



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BOLETÍN CIENTÍFICO EL NIÑO

Vol. 11 n.º 10 octubre 2024

PROGRAMA PRESUPUESTAL n.º 068

«Reducción de la vulnerabilidad y
atención de emergencias por desastres»

En este boletín 

4

pág.

Impactos de El Niño sobre los
depredadores superiores y
el futuro de las pesquerías

12

pág.

Caracterización de fuegos activos
en Áreas Naturales Protegidas
del Perú a partir de datos de
sensoramiento remoto

19

pág.

Resumen del informe técnico de El Niño

20

pág.

Resumen de los comunicados ENFEN



Créditos

Juan Castro Vargas
Ministro del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente ejecutivo

Edmundo Norabuena Ortiz
Director científico

James Apaéstegui Campos
Director de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Lina Godoy Encarnación
Jefatura de la Unidad Funcional de Comunicaciones

Ivonne Katherine Montes Torres
Ken Takahashi Guevara
Jorge Andrés Concha Calle
Editores

Jorge Andrés Concha Calle
Diseño y diagramación

Carátula: Pelícanos y otras aves marinas en el puerto de Ilo (Moquegua)
Fuente: Jorge Concha

El boletín científico "El Niño" es generado en el marco del Programa Presupuestal n.º 068 "Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"

Producto 1: Estudios para la estimación del riesgo de desastres
Actividad 5: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño
Instituto Geofísico del Perú

** Los textos referidos a la contribución de cada investigación son aportes del equipo editorial del presente boletín*

Calle Badajoz 169 Mayorazgo, Ate, 15012

Teléfono: +51-1-3172300

Lima, febrero de 2025

Puedes acceder a la colección completa de los [boletines científicos El Niño](#) escaneando el siguiente código QR.



Introducción

Los eventos El Niño y La Niña corresponden, a grandes rasgos, a situaciones en las que la temperatura de la superficie del mar está por encima o por debajo del promedio en el océano Pacífico ecuatorial. Estas fluctuaciones están fuertemente influenciadas por El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), el cual es uno de los modos de variabilidad climática más importantes en el océano Pacífico que ejerce una gran influencia sobre el clima a nivel global y regional. La fase cálida de ENOS se puede denominar El Niño “global”.

En el Perú, los impactos de El Niño y La Niña son particularmente complejos debido a que recibimos influencias tanto costeras, asociadas a las fluctuaciones en el mar peruano en el Pacífico oriental, así como influencias remotas a través de teleconexiones atmosféricas desde el Pacífico central. En particular, El Niño en el Pacífico oriental o costero puede producir lluvias y altas temperaturas en la costa y alterar el ecosistema marino-costero, mientras que El Niño en el Pacífico central o global puede reducir las precipitaciones e incrementar la temperatura en los Andes y en la Amazonía. Por el contrario, La Niña tendría efectos aproximadamente opuestos. Así, El Niño en el Pacífico oriental es el que causa mayores impactos para el Perú, ya que tiene el potencial de provocar grandes daños a infraestructuras, actividades económicas y, más importante, la seguridad y bienestar de las personas, además de sus medios de vida.

El Perú, como parte de la estrategia de gestión pública para enfrentar los peligros naturales, especialmente respecto a El Niño, establece el Programa Presupuestal por Resultados (PPR) 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. A partir de 2014, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), al igual que otras instituciones que conforman la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), participa en este PPR con el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”. Este consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural oceánico-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permita la toma de decisiones de las autoridades a nivel nacional y regional.

A este producto, el IGP contribuye con la actividad “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”, la cual

incluye la síntesis y evaluación de los modelos de pronóstico de El Niño generados internacionalmente, como es el caso de los modelos climáticos globales, así como de aquellos obtenidos a partir de modelos propios como el de predicción de ondas oceánicas ecuatoriales, y los recientemente desarrollados modelo de inteligencia artificial y modelo Sistema Tierra regional de pronóstico para el territorio peruano y el océano Pacífico (IGP RESM-COW v1). Asimismo, incluye el desarrollo de investigaciones y estudios científicos que permiten entender la variabilidad climática y los procesos asociados al cambio climático, a fin de fortalecer, en forma continua, las capacidades para el pronóstico de El Niño.

En esta línea, el IGP ha estructurado y desarrollado el Boletín Científico El Niño, un producto que contiene, en gran medida, los aportes científicos en el estudio y vigilancia de El Niño, así como La Niña y otros fenómenos relacionados. El Boletín, que se publica mensualmente desde 2014, cuenta con aportes nacionales e internacionales en diversos temas asociados a El Niño, sus impactos, procesos vinculados, temas asociados y otros igual de relevantes, artículos que se presentan en las secciones de “Divulgación Científica” y “Avances Científicos”. De igual forma, se comparte en el Boletín una versión resumida del informe técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068 (<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/5356>). Dicho informe contiene información actualizada operativamente que el IGP proporciona como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será entregada a los usuarios. Finalmente, el Boletín presenta los comunicados ENFEN publicados durante el periodo correspondiente.

El IGP busca consolidar al Boletín Científico El Niño como una publicación técnica-científica de referencia, tanto para la comunidad científica y académica, así como para instituciones y autoridades vinculadas a la gestión del riesgo de desastres ávidas de conocimientos e información actualizada sobre El Niño, sus impactos y procesos asociados.

Puede consultar la colección completa de Boletines Científicos El Niño en este enlace: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4974>

IMPACTOS DE EL NIÑO SOBRE LOS DEPREDADORES SUPERIORES Y EL FUTURO DE LAS PESQUERÍAS

Mariano Gutierrez¹

¹ Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA)



Mariano Gutierrez es ingeniero pesquero y doctor en Ciencias con mención en Acuicultura. Ha sido director general de Investigación Pesquera en el Instituto del Mar del Perú. Actualmente, es director científico del Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA). Es integrante del Grupo de Trabajo de Monitoreo del Hábitat de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero para el Pacífico Sur (OROP-PS) y del Grupo de Trabajo de Acústica Pesquera del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES).

Palabras clave: El Niño, depredadores superiores, aves, lobos marinos, pesquerías, cambio climático

Citar como Gutierrez, M. (2024). Impactos de El Niño sobre los depredadores superiores y el futuro de las pesquerías del Perú. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 11 n.º 10, págs. 4-11.

¿Cuál es la **contribución** de esta investigación para los tomadores de decisiones?*

Los tomadores de decisiones deben fortalecer la conservación de hábitats y regular la pesca artesanal, ya que la disminución de aves marinas persiste pese a la recuperación de la anchoveta, lo cual evidencia impactos antropogénicos. La resiliencia de los lobos marinos destaca la importancia de una dieta diversificada en especies costeras. Además, es crucial mitigar el calentamiento global bajo 2 °C para evitar cambios drásticos en las pesquerías. Finalmente, la contaminación por desagües y plásticos exige políticas urgentes, pues representa una amenaza inmediata para los ecosistemas marinos y la sostenibilidad pesquera.

Resumen

En el presente artículo se describe el impacto de El Niño sobre los depredadores superiores, particularmente las aves y lobos marinos, y se bosqueja el futuro de las pesquerías de cara al cambio climático. Las variaciones que se observan desde hace un siglo en las poblaciones de aves marinas son parcialmente explicadas por cambios en la biomasa de la anchoveta. Sin embargo, luego de El Niño ocurrido en 1972, se observa un desacople completo entre la biomasa de anchoveta y la abundancia de aves marinas, lo que se

explica principalmente por efectos antropogénicos. En el caso de los lobos marinos, sí se observó una recuperación de sus poblaciones, lo que se explica por su mayor acceso a las presas, no solo a la anchoveta, sino a un numeroso grupo de especies costeras. El escenario de cambio climático para la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) es solo optimista si se logra mantener el calentamiento global en menos de 2 °C en comparación con la temperatura en la era preindustrial. Ahora bien, a diferencia del cambio climático, la persistente contaminación del mar, ríos, lagos y humedales por

desagües y plásticos ya es una amenaza real que conviene abordar a través de políticas específicas de las cuales carecemos actualmente. Cabe señalar que este trabajo forma parte de la serie de artículos publicados en 2023 sobre El Niño y la abundancia de los recursos pesqueros del Perú (Gutierrez, 2023a), así como de las interacciones entre especies pesqueras del Perú y su relación con El Niño (Gutierrez, 2023b).

1. Introducción

El año 2009 fue especialmente cálido en la costa peruana; para el año siguiente, es decir, 2010, se anunció el desarrollo de un evento El Niño de tipo global. Previendo el calentamiento del mar, el Gobierno peruano dictó, en el verano de 2010, una serie de medidas para aprovechar la presencia y mayor disponibilidad de especies de aguas cálidas. Sin embargo, nada notable ocurrió ese año, ya que el anunciado Niño se diluyó y dio lugar a una nueva definición: Niño Modoki, que es aquel que comienza a manifestarse de modo clásico a través de un calentamiento de la zona central del océano Pacífico (en la denominada región 3.4), pero que no produce calentamiento en la costa.

Volviendo al año 2009. Estaba claro que había que crear una definición distinta a la que la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) de los EE. UU. le da a la región Niño 3.4 (localizada en el océano Pacífico ecuatorial-central). Acertadamente, la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) creó una definición propia para el calentamiento o enfriamiento en nuestro mar (ENFEN, 2012). Nacieron así los conceptos de El Niño Costero y La Niña Costera, que se basan más bien en las anomalías térmicas de la colindante región Niño 1+2 (localizada en el océano Pacífico oriental costero), con umbrales para las intensidades débil, moderada y fuerte, para La Niña Costera; y débil, moderado, fuerte y extraordinario, para El Niño Costero.

