

Hacia una arquitectura segura para la avifauna: integración del análisis morfo-edificio en el diseño de envolventes vidriadas

*Toward bird-safe architecture: integrating morpho-architectural analysis into
the design of glazed building envelopes*

**Viviana Stefanía Cárdenas Loo¹, Mónica Dazzini Langdon²,
Sheila Tobar Vallejo³, Vinicio Velásquez Zambrano⁴, Juan Carlos
Soria Aguas⁵**

1 Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0009-0004-5801-9748>

2 Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0000-0001-7045-2887>

3 Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0009-0002-4268-8985>

4 Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP). <https://orcid.org/0000-0002-0161-6654>

5 Universidad Regional Amazónica Ikiam. <https://orcid.org/0009-0001-4172-1571>

Autor de correspondencia: viviana.cardenas@ikiam.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.63804/CIBEN.25.csbb.e3>

Resumen

La colisión con superficies vidriadas representa una causa esencial de mortalidad aviar de origen antropogénico. Este fenómeno, ampliamente estudiado en regiones templadas, ha experimentado una incidencia creciente en el contexto amazónico, donde la expansión urbana utiliza envolturas de vidrio para maximizar la ventilación y las visuales del paisaje, creando así barreras invisibles para la fisiología visual de las aves que no perciben el obstáculo. Este riesgo es particularmente agudo para las especies forestales de vuelo rápido y directo. Además, la contaminación lumínica confunde a las aves migratorias y locales, alterando sus trayectorias. Esta investigación realizó una revisión sistemática de referentes para el análisis edilicio y las estrategias de diseño para climas cálidos-húmedos. Como objetivo central se plantearon estrategias integradas de mitigación y presentar un marco conceptual que incorpore el diseño consciente y sostenible como componente esencial del diseño en la Amazonía y la coexistencia entre hábitats humanos y biodiversidad.

Palabras Clave: Mortalidad aviar; Contaminación lumínica; Confort térmico; Amazonía-Tena; Biodiversidad.

Abstract

Collisions with glazed surfaces are a major cause of anthropogenic avian mortality. This phenomenon, extensively studied in temperate regions, has shown a rising incidence in the Amazonian context, where urban expansion employs glazed envelopes to maximize ventilation and landscape views, thereby creating invisible barriers for the visual physiology of birds, which fail to perceive the obstacle. The risk is particularly acute for forest species with fast, direct flight. In addition, light pollution disorients migratory and resident birds, altering their flight paths. This study conducted a systematic review of precedents for building analysis and design strategies suitable for warm–humid climates. The central objective was to propose integrated mitigation strategies and to present a conceptual framework that incorporates conscientious, sustainable design as an essential component of design practice in the Amazon and of the coexistence between human habitats and biodiversity.

Keywords: Bird mortality; Light pollution; Thermal comfort; Amazon—Tena (Ecuador); Biodiversity.

Introducción

La Amazonía ecuatoriana, ubicada en la parte oriental del país, es una selva rica en biodiversidad, hábitat de muchas especies de aves endémicas (Shiguango-Yumbo & Bañol-Pérez, 2020). Actualmente, las intervenciones antropogénicas en edificios tienen un impacto adverso que amenaza a las aves (Kornreich, et al. 2024). Existe una relación entre la presión antropogénica y la expansión urbana. Este tipo de intervención propone una arquitectura peligrosa con proximidad a zonas verdes (Gámiz, 2021) debido al uso de envolturas invisibles que obstruyen la visión aviar. El diseño de un edificio puede afectar el porcentaje de impactos de aves. Las estrellas y constelaciones orientan a las aves migratorias de norte a sur (Adams, et al.2021). Actualmente, la contaminación lumínica es una atracción importante para las aves migratorias, lo que hace que se desorienten y choquen. Otoño es el periodo en que la migración de aves alcanza su punto máximo (Magaña, 2003), aumenta el número de especies reportadas como colisionadas (Amigo, 2025).

