.; Ropert-Coudert, Y. (1997). Long-term attachment of transmitting and recording devices to penguins and other seabirds. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):101-106.

Werner A.C., Cardenas Alayza S., Cardena Mormontoy M.,
Bussaleu Cavero A., Guerrero Bustamante P., Sandoval Garcia
F., Tremblay Yann (2011)

La ruta del pingüino : uso de habitat marino y patron de
atencion al nido por el pingüino de Humboldt (*Spheniscus*
humboldti) en Punta San Juan, Peru

Boletin Informativo - UNOP, 6 (2), 21-27