Estas precisiones son necesarias porque aún existe confusión sobre la diferencia entre estos tipos de eventos que, a menudo, se dan sin que exista necesariamente una relación entre las regiones Niño 3.4 y 1+2. Ejemplo de esto son los Niños Costeros de 2017 y 2023, eventos que fueron en algún momento

reforzados por el arribo de ondas Kelvin en su modo cálido, con un marcado efecto sobre las lluvias.

Independientemente de si se trata de uno u otro tipo de evento, entre los modos de variabilidad de las condiciones oceanográficas que caracterizan la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH), es El Niño el que modifica de forma sustantiva las condiciones del hábitat de la totalidad de especies que lo habitan, con impactos proporcionales a la intensidad con que se desarrolle el evento en distintas escalas de tiempo y espacio. De este modo, por ejemplo, el Niño Costero de 2023 ha tenido mayores impactos que el de 2017, a juzgar al menos por el mayor calentamiento en la columna de agua; de modo que, así como en 2017 (Ledesma et al., 2021), también en 2023 se tendría que haber producido una menor productividad primaria y secundaria, con efectos diversos sobre todas las especies.

En el presente artículo se describirán algunos casos de impactos esperados de El Niño sobre los depredadores superiores y el futuro de las pesquerías frente al cambio climático. Este trabajo forma parte de la serie de artículos publicados en 2023 sobre El Niño y la abundancia de los recursos pesqueros del Perú (Gutierrez, 2023a) e interacciones entre especies pesqueras del Perú y su relación con El Niño (Gutierrez, 2023b).

2. Aves marinas

Furness y Monaghan (1987) han determinado que las aves guaneras del ecosistema peruano presentan, en comparación con especies similares de otros ecosistemas, características biológicas particulares (mayor peso, por ejemplo), gracias a sus superiores capacidades de adaptación, y al entorno altamente productivo y variable como el existente en el Perú. Las aves se alimentan de una variedad de especies costeras, entre las que destaca, por su abundancia, la anchoveta.

Sin embargo, las principales especies de aves guaneras, guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), piquero (*Sula variegata*) y pelícano (*Pelecanus thagus*) presentan abundancias relativas menores a las esperadas desde hace sesenta años, desde el Niño de 1964-65 (Chavez et al., 2008; Goya & Valverde, 2006; Jahncke et al., 2004).

La anchoveta mantuvo altas tasas de abundancia hasta El Niño de 1972. Las poblaciones de aves no han recuperado el nivel poblacional anterior a ese año, a pesar de que la anchoveta sí se recuperó. El efecto combinado de los eventos El Niño y la actividad pesquera de entonces (Goya, 2000) habría afectado la capacidad de recuperación de las aves guaneras; en otras palabras, ha disminuido su resiliencia a pesar de la alta biomasa de anchoveta que se observa en el ecosistema a partir de El Niño 1997-98 (Taylor et al., 2008).

En la Figura 1 de Goya y Valverde (2006), se presenta la abundancia de aves (línea azul) entre 1908 y 2004 en comparación con la biomasa de anchoveta entre 1955 y 2004 (línea roja segmentada). Se observa que cada evento El Niño (los principales eventos están indicados por flechas negras) tiene un efecto negativo sobre la abundancia de aves. A partir de la década de 1950, la frecuencia de esta clase de eventos se ha incrementado, lo que ha provocado declinaciones continuas de la abundancia de estos animales. Durante El Niño de 1997-98, el número de aves sobrevivientes fue ínfimo, y aun así ha mostrado una recuperación; sin embargo, no ha llegado a los niveles anteriores a 1972. La tasa precisa de abundancia de

estas poblaciones es desconocida, pero podría ser mayor a la que se muestra en la Figura 1, ya que las estimaciones actuales se basan en censos restringidos solo a las áreas accesibles.

De igual manera, la serie de tiempo que se presenta en la Figura 1 muestra un número de aves relativamente bajo hasta 1917, lo que indica, como proponen, entre otros, Salvatecci et. al. (2022), que la abundancia de anchoveta era baja hacia inicios del siglo XX, aspecto que debe ser analizado tomando en cuenta que la pesca industrial en el Perú recién se inició en la década de 1950. Goya y Valverde (2006) presentaron dos hipótesis complementarias para explicar esta discrepancia entre la alta biomasa de anchoveta y la relativamente menor abundancia de aves. La primera de ellas propone que las aves juveniles, con menor fortaleza y capacidad de ubicar sus presas, representan un incremento de la mortalidad natural y una población vieja con declinante capacidad reproductiva. La segunda hipótesis, en tanto, propone que los eventos El Niño han incrementado su frecuencia a partir de El Niño de 1957 alterando la respuesta adaptativa, lo que explicaría por qué hay ahora una menor proporción reproductiva. Por otro lado, cabe mencionar que se ha incrementado la perturbación en

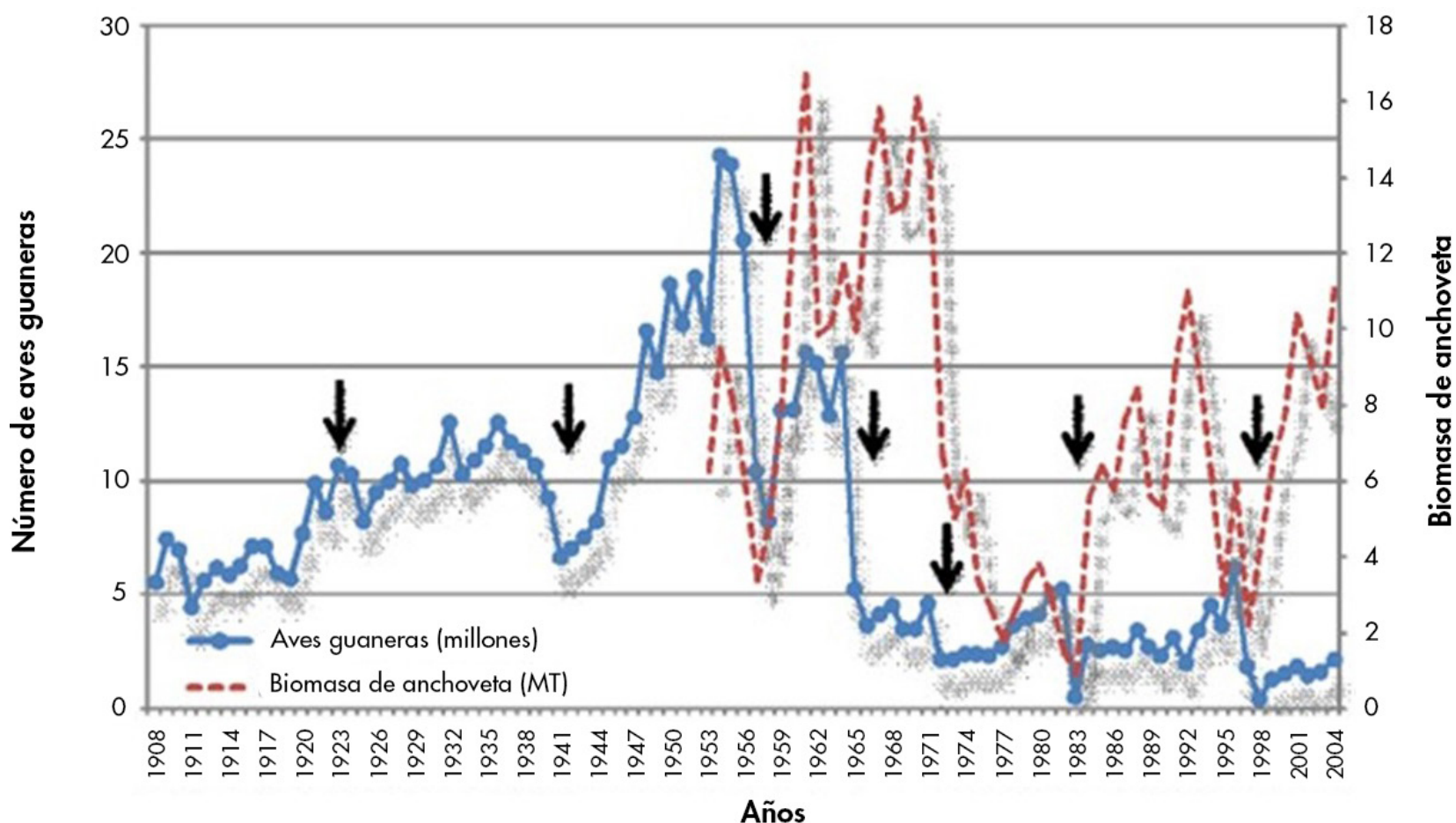


Figura 1. Serie de tiempo sobre la abundancia de aves (en millones de individuos, eje vertical izquierdo) y biomasa de anchoveta (en millones de toneladas, eje vertical derecho). Las flechas de color negro indican la ocurrencia de eventos El Niño. Nótese el relativamente bajo número de aves en comparación con la alta biomasa de anchoveta. Tomado de Goya y Valverde, 2006.

las colonias reproductivas por la presencia humana en las zonas antiguamente habitadas por las aves, presencia que ocasiona vandalismo sobre los nidos, así como el uso de dinamita y la captura incidental de aves por los diversos aparejos de la pesca.