Una de las principales razones por las que las aves chocan con el vidrio es su percepción limitada de su entorno debido a la transparencia del vidrio (Menacho-Odio, 2018). Bajo ciertas condiciones durante el día, se comporta como un espejo porque el interior del edificio se vuelve más oscuro (Guzmán, 2023). En estos casos, refleja el entorno, como el cielo y los

árboles, creando una percepción real para las aves (Scott Winton, et al. 2018). Las fachadas con más del 30 y 40% de vidrio incrementan el consumo de energía. El diseño respetuoso con las aves es reconocido como un diseño sostenible, convirtiéndose en la actualidad en requisito dentro de la legislación norteamericana norteamericana (American Bird Conservancy, 2025)

Cuando las personas chocan con un vidrio, lo hacen a una velocidad más lenta que las aves, que no perciben el obstáculo y chocan a una velocidad vertiginosa, lo que a menudo resulta en un golpe fatal. Generalmente, las aves mueren por hemorragia o inflamación intracraneal, las aves pueden quedar inválidas con extremidades deterioradas (Ordoñez, 2025) y /o sufrir daños neurológicos.

Estados Unidos es el país que ha realizado la mayor cantidad de investigaciones sobre colisiones aviarias en edificios (Magaña, 2003). En el caso de Ecuador, no existe una normativa específica que regule el uso del vidrio en construcciones en zonas amazónicas para la conservación de aves. Esto pone de manifiesto la falta de atención a un problema creciente que supone un riesgo para la convivencia entre hábitats y presiones antrópicas urbanas (Ordoñez, 2025).

Esta investigación tiene como objetivo resaltar y poner en la agenda académica el tema de la mortalidad aviar resultante de colisiones con edificios. Asimismo, fomentar regulaciones nacionales con flexibilidad de diseño que regulen diferentes variables de ventana para envolventes de superficie especialmente en zonas protegidas o de gran porcentaje de hábitats naturales o poco antropizados colindantes con zonas ribereñas y bosques. Igualmente, promover diseños arquitectónicos eco-amigables que se adapten a la estética de los proyectos en su contexto inmediato. Esta investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo se pueden prevenir las colisiones entre aves y envolventes arquitectónicas acristaladas? Además, ¿qué consideraciones de análisis morfo edilicios deben tenerse en cuenta de antemano en una construcción que mitiga las colisiones de aves? siendo la Amazonía el epicentro de la biodiversidad en Ecuador.

De esta manera, se pretende contribuir al conocimiento relacionado con las tipologías constructivas y las posibles perturbaciones que contribuyen a la mortalidad de la avifauna por colisiones en la Amazonía. Es esencial promover prácticas sostenibles para la coexistencia de un hábitat equilibrado, con la arquitectura como mecanismo de preservación y no como amenaza para la avifauna.

Metodología

Se realizó un análisis y una revisión sistemática de las referencias entre la forma y la materialidad del vidrio en las ventanas que mitigan las colisiones. Se exploraron referencias a protocolos y

estándares de gestión de iluminación artificial que regulan el tipo de vidrio de ventana utilizado en envolventes arquitectónicas en América del Norte y países neotropicales. Las entrevistas se realizaron con grabaciones como técnica de recolección de datos, con los expertos en ornitología Leonardo Ordoñez, curador del Museo de Zoología de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), y Xavier Amigo, experto observador de aves. Adicionalmente, se analizó la encuesta periódica por muestreo realizada por el Museo de Zoología de la UTPL por iniciativa propia de las provincias de El Oro, Loja, Manabí, Orellana y Zamora Chinchipe, que forman parte de la compilación neotropical de encuestas con más de 100 colaboradores en 11 países.

Resultados y Discusión

a. Análisis morfo-edilicio y estrategias de mitigación

El análisis morfo-edilicio para mitigación de colisiones en envolventes favorece condiciones de hábitat digno y control de recursos autóctonos (Varini, 2012). Las superficies transparentes permiten una relación directa con el paisaje, pero deben diseñarse considerando la fisiología visual aviar. Una envolvente sensible al clima identifica flujos de viento, ventilación cruzada y disposiciones verticales o diagonales. El estudio de (Varini, 2012) en clima cálido-húmedo (24-32°C) demostró que el uso de paneles de bambú laminado o madera inmunizada en superficies ciegas mejora el confort térmico hasta en 5°C durante 9 horas. Las cubiertas vegetales no superan los 25°C, funcionando como aislamiento adicional, aunque deben descartarse en climas húmedos para evitar microhábitats de insectos.

Velasco & Robles (2011) exploraron estrategias pasivas para climas cálido-húmedos, priorizando sistemas de doble capa para ventilación. Analizaron parámetros de cerramientos no coplanares y perforados, con configuraciones de mallado uniforme (horizontal, hexagonal, triangular) para persianas y superficies.