Otras hipótesis que contribuyen a explicar la menor abundancia de aves son las siguientes:

1. Los trabajadores de AGRORURAL (la empresa estatal que heredó las funciones de la Compañía Administradora del Guano y, más adelante, las de PROABONOS), entidad a cargo de la vigilancia y cuidado de las islas y zonas protegidas, carecen de la especialización suficiente y del compromiso de los antiguos trabajadores, quienes cumplían la función adicional de observadores de las variaciones poblacionales de las colonias (E. Goya, comunicación personal).
2. El número de pescadores artesanales se ha incrementado en toda la costa (Estrella et al., 2006; IMARPE, 2018) en comparación con el primer censo sobre la pesca artesanal realizado en 1997 (Escudero; 1997), con el consiguiente incremento de la presencia humana en las zonas de anidación. La recurrencia de prácticas ilegales es reconocida por los pescadores artesanales, según una encuesta llevada a cabo por IMARPE, la cual señala que la falta de información y el desconocimiento de las leyes inciden en las prácticas ilegales reportadas.
3. La inaccesibilidad de las zonas de anidación limita la recolección de información sobre distribución y abundancia de aves.
4. La menor transparencia del agua, producto de una mayor productividad primaria y secundaria desde El Niño de 1997-98 (Ayon et al., 2008), reduciría la vulnerabilidad de la anchoveta frente a las aves.
5. La presencia de una menor abundancia de especies como el bonito (*Sarda chilensis*), un pez que provocaría un "efecto de mediación" (Taylor, 2008), por el cual las aves ubican a la anchoveta y a otras especies gracias a otros depredadores.

3. Lobos marinos

Los lobos marinos han experimentado una recuperación notoria en su abundancia luego de El Niño 1997-98, en una proporción mayor con relación a la abundancia de aves. Sin embargo, debido a que

los censos de lobos son aún más difíciles de realizar que los de aves, se ha recurrido a modelos tróficos y simulaciones para determinar la abundancia relativa de estos.

Taylor et al. (2008) proponen, con base en un modelo trófico del ecosistema (Ecopath con Ecosim), una posible relación *bottom-up* entre la anchoveta y sus principales depredadores costeros (aves y mamíferos), lo que significa que la anchoveta puede regular la abundancia de estos al modificar su conducta migratoria; por ejemplo, si migra o se desplaza a mayores profundidades durante periodos prolongados, tal como ocurre durante los eventos El Niño.

Por otro lado, en el ecosistema frente al Perú, la ubicación de la oxiclina es muy cercana a la superficie (Sifeddine et al., 2008; Chavez et al., 2008), lo que restringe la profundización de los peces y otras presas, y facilita la alimentación por parte de aves y mamíferos. Sin embargo, el hundimiento de la oxiclina, que es característica de los eventos El Niño o de los periodos con intrusión de ondas Kelvin, profundiza también la distribución de las especies pelágicas como la anchoveta por extensos periodos (Alheit & Ñiquen, 2004; Bertrand et al., 2004; Gutierrez et. al, en edición).

En especial, hay que considerar que los individuos de lobos y aves, más jóvenes o más viejos, son los que menos capacidades tienen para bucear hasta la profundidad en la que se haya distribuida la anchoveta (más profunda durante El Niño), por lo que eventualmente se producen muertes masivas por inanición. Otro factor a considerar es la saca ilegal de lobos por parte de algunos pescadores artesanales como una manera de proteger sus aparejos de pesca frente al ataque de estos. Se desconoce la magnitud de estas sacas clandestinas y su impacto sobre las poblaciones (GEF-PNUD, 2015).

4. El cambio climático y el futuro de las pesquerías peruanas

La Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) muestra condiciones características de un productivo ecosistema de afloramiento típico de los bordes orientales de los continentes. Sin embargo, este ecosistema, siendo el

más rico de todos, no siempre tuvo esa productividad. Salvatecci (2013) halla, al analizar las escamas y vértebras sedimentadas en la arena, que antes de 1870 la abundancia de todas las especies analizadas (peces pelágicos y mesopelágicos, además de la merluza) era significativamente menor que en el presente. Por tanto, cabe preguntarse si así como la productividad del ecosistema ha aumentado, en algún momento tendrá que descender, con previsibles impactos socioeconómicos, lo que requiere una atención urgente a la problemática de la pesca artesanal (Bertrand et al., 2018). Por otro lado, la comunidad científica internacional está de acuerdo con este desenlace, pero no se tiene ninguna certeza sobre cuándo se manifestarán estos impactos. Un estudio financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Gutierrez et al., 2019) indica que, hacia finales de la década de 2030, ya se tendría que haber observado una disminución de la población de anchoveta.

Otro estudio de Salvatecci et al. (2022) describe que se espera que el cambio climático implique que, en el futuro, los peces que van a dominar en términos

de abundancia serán los de pequeño tamaño (gobios), ello como resultado del calentamiento y desoxigenación de los océanos. Para llegar a esa conclusión se reconstruyó una base de datos sobre las condiciones oceanográficas que existieron en el periodo cálido global más reciente (es decir, el último periodo interglacial desarrollado entre 130 000 y 116 000 años antes del presente) utilizando sedimentos de la RNSCH. A diferencia de un ecosistema dominado actualmente por la anchoveta, el último periodo interglacial se caracterizó por la dominancia de peces más pequeños (gobios y peces mesopelágicos), con una abundancia muy baja de anchoveta (Figura 2).

Otra investigación en la que se llega a conclusiones similares es la realizada por Ariza et al. (2022). En dicho estudio se concluye que se espera que la fauna pelágica sea afectada en todo los océanos debido al cambio climático, de acuerdo con las simulaciones realizadas. Sin embargo, el momento y la magnitud del impacto aún es incierta, además de carecer de una corroboración respaldada por estudios estadísticos basados en observaciones. Para realizar esta investigación se utilizaron bases

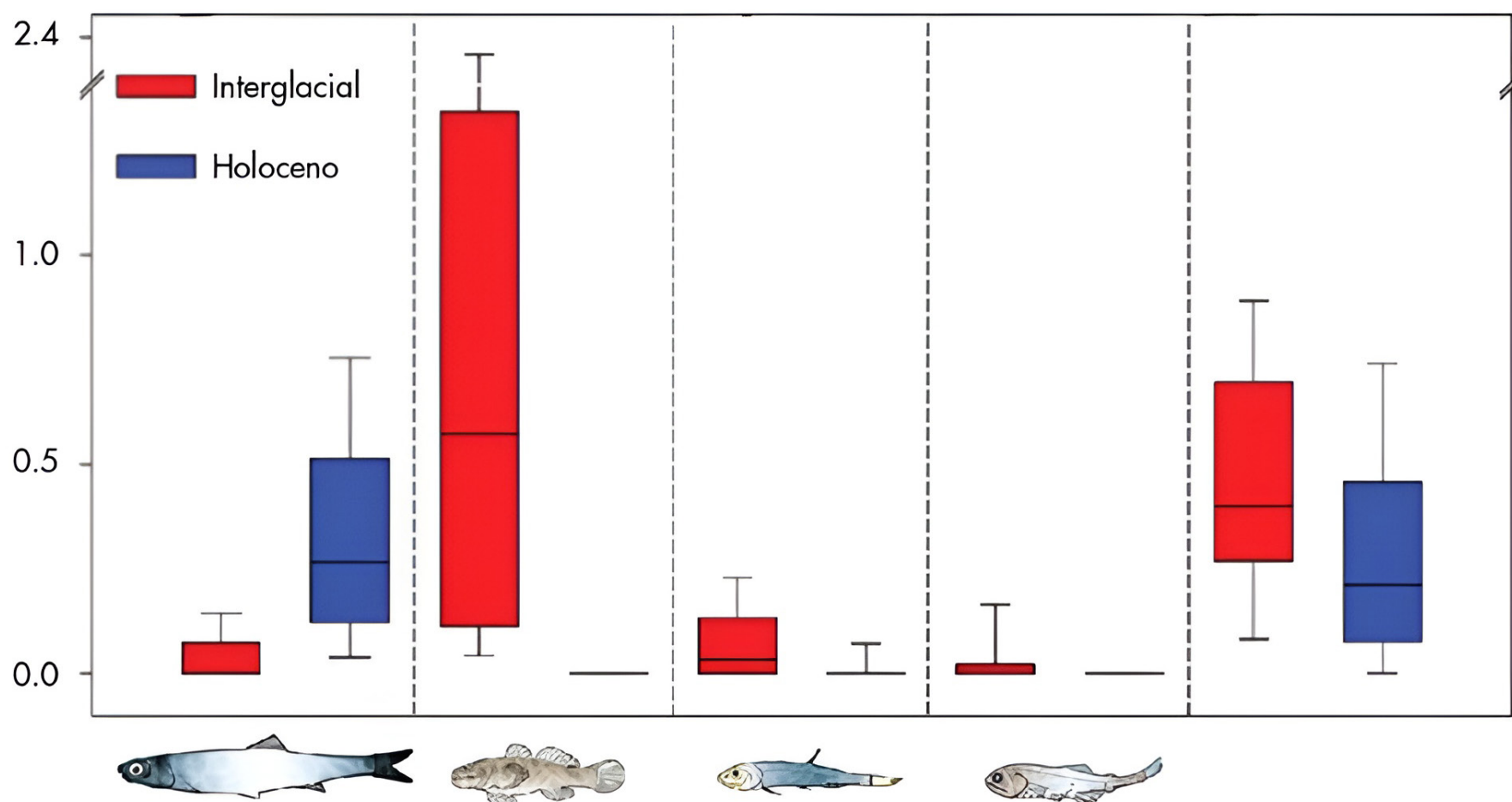


Figura 2. Abundancia de vértebras de peces durante el último periodo interglacial (barras rojas) y el Holoceno (barras azules). Los peces parecidos a los gobios y mesopelágicos (es decir, *Vinciguerria lucetia* y el pez linterna azul [*T. crenularis*]) fueron abundantes durante el último periodo interglacial. La categoría de otras especies incluye vértebras de peces adultos y juveniles no identificados, además de peces mesopelágicos. Nótese la disminución de la anchoveta que se espera en un ecosistema más cálido que el actual. Tomado de Salvatecci et al. (2022).

de datos tomados con ecosonda en diversas partes del mundo para cuantificar en términos relativos la cantidad detectada de organismos vivos. Con esta información se realizaron proyecciones para intentar predecir el cambio en la distribución y la abundancia futura de la fauna en todos los océanos del mundo. Según este estudio, la fauna pelágica mundial se verá seriamente comprometida para fines del siglo XXI si se continúa bajo el actual escenario de calentamiento global debido al exceso de emisiones de gases de efecto invernadero. En línea con este estudio de 2022, se espera que para las latitudes bajas y medias, como la de la RNSCH, ocurra una reducción del 3 % al 22 % de la biomasa animal actual debido a la expansión de los sistemas poco productivos, mientras que las latitudes más altas estarían pobladas por la fauna que puebla actualmente las zonas templadas. Todo ello respalda los resultados de otras simulaciones llevadas a cabo por otros investigadores. En el curso de la misma investigación de Ariza et al. (2022), se halló que las medidas de mitigación que logren contener el calentamiento global por debajo de 2 °C permitirán que los impactos descritos en la investigación sean menores a la mitad de lo previsto.

5. Discusión

Tal como se ha visto para los distintos segmentos de especies que sustentan pesquerías (costeros, pelágicos, bentónicos, etc.), en los que no se ve una relación clara entre El Niño y el incremento o la disminución de ciertas especies, la sobrepesca explica más que El Niño las fluctuaciones que vemos en la abundancia de esos grupos de especies (Gutierrez 2023a, b). En el caso de las aves, conocemos que hay un cierto desfase en la relación entre la biomasa de anchoveta y la de aves: sin embargo, en general, era razonable asumir que si hay más alimento (anchoveta) tendría que haber más aves. No obstante, luego de El Niño de 1972 ha quedado totalmente desacoplada la aparente relación entre la biomasa y el número de aves.

Nuevamente, cabe preguntarse acerca de por qué no ha habido recuperación en las aves si la ha habido en la anchoveta. Es posible que todas las hipótesis planteadas para explicar esta paradoja sean ciertas. En otras palabras, no es El Niño sino nuestra manera de gestionar el ecosistema lo que impacta mucho más en las aves. Como se ha mostrado en el caso de los mamíferos, específicamente en el caso de los

lobos marinos, sí ha habido una recuperación que explicaría que el hábitat de estos animales es más difícil de acceder que el de las aves. Los lobos marinos habitan siempre en zonas cercanas al mar, pasan mucho más tiempo en el agua y pueden bucear por mucho más tiempo que las aves, y, por tanto, tienen mayor acceso a la anchoveta y muchas otras especies abundantes, incluyendo la múnida (*Pleuroncodes monodon*, Gutierrez et al., 2008). Además, los lobos marinos aprovechan muy bien el “efecto de intermediación” (Taylor et al., 2008) que les ofrecen los barcos de pesca. Es bien conocido que a bordo de un barco que efectúa un lance de pesca no se observa ningún lobo, pero poco después se congregan cientos de ellos. Las aves guaneras costeras, si bien también aprovechan este efecto provocado por los barcos de pesca, al oscurecer suelen regresar a sus colonias. Adicionalmente, cabe señalar que Bertrand et al. (2012) mostraron que, cuando las aves guaneras se alejan demasiado siguiendo a los barcos de pesca, ya no regresan a su colonia, y que si esto se presenta durante temporadas de anidación, por lo general, es un evento fatal para los pichones, al quedar desprotegidos y sin alimento.

Respecto al tema del cambio climático y cómo afectará en el futuro a las especies de depredadores superiores, es evidente que todos los escenarios posibles son también negativos a menos que se logre evitar el incremento de 2 °C en la temperatura global del aire respecto al valor que existía en la era preindustrial. Es necesario tener presente que el Perú no es un emisor importante de gases de efecto invernadero; por tanto, no se considera como una prioridad el contener drásticamente las emisiones, lo que tendría un costo considerable en términos económicos. Sin embargo, donde sí urge intervenir es en la manera en que se está contaminando el mar, los ríos, los lagos y los humedales. El país carece de una política para esto y no se observa liderazgo de parte del sector vivienda, el cual, no obstante, es la mayor fuente de contaminación que se drena a los ecosistemas sin ningún tratamiento. Tampoco existe una política clara respecto al plástico para, por ejemplo, imponer un impuesto sobre su uso a fin de financiar el reciclaje y la disposición de estos residuos que, por otra parte, podrían ser el origen de nuevas actividades económicas que justifiquen el mencionado impuesto. En definitiva, al parecer, el cambio climático no sería el problema más serio para nuestros ecosistemas, sino la manera en que se les está contaminando.

6. Conclusiones

Las variaciones que se observan en las poblaciones de aves marinas son parcialmente explicadas por la biomasa de la anchoveta. Luego del colapso de la pesca en 1972, como resultado de la sobrepesca de esos años más la ocurrencia de un Niño fuerte, se observa un desacople completo entre la biomasa de anchoveta y la abundancia de aves marinas, lo que se explica no solo por la pesca sino por otros efectos antropogénicos como el de la ocupación de zonas costeras antaño ocupadas por colonias de aves marinas.

En el caso de los lobos marinos, sí se observó una recuperación de sus poblaciones, lo que se explica por su mayor acceso a las presas, no solo anchoveta sino a un numeroso grupo de especies costeras.

El escenario de cambio climático para la RNSCH es solo optimista si se logra mantener el calentamiento global en menos de 2 °C en comparación con la temperatura en la era preindustrial. En cualquier otro escenario, los impactos serán negativos para todas las especies, con excepción de las especies naturalmente pequeñas, como los gobios y peces mesopelágicos.

La contaminación por desagües y plásticos ya es una amenaza real que conviene abordar a través de políticas específicas de las cuales carecemos actualmente.

Referencias

- Alheit, J., & Niquen, M. (2004). Regime shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography*, 60(2-4), 201-222. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2004.02.006>
- Ariza, A., Lengaigne, M., Menkes, C., Lebourges-Dhaussy, A., Receveur, A., Gorgues, T., ... & Bertrand, A. (2022). Global decline of pelagic fauna in a warmer ocean. *Nature Climate Change*, 12(10), 928-934. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01479-2>
- Ayón, P., Swartzman, G., Bertrand, A., Gutierrez, M., & Bertrand, S. (2008). Zooplankton and forage fish species off Peru: large-scale bottom-up forcing and local-scale depletion. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.023>
- Bertrand, S., Díaz, E., & Niquen, M. (2004). Interactions between fish and fisher's spatial distribution and behaviour: an empirical study of the anchovy (*Engraulis ringens*) fishery of Peru. *ICES Journal of Marine Science*, 61(7), 1127-1136. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.07.016>
- Bertrand, A., Vögler, R., & Defeo, O. (2019). Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Southwest Atlantic and Southeast Pacific marine fisheries 1. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture*, 325.
- Bertrand, S., Joo, R., Arbulu, C., Tremblay, Y., Barbraud, C., & Weimerskirch, H. (2012). Local depletion by a fishery can affect seabird foraging. *Journal of Applied Ecology*, 49(5), 1168-1177. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02190.x>
- Castillo, G., Fernández, J., Medina, A., y Guevara, R. (2018). *Tercera encuesta estructural de la pesquería artesanal en el litoral peruano. Resultados generales*. Informe vol. 45(3) Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3300>
- Chavez, F. P., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P., & Csirke, J. (2008). The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.012>
- ENFEN. (2012). *Índice Operacional para definir "El Niño" y "La Niña" en la costa peruana*. Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, nota de prensa, 9 de abril de 2012.
- Escudero, L. (1997). *Encuesta estructural de la pesquería artesanal del litoral peruano*. Informe Progresivo n.º 59. Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/957>
- Estrella C., Castillo, G., Fernandez, J., y Medina, A. (2006). *Segunda encuesta estructural de la Pesquería Artesanal Peruana: Regiones Moquegua y Tacna*. Informe vol. 33(1), Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1836>
- Furness, R.W., & Monaghan, P. (1987). *Seabird ecology*. Blackie & Son Limited. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2093-7>
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [GEF-PNUD]. (2015). *Análisis Diagnóstico Ecosistémico Transzonal (ADET) Chile-Perú*. PROYECTO GEF-PNUD-HUMBOLDT PIMS 4147. <http://humboldt.iwlearn.org/es/informacion-y-publicacion/pagina-de-documentos-del-proyecto>
- Goya, E. (2000). Abundancia de aves guanera y su relación con la pesquería de anchoveta peruana de 1953 a 1999. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 19(1-2), 125-131. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/157>
- Goya, E., & Valverde, M. (2006). *Long-term changes in population status of Peruvian guano-producing seabirds*. Proceedings of the Humboldt Current Symposium. www.peru.ird-fr/humboldt_speeches/communications/friday/HCS_205_Goya.pdf
- Gutierrez, M., Ramirez, A., Bertrand, S., Moron, O., & Bertrand, A. (2008). Ecological niches and areas of overlap of the squat lobster 'munida' (*Pleuroncodes monodon*) and anchoveta (*Engraulis ringens*) off Peru. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.019>