Figura 1. Parámetros de mallado uniforme en morfologías superficiales. Fuente: Velasco & Robles.

b. Contaminación lumínica y estrategias de mitigación

Adams, et al. 2021 analizaron 490 metadatos, encontrando una relación entre condiciones meteorológicas, lunares y colisiones. La reducción de luz artificial nocturna mitiga colisiones (Adams, et al. 2021). El uso de láser UV/violeta puede persuadir aves, pero requiere más estudios (Adams, et al. 2021). La guía “Cielo Seguro” de Chile (Chile, 2024) propone ordenanzas municipales, luminarias certificadas, luces ámbar, filtros espectrales en LEDs y asesoramiento técnico para proyectos sustentables.

c. Legislación y casos de estudio

En EE. UU., la (American Bird Conservancy, 2025) promueve legislaciones que regulan características de alto riesgo (pasarelas, esquinas, acristalamiento adyacente a patios o techos verdes). Para renovaciones, se considera reemplazar 25% del vidrio existente. Vidrios amigables incluyen superficies <12”, fachadas de doble piel no vidriadas, pantallas metálicas, protección solar fija, paneles solares o mosquiteras. El 100% del vidrio en todo edificio debe ser amigable para aves.

d. Datos de colisiones en Ecuador (2019-2025)

El Museo de Zoología de la UTPL reporta en el inventario de colisión aviar 2009-2005, 38 registros de colisiones: 22 aves fallecidas y 16 sobrevivientes. La provincia de Loja presenta el mayor número (29), seguida de Zamora Chinchipe (4), El Oro (3), Orellana (1) y Manabí (1). El orden Passeriformes presenta la mayor incidencia (8 muertes, 8 supervivientes). Las colisiones son más frecuentes en planta baja (17 casos vs. 10 en planta alta) y con vidrio reflectivo (27 casos vs. 11 translúcidos). El vidrio reflectivo registra 19 muertes frente a 3 del translúcido.

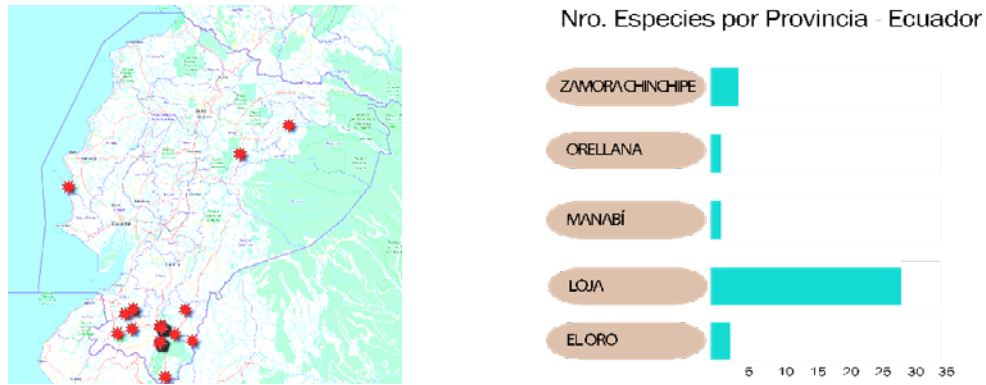


Figura 2. Número de colisiones por provincias de Ecuador (2019-2025), ubicación en Ecuador y tabla resumen. Fuente: Museo de Zoología UTPL.

Se cuantificó el tipo de vidrio de mayor impacto, siendo el reflectivo con mayor incidencia, de un total de 27 colisiones registradas:

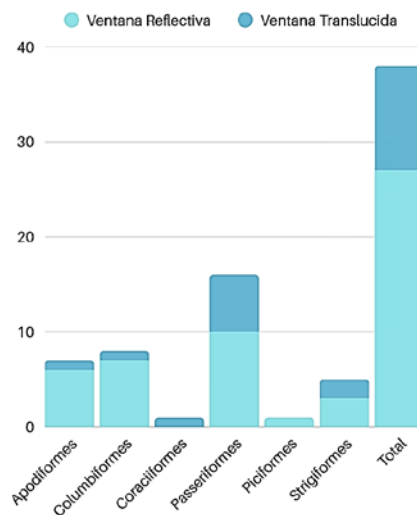


Figura 3. Número de colisiones por tipo de ave y tipo de ventana en Ecuador (2019-2025). Fuente: Museo de Zoología UTPL.