Gutiérrez, D., Tam, J., Reguero, B., Ramos, J., Oliveros, R., Chamorro, A., Gévaudan, M., Espinoza, D., Colas, F., Echevin, V., Correa, D., Domínguez, N., Zavala, R., Gonzales, N., Ramos, J., Grados, D. y Romero, C. (2019). *Fortalecimiento del conocimiento actual sobre los impactos del cambio climático en la pesquería peruana*. En Zavala, R., Gutiérrez, D., Morales, R., Grünwaldt, A., Gonzales, N., Tam, J., Rodríguez, C. y Bucaram, S. (Eds.), *Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero* (pp. 38-71). Instituto del Mar del Perú [IMARPE] y Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3509>

Gutierrez, M. (2023a). El Niño, la anchoveta y otros recursos pesqueros. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 06, págs. 4-10. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5511>

Gutierrez, M. (2023b). Interacciones entre especies pesqueras del Perú, su relación con El Niño y el Cambio Climático. *Boletín Científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 10, págs. 4-12. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5537>

Gutierrez, M., Angulo, J., Tarazona, A., Peraltilla, S., Pecquerie, L., Vagner, M., Sardenne, F., Grados, D. & Espinoza, P. (2024, en revisión/edición). *Variations in maximum fish length, spatial distribution, biomass, and omega 3 content of anchovy (Engraulis ringens) off the Peruvian coast between 1998 and 2022 with repercussions on fishery management*. *Deep Sea Research II*. <https://hal.science/hal-04180087v1>

Jahncke, J., Checkley, D.M., Hunt, G.L. (2004). Trends in carbon flux to seabirds in the Peruvian upwelling system: effects of wind and fisheries on population regulation. *Fisheries Oceanography*, 13(3), 208–223. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2004.00283>

Ledesma, J., Graco, M., Tam, J., Díaz, K., Anculle, T., García, W., Bernales, A., Quispe, D., Espinoza-Morriberón, D., Carhuapoma, W., & Gutiérrez, D. (2022). Efectos de El Niño Costero 2017 sobre la oxigenación, fertilidad y productividad del mar frente a las costas del Perú. *Boletín Instituto del Mar Del Perú*, 36(2), 409–427. <https://doi.org/10.53554/boletin.v36i2.345>

Salvatecci R. (2013). *Variabilité multi-décennale et millénaire de l'intensité de la Zone de Minimum d'Oxygène, de la production exportée et des populations de poissons pélagiques à partir de sédiments marins laminés à Pisco, Pérou, au cours des derniers 25 000 ans*. Thèse de doctorat de L'Université Pierre et Marie Curie. Paris, 277 pp.

Salvatecci, R., Schneider, R. R., Galbraith, E., Field, D., Blanz, T., Bauersachs, T., Crosta, X., Martinez, P., Echevin, V., Scholz, F., & Bertrand, A. (2022). Smaller fish species in a warm and oxygen-poor Humboldt Current system. *Science (American Association for the Advancement of Science)*, 375(6576), 101–104. <https://doi.org/10.1126/science.abj0270>

Sifeddine, A., Gutiérrez, D., Ortlieb, L., Boucher, H., Velazco, F., Field, D., Vargas, G., Boussafir, M., Salvatecci, R., Ferreira, V., García, M., Valdés, J., Caquineau, S., Mandeng Yogo, M., Cetin, F., Solis, J., Soler, P., & Baumgartner, T. (2008). Laminated sediments from the central Peruvian continental slope: A 500 year record of upwelling system productivity, terrestrial runoff and redox conditions. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.024>

Sociedad Nacional de Pesquería - Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola [SNP-IHMA]. (2023). Informe del Undécimo Taller SNP sobre las condiciones del hábitat del jurel y otras especies de la Corriente del Perú en el Sistema de Humboldt

Taylor, M.H., Tam, J., Blaskovic, V., Espinoza, P., Ballón, R.M., Wosniza-Mendo, C., Argüelles, J., Díaz, E., Purca, S., Ochoa, N., Ayón, A., Goya, E., Quipuzcoa, L., Gutiérrez, D. & Wolff, M. (2008). Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part II: Elucidating ecosystem dynamics from 1995–2004 with a focus on the impact of ENSO. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 366–378. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.008>

CARACTERIZACIÓN DE FUEGOS ACTIVOS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ A PARTIR DE DATOS DE SENSORAMIENTO REMOTO

Yerson Ccanchi ¹ y Ricardo Zubieta ¹

¹ Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas, focos de calor, incendios forestales, quemadas, sensoramiento remoto

Citar como Ccanchi, Y., & Zubieta, R. (2024). Monitoreo de fuegos activos en Áreas Naturales Protegidas del Perú a partir de datos de sensoramiento remoto. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 11 n.º 10, págs. 12-18.

¿Cuál es la **contribución** de esta investigación para los tomadores de decisiones?*

Los tomadores de decisiones pueden utilizar los datos satelitales VIIRS para fortalecer la gestión del fuego en Áreas Naturales Protegidas (ANP). En ANP andinas, donde los incendios afectan grandes superficies en zonas silvestres, es clave reforzar la vigilancia y respuesta temprana. En ANP amazónicas, donde las quemadas son más pequeñas y cercanas a áreas agrícolas, se recomienda mejorar la regulación de estas prácticas. Además, complementar el monitoreo satelital con información local permitirá diferenciar mejor entre incendios forestales y quemadas agrícolas, optimizando estrategias de prevención y control del fuego en cada ecosistema.

Resumen

Este estudio evalúa la capacidad de los focos de calor generados por un radiómetro satelital de infrarrojo visible (VIIRS, por sus siglas en inglés) para detectar fuegos activos, ya sean incendios forestales o quemadas agrícolas en Áreas Naturales Protegidas (ANP) andinas y amazónicas del centro del Perú, así como en sus zonas de amortiguamiento. Además, se analiza la distribución espacial y el tamaño de las superficies quemadas asociadas a estos focos de calor. Los resultados muestran una alta eficacia de los focos de calor en la detección de fuegos activos. Sin embargo, no se consideraron posibles omisiones de eventos de fuego, lo que podría afectar

la interpretación de datos. En las ANP andinas, las cicatrices de fuego presentan una mayor extensión y están más alejadas de las zonas agrícolas, lo que sugiere una mayor incidencia de incendios forestales en áreas de protección. En contraste, en las ANP amazónicas, las superficies quemadas son más pequeñas y se encuentran más próximas a las áreas agrícolas, lo que podría indicar un mejor control en las prácticas de quema agrícola. Los hallazgos de este estudio refuerzan la confiabilidad de los datos satelitales en la gestión del riesgo de incendios forestales y destacan la necesidad de desarrollar políticas de manejo del fuego adaptadas a las características ecológicas y geográficas de cada región.

1. Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Perú albergan ecosistemas esenciales para la biodiversidad y desempeñan funciones ecológicas cruciales para la preservación y manejo sostenible de los recursos naturales en el país (MINAM, 2016). Sin embargo, las ANP enfrentan amenazas cada vez mayores, como los incendios forestales y las prácticas de quema agrícola, que pueden comprometer su integridad como los servicios ecosistémicos que ofrecen (Manta, 2017). La detección de estas amenazas mediante el uso de tecnologías de teledetección (sensoramiento remoto) es clave para la gestión del riesgo de incendios forestales, ya que facilita el monitoreo de fuentes de calor en zonas remotas y fortalece la capacidad de respuesta de las autoridades gubernamentales (Chuvienco et al., 2020). No obstante, diferenciar incendios forestales de quemaduras agrícolas sigue siendo un desafío a largo plazo debido a las limitaciones en la resolución espacial y temporal de los satélites, así como a la corta duración, muy posible, de la práctica de quema en regiones diversas como los Andes y la Amazonía (Zamora, 2016; Zubieta et al., 2023).

Este estudio caracteriza las superficies quemadas y analiza la distribución de focos de calor en ANP priorizadas del centro de Perú, con el objetivo de aportar conocimiento para mejorar el uso de tecnologías en el monitoreo de la actividad del fuego y la formulación de políticas en el manejo del fuego, orientadas a reducir los impactos de los incendios forestales.

2. Metodología

A partir de una recopilación de datos e información, se obtuvieron los límites de las ANP y sus zonas de amortiguamiento del geoportal del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). Asimismo, se integraron registros de incendios provistos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), basados en reportes de emergencia emitidos por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), así como productos de focos de calor generados por los sensores VIIRS (SUOMI y J1), disponibles en el portal FIRMS de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés).

Estos focos de calor se definen como anomalías térmicas

en la superficie terrestre, las cuales son detectadas por los sensores satelitales. Estas anomalías indican la posible presencia de fuegos activos, ya sea por quemaduras o incendios forestales. Para su análisis, se utilizaron el software QGIS y la herramienta SentinelHub, lo que permitió visualizar y analizar imágenes de Sentinel-2 sin necesidad de descargarlas.

Las cicatrices de fuego o áreas quemadas asociadas a los focos de calor se identificaron mediante inspección visual, lo que facilitó una interpretación más precisa de su extensión y permitió estimar de manera aproximada la fecha del evento de fuego (Bastarrika et al., 2011). Para este análisis, se empleó una combinación en falso color de las bandas 12 (infrarrojo de onda corta), 8A (infrarrojo cercano) y 4 (rojo), que resaltan las áreas afectadas, mejoran el contraste y facilitan la visualización de los cambios en el terreno (van Dijk et al., 2021).

Para clasificar las ANP en zonas andinas y amazónicas, se utilizó el modelo de elevación generado por la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), una misión de la NASA que produce datos de altitud a nivel global. En este estudio, se estableció una cota de transición a partir de los 1500 m s. n. m. (Zulkafli et al., 2014), fundamentándose la clasificación en las diferencias geográficas que podrían influir en el uso y el comportamiento del fuego. Las ANP situadas mayoritariamente por encima de esta altitud se clasificaron como andinas, mientras que las ubicadas por debajo se consideraron amazónicas. Estos datos se pueden observar en la Figura 1a, b.

Se cuantificaron los incendios reportados y los focos de calor en las ANP y sus zonas de amortiguamiento entre 2021 y 2023, con el objetivo de realizar una caracterización inicial que permita entender cómo están siendo detectados estos eventos. Además, se estimó el error por comisión (falsos positivos) de los focos de calor mediante un análisis espacial verificando si cada foco estaba asociado a una cicatriz de fuego. El error por comisión se calculó como el porcentaje de focos no asociados a superficies quemadas respecto al total de focos registrados (Chuvienco et al., 2012).

Finalmente, se compararon las dimensiones de las cicatrices y su proximidad a zonas agrícolas mediante diagramas de cajas, con el fin de evaluar los patrones de comportamiento del fuego en las ANP de los Andes y la Amazonía.

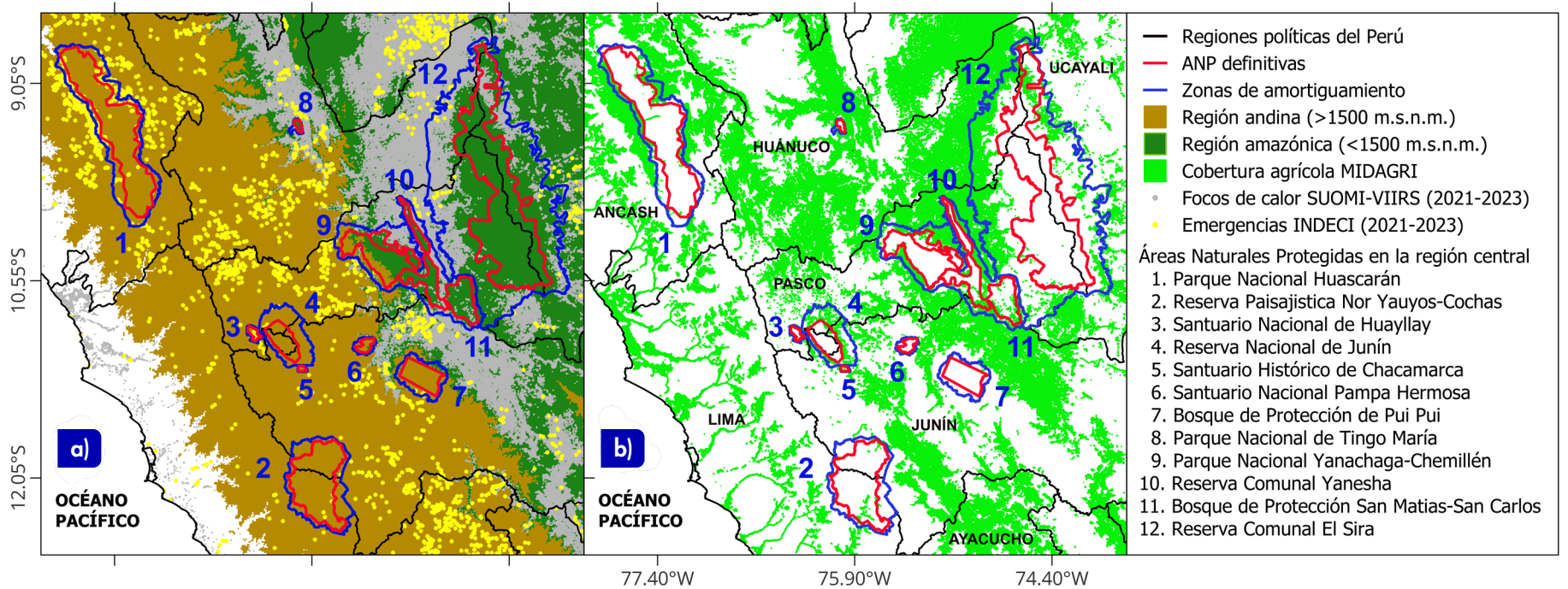


Figura 1. Ubicación de las ANP en el centro del Perú y sus zonas de amortiguamiento. En (a) se muestra la región andina y amazónica junto con los reportes de INDECI y los focos de calor SUOMI VIIRS; en (b), la distribución espacial de las zonas agrícolas.

3. Resultados

La Tabla 1 muestra que, entre 2021 y 2023, en la zona centro del Perú, el 94.5 % de los incendios reportados por el INDECI ocurrieron fuera de las ANP y sus zonas de amortiguamiento, abarcando tanto regiones andinas como amazónicas. No se registraron incendios en las ANP amazónicas, mientras que en las ANP andinas estos eventos representaron solo el 1 %. En las zonas de amortiguamiento, los incendios fueron más comunes en las regiones andinas (3.6 %) que en

las amazónicas (0.9 %). Por su parte, los focos de calor indican que el 89.5 % de los fuegos activos ocurrieron fuera de las ANP y sus zonas de amortiguamiento, tanto en zonas andinas como amazónicas. Dentro de las ANP, la detección de fuegos activos es relativamente baja, siendo ligeramente mayor en las amazónicas (0.9 %) en comparación con las andinas (0.5 %). En contraste, las zonas de amortiguamiento amazónicas presentaron un mayor número de detecciones (8.9 %) en comparación con las zonas de amortiguamiento andinas (0.4 %).

Tabla 1. Número de emergencias por incendios forestales reportados por el INDECI y promedio de focos de calor VIIRS (SUOMI y J1) dentro de la región centro del Perú entre 2021 y 2023.

Localización	Área evaluada (km ²)	Reporte de emergencias del INDECI	Promedio de focos de calor VIIRS (SUOMI y J1)
Dentro de ANP andinas de la región centro	6978 (3.84 %)	35 (1 %)	426 (0.5 %)
Dentro de ANP amazónicas de la región centro	9213 (5.11 %)	0 (0 %)	888 (0.9 %)
Dentro de zonas de amortiguamiento andinas de la región centro	3494 (1.94%)	122 (3.6 %)	369 (0.4 %)
Dentro de zonas de amortiguamiento amazónicas de la región centro	14 482 (8.03 %)	29 (0.9 %)	8872 (8.9 %)
Fuera de ANP y zonas de amortiguamiento en la parte andina de la región centro	100 090 (55.52 %)	2480 (73.8 %)	15 350 (15.4 %)
Fuera de ANP y zonas de amortiguamiento en la parte amazónica de la región centro	46 011 (25.53 %)	695 (20.7 %)	74 052 (74.1 %)
Total dentro de la región centro	180 268 (100 %)	3361 (100 %)	99 957 (100 %)

Tabla 2. Errores por comisión del total de focos de calor VIIRS (SUOMI y J1) por cada ANP dentro de la región centro del Perú entre 2021 y 2023.

Región	Área Natural Protegida	Área de ANP (km ²)	Focos de calor totales	Focos de calor sin evidencia de incendio	Error por comisión
Andes	Parque Nacional Huascarán	3411	270	0	0 %
	Santuario Nacional de Huayllay	68	7	0	0 %
	Reserva Nacional de Junín	532	51	0	0 %
	Santuario Nacional Pampa Hermosa	116	-	-	-
	Santuario Histórico de Chacamarca	25	3	0	0 %
	Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas	2223	347	2	0.58 %
	Bosque de Protección de Pui Pui	603	120	1	0.83 %
Amazonía	Parque Nacional de Tingo María	48	4	0	0 %
	Parque Nacional Yanachaga-Chemillén	1143	14	0	0 %
	Reserva Comunal Yanesha	341	21	1	4.76 %
	Bosque de Protección San Matías-San Carlos	1488	227	1	0.44 %
	Reserva Comunal El Sira	6194	1426	33	2.31 %

La Tabla 2 muestra que, en las ANP andinas, los falsos positivos solo se hallaron en la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas y en el Bosque de Protección de Pui Pui, ambos con un error por comisión menor a 1 %. En el Santuario Nacional Pampa Hermosa no se detectaron

focos de calor. Por su parte, en las ANP amazónicas, el error por comisión también fue menor a 1 %, salvo en la Reserva Comunal Yanesha (4.76 %, correspondiente a un foco falso positivo) y la Reserva Comunal El Sira (2.31 %), la ANP amazónica de mayor extensión.

La Figura 2a muestra que la mayoría de las superficies quemadas en las ANP amazónicas fueron menores a 10 hectáreas (ha), excepto en la Reserva Comunal El Sira, donde el 25 % de las áreas quemadas tenían entre 10 y 100 ha. En contraste, en las ANP andinas, el 75 % de las áreas quemadas superaron las 10 ha, y el 25 % de estas, localizadas en el Parque Nacional Huascarán, la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas y el Bosque de Protección de Pui Pui, tenían entre 100 y 1000 ha. En total, se quemaron 2453 ha en zonas silvestres y 1051 ha en zonas de recuperación en las ANP andinas, mientras que en las amazónicas se afectaron 656 ha, exclusivamente en zonas silvestres, sin daños en zonas de recuperación. Por otro lado, la Figura 2b muestra que, en las ANP andinas, más del 75 % de las áreas quemadas se ubicaron a más de 1000 m de zonas agrícolas, mientras que, en las ANP amazónicas, el 50 % de las quemadas se encontraron a 100 m de áreas agrícolas.

La gran diferencia entre el número de reportes de emergencias por incendios forestales y la cantidad de focos de calor detectados se debe a que estos últimos registran cualquier fuente intensa de calor, sin distinguir entre incendios forestales y actividades como las quemadas agrícolas, donde un mayor tamaño del siniestro puede generar gran cantidad de puntos calientes (Schroeder et al., 2014; He et al., 2024). Los bajos niveles de falsos positivos observados son consistentes con Zubieta et al. (2023), quien reporta un error de comisión inferior a 1 % en los Andes, con valores ligeramente superiores en zonas cercanas a la Amazonía. Si bien en Perú existen incendios menores a 1.5 ha (Manta y León, 2004), nuestros resultados indican que muchas quemadas agrícolas caen dentro de este umbral, lo que subraya la dificultad de definir el tipo de evento que detectan los focos de calor únicamente a partir del tamaño de la cicatriz de fuego. Para mejorar la clasificación entre quemada agrícola e

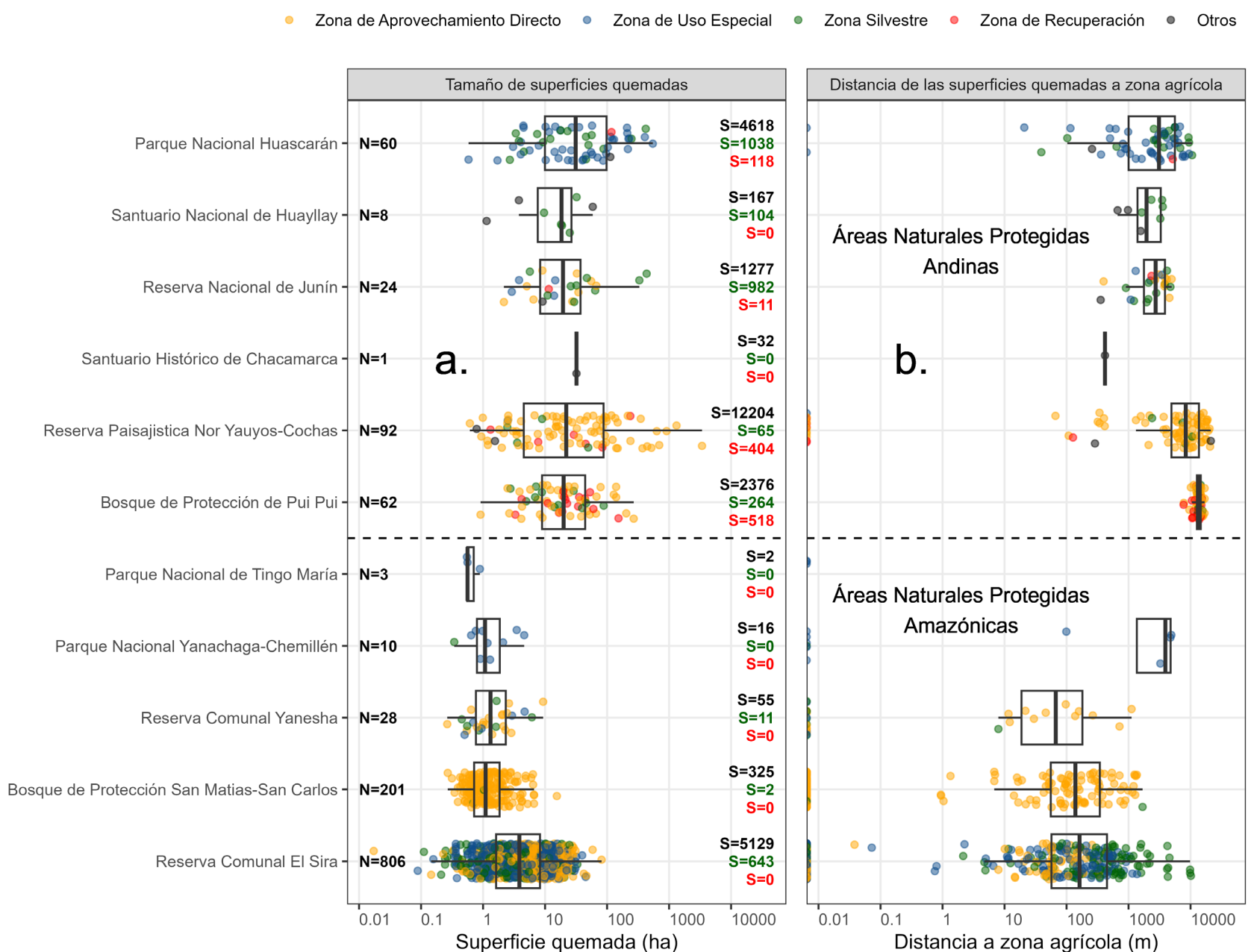


Figura 2. Tamaño (a) y proximidad a zonas agrícolas (b) de las superficies quemadas asociadas a los focos de calor en cada ANP. En (a), N indica el total de unidades de superficie y S la suma del área quemada total (negro), en zona silvestre (verde) y en zona de recuperación (rojo). También se visualiza la zonificación de las áreas donde se desarrollaron las cicatrices.

incendio forestal, se deben considerar factores como la proximidad a cultivos, la forma de la cicatriz y la respuesta espectral posquemado (Giglio et al., 2016; Hall et al., 2024).

La mayor cantidad de superficies quemadas pequeñas en ANP amazónicas y su cercanía a campos de cultivo puede explicarse, como señala Key y Benson (2006), por la alta intensidad del fuego en vegetación densa y homogénea, lo que facilitaría su detección. Esto contrasta con la vegetación fragmentada de los Andes (Asner et al., 2014). Aunque en las ANP andinas se registra una menor cantidad de áreas quemadas con respecto a ANP amazónicas, estas abarcan mayor extensión superficial, lo que indica que la incidencia de incendios forestales tiende a desarrollarse en mayor magnitud, a pesar de no contar con una alta carga vegetal (bosques). Este patrón es consistente con la gran cantidad de reportes de incendios registrados por el INDECI en zonas altoandinas a nivel nacional (CENEPRED, 2020). Estos incendios afectan tanto áreas silvestres como de recuperación, donde se puede encontrar vegetación de tipo matorral, pastizal, bosque andino o bosque amazónico, y ponen en peligro la preservación y la conservación de la biodiversidad, así como la restauración de ecosistemas degradados (SERNANP, 2022).

4. Conclusiones

El análisis de focos de calor y superficies quemadas en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus zonas de amortiguamiento en la región central del Perú revela patrones claros en la incidencia de incendios y quemados agrícolas en los Andes y la Amazonía. La mayoría de los incendios reportados ocurrieron fuera de las ANP, con baja incidencia en estas áreas, especialmente en la Amazonía. En las ANP andinas, las grandes áreas quemadas indican una mayor frecuencia de incendios en zonas de alta montaña.

Por otro lado, en las ANP amazónicas, las cicatrices pequeñas y cercanas a zonas agrícolas sugieren quemados mejor controlados en áreas de uso especial y aprovechamiento directo, donde se permite la agricultura, la ganadería y la recolección. En contraste, en las ANP andinas, las quemados afectan principalmente grandes superficies de zonas silvestres, donde predominan ecosistemas de pastizales y matorrales.

Aunque la baja tasa de falsos positivos confirma la confiabilidad de los focos de calor, es necesario complementarlos con otras fuentes de datos para diferenciar incendios de quemados agrícolas. Los resultados subrayan la necesidad de implementar políticas vinculadas a la gestión y el uso sostenible del fuego, adaptadas a las características regionales de las quemados llevadas a cabo por la población, tanto dentro como en zonas cercanas a las ANP.

Referencias

- Asner, G. P., Anderson, C. B., Martin, R. E., Knapp, D. E., Tupayachi, R., Sinca, F., & Malhi, Y. (2014). Landscape-scale changes in forest structure and functional traits along an Andes-to-Amazon elevation gradient. *Biogeosciences*, 11(3), 843-856. <https://doi.org/10.5194/bg-11-843-2014>
- Bastarrika, A., Chuvieco, E., & Martín, M. P. (2011). Mapping burned areas from Landsat TM/ETM+ data with a two-phase algorithm: Balancing omission and commission errors. *Remote Sensing of Environment*, 115(4), 1003-1012. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.12.005>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - [CENEPRED]. (2020). *Escenario de riesgo por incendios forestales*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10471>
- Chuvieco, E., Cifuentes, Y., Hantson, S., López, A. A., Ramo, R., & Torres, J. (2012). Comparación entre focos de calor MODIS y perímetros de área quemada en incendios mediterráneos. *Revista de Teledetección*, 37(1), 9-22. <https://www.aet.org.es/?q=revista37-4>
- Chuvieco, E., Aguado, I., Salas, J., García, M., Yebra, M., & Oliva, P. (2020). Satellite Remote Sensing Contributions to Wildland Fire Science and Management. *Current Forestry Reports*, 6(2), 81-96. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00116-5>
- Giglio, L., Boschetti, L., Roy, D., Hoffmann, A. A., Humber, M., & Hall, J. V. (2016). *Collection 6 Modis Burned Area Product User's Guide Version 1.0*. NASA EOSDIS Land Processes DAAC: Sioux Falls, SD, USA, 11-27. https://modis-land.gsfc.nasa.gov/pdf/MODIS_C6_BA_User_Guide_1.0.pdf
- Hall, J. V., Argueta, F., Zubkova, M., Chen, Y., Randerson, J. T., & Giglio, L. (2024). GloCAB: global cropland burned area from mid-2002 to 2020. *Earth System Science Data*, 16(2), 867-885. <https://doi.org/10.5194/essd-16-867-2024>
- He, X., Huang, Q., Yang, D., Yang, Y., Xie, G., Yang, S., Liang, C., & Qin, Z. (2024). Spatiotemporal Analysis of Open Biomass Burning in Guangxi Province, China, from 2012 to 2023 Based on VIIRS. *Fire*, 7(10), 370. <https://doi.org/10.3390/fire7100370>

Key, C. H., & Benson, N. C. (2006). Landscape assessment (LA). En: Lutes, D. C.; Keane, R., Caratti, J., Key, C., Benson, N., Sutherland, S. & Gangi, L. FIREMON: *Fire effects monitoring and inventory system* (General Technical Report RMRS-GTR-164-CD, pp. LA 1-55). Fort Collins, CO:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. <https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-164>

Manta, M. I. (2017). *Contribución al conocimiento de la prevención de los incendios forestales en la sierra peruana*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4302>

Manta, M., & León, H. (2004). Los incendios forestales del Perú: Grave problema por resolver. *Floresta*, 34(2), 179-189. http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Separatas%20FCF/Proteccion%20Forestal/3SimposioBrasil-Per_.PDF

Ministerio del Ambiente - [MINAM]. (2016). *Áreas Naturales Protegidas del Perú (2011-2015): Conservación para el desarrollo sostenible*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/144>

Schroeder, W., Oliva, P., Giglio, L., & Csiszar, I. A. (2014). The New VIIRS 375 m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment. *Remote Sensing of Environment*, 143, 85-96. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.12.008>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - [SERNANP]. (2022). *Catálogo de Objetos geográfico de las Áreas Naturales Protegidas*. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/2807688-catalogo-de-objetos-geografico-de-las-areas-naturales-protegidas>

van Dijk, D., Shoaie, S., van Leeuwen, T., & Veraverbeke, S. (2021). Spectral signature analysis of false positive burned area detection from agricultural harvests using Sentinel-2 data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 97, 102296. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102296>

Zamora Ríos, A. (2016). *Estudio metodológico para el monitoreo de alertas tempranas de deforestación basado en focos de calor en la Amazonía peruana*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2601>

Zubieta, R., Ccanchi, Y., & Liza, R. (2023). Performance of heat spots obtained from satellite datasets to represent burned areas in Andean ecosystems of Cusco, Peru. *Remote Sensing Applications*, 32, 101020. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101020>

Zulkafli, Z., Buytaert, W., Onof, C., Manz, B., Tarnavsky, E., Lavado, W., & Guyot, J. L. (2014). A Comparative Performance Analysis of TRMM 3B42 (TMPA) Versions 6 and 7 for Hydrological Applications over Andean–Amazon River Basins. *Journal of Hydrometeorology*, 15(2), 581-592. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-13-094.1>

RESUMEN INFORME TÉCNICO

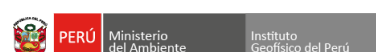
n.º PPR/EL NIÑO-IGP/2024-09

Publicado el 21 de octubre de 2024

En agosto, el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se mantiene la condición neutra (-0.66), al igual que los ICEN temporales (ICEN-tmp) de setiembre (-0.56) y octubre (-0.47). La mayoría de los pronósticos climáticos internacionales y nacionales indican un escenario de anomalías negativas de la TSM frente a la costa peruana, por lo pronto, hasta abril de 2025; sin embargo, estos valores estarían en el rango neutral. Por lo pronto, no se configura un evento La Niña Costera.

En el Pacífico central, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de agosto (-0.11) y el ONI temporal de setiembre (-0.34) corresponden a una condición neutra; mientras que el ONI temporal de octubre (-0.57) se ubica en la condición fría débil. El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos, con condiciones iniciales de octubre, muestra que en octubre se iniciaría un evento La Niña en el Pacífico central de magnitud débil, el que se extendería, por lo pronto, hasta marzo de 2025.

El informe técnico completo se encuentra disponible en <https://bit.ly/InfTecnElNino2024-09IGP>



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres"

Producto: "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres"

Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño"

Instituto Geofísico del Perú

INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2024-09

21/10/2024

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

Resumen

En agosto, el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se mantiene la condición neutra (-0.66), al igual que los ICEN temporales (ICEN-tmp) de setiembre (-0.56) y octubre (-0.47). La mayoría de los pronósticos climáticos internacionales y nacionales indican un escenario de anomalías negativas de la TSM frente a la costa peruana, por lo pronto, hasta abril de 2025; sin embargo, estos valores estarían en el rango neutral. Por lo pronto, no se configura un evento La Niña costera.

En el Pacífico central, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de agosto (-0.11) y el ONI temporal de setiembre (-0.34) corresponden a una condición neutra; mientras que el ONI temporal de octubre (-0.57) se ubica en la condición fría débil. El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos, con condiciones iniciales de octubre, muestra que en octubre se iniciaría un evento La Niña en el Pacífico central de magnitud débil, el que se extendería, por lo pronto, hasta marzo de 2025.

www.igp.gob.pe
Calle Badojuz N° 169
Urb. Mayorazgo IV Etapa
Ate. Lima 15012 - Perú.
(51) 13172300



Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

COMUNICADO OFICIAL

ENFEN n.º 13-2024



ESTUDIO NACIONAL DEL
FENÓMENO "EL NIÑO"

COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA
DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO" – ENFEN
Decreto Supremo n.º 007-2017-PRODUCE

Estado del sistema de alerta: No activo¹

Publicado el 18 de octubre de 2024

La Comisión Multisectorial del ENFEN en base a las condiciones océano atmosféricas y los pronósticos en la región Niño 1+2, mantiene el "Estado del sistema de alerta" de "No Activo".

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados y los pronósticos de los modelos climáticos nacionales e internacionales, en el Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1) es más probable la condición de La Niña débil desde noviembre de 2024 hasta marzo de 2025 (Figura 2). En la región Niño 1+2 es más probable la condición neutra hasta mayo de 2025 (Figura 2).

En consecuencia, para el verano diciembre 2024-marzo 2025, es mayor la probabilidad del desarrollo de La Niña débil en el Pacífico central (52 %), seguida de la probabilidad de condición neutra (46 %) (Tabla 1). Para la región Niño 1+2, es más probable la condición neutra (67 %) (Tabla 2).

De acuerdo a las evaluaciones océano atmosféricas, el pronóstico estacional para los meses de octubre a diciembre² de 2024, indica valores de temperaturas mínimas de normal a inferiores a lo normal en la costa norte y centro. Las perspectivas de lluvias en la zona andina norte, centro oriental y costa norte indican condiciones de normal a inferiores a lo normal.

Asimismo, el pronóstico hidrológico³, entre octubre y diciembre 2024, se prevé en la Región Hidrográfica del Pacífico que predominen caudales entre normales a debajo de lo normal en la zona norte; mientras que en la zona centro y sur predominarían caudales normales.

En cuanto a los recursos pesqueros, en las siguientes semanas, se espera que la actividad desovante de la anchoveta del stock norte-centro, continúe de acuerdo a su patrón histórico. En cuanto a la merluza, se espera que la disponibilidad del recurso para la pesquería

¹No activo: De acuerdo al sistema de alerta, esta condición corresponde a condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña Costeros están próximos a finalizar.

²Perspectivas climáticas, octubre-diciembre de 2024: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-51.pdf>

³Pronóstico hidrológico a nivel nacional, octubre de 2024-febrero de 2025: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-50.pdf>

mantenga los niveles de la primera quincena de octubre. Asimismo, desde enero hasta septiembre de este año, se ha observado una baja disponibilidad de calamar gigante o pota, para la pesca, en las costas del Perú, como consecuencia del evento climático El Niño 2023-2024, que ha afectado las temperaturas del mar y la distribución de las especies marinas. Con los actuales indicadores biológicos y las perspectivas climáticas, se espera que la recuperación de la población de calamar gigante se vea favorecida.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los pronósticos estacionales en relación a la primavera 2024, como en los escenarios del verano 2025. Esto con la finalidad que se adopten las acciones que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el lunes 18 de noviembre de 2024.

- Para mayor información, consultar el Informe Técnico Mensual en el siguiente enlace: <https://bit.ly/InfTecENFEN13-2024>
- Puede acceder a leer en comunicado en su totalidad a través del siguiente enlace: <https://bit.ly/comunicadoENFEN13-2024>

INSTITUCIONES MIEMBROS DEL ENFEN





-  @igp.peru
-  @igp_peru
-  @igp.peru
-  @igp_videos
-  @institutogeofisicodelperu
-  @igp.peru