El mayor número de incidencia de muertes según el tipo de vidrio, de este levantamiento, resulta el mayor número de colisiones por tipo de vidrio reflectivo como las más frecuentes, con un total de 27 muertes por colisión de 38 casos:

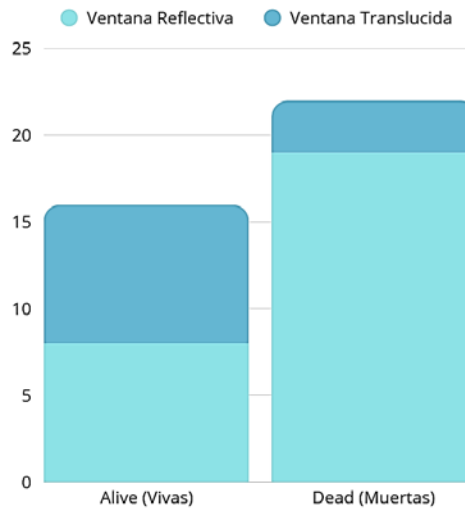


Figura 4. Número de colisiones por tipo de ventana en Ecuador (2019-2025). Fuente: Museo de Zoología UTPL.

e. Recomendaciones para mitigación

No existe un vidrio especial que evite colisiones. Las marcas visibles (4mm individuales o 2x8mm lineales, con separación $\leq 5\text{cm}$ y contraste diferenciado en superficie externa) son efectivas (American Bird Conservancy, 2025). Otra alternativa considerada es colocar tiras plásticas coloreadas de 2.5cm de ancho, con separaciones de 5cm (Agudelo-Álvarez, Moreno-Velasquez, & Ocampo-Peñuela, 2010). El Museo de Zoología de la UTPL recomienda marcas de 10x5cm cada 10cm vertical u 5cm horizontal. La ABC señala que las ventanas más peligrosas son aquellas con fondo oscuro y brillo en primer plano, donde la reflectividad es el principal riesgo.

Conclusiones

La ubicación de un edificio determina la tipología y porcentaje de aves que morirán por colisión. La Amazonía está presionada por parte del sector construcción. Construir en zonas selváticas con alta biodiversidad incrementa las víctimas, especialmente a la altura de follajes. La luz artificial y la mayor área vidriada son factores mortales. Los arquitectos, constructores y diseñadores de edificaciones no suelen considerar este problema. Diseños que simulan túneles, ventanas que reflejan árboles o polarizadas (espejo total) son percibidos como pasadizos, no como obstáculos. Es urgente integrar estrategias de diseño consciente y promover regulaciones nacionales y concretar la coexistencia segura con la avifauna.

Referencias Bibliográficas

Adams, C., Fernández-Juricic, E., Bayne, E., & CassaySt.Clair, C. (2021). Effects of artificial light on bird movement . *Environmental Evidence*, 1-28.

Agudelo-Álvarez, L., Moreno-Velasquez, J., & Ocampo-Peñuela, N. (2010). Colisiones de aves contra ventanales en un campus universitario de Bogotá, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 3-10.

American Bird Conservancy. (21 de septiembre de 2025). ABC. Obtenido de Bird-Friendly Building Design: <https://abcbirds.org/wp-content/uploads/2020/09/Bird-Friendly-Building-Design.pdf>

Amigo, X. (16 de septiembre de 2025). Entrevista a Directeur général Nature Experience - Reponsable fixing - Guide ornithologique. (V. Cárdenas, Entrevistador)

Asamblea, N. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Quito: Presidencia de la República del Ecuador.

Chile, M. d. (diciembre de 2024). Ministerio de Energía de Chile. Buenas prácticas para el resguardo de aves en el sector energía. Santiago de Chile, Chile: Ministerio de Energía, División de Desarrollo de Proyectos, Unidad de Proyectos y Medio Ambiente.

Gámiz, E. P. (2021). La prevención de accidente de la avifauna por colisión contra cristales en ambientes urbanos. Papel del Centro de Conservación Zoo de Córdova. Córdova: Universida de Córdova.

Guzmán, S. G. (noviembre de 2023). Guía para evitar la colisión de las aves con las ventanas. Veracruz, México, México.

Kornreich, A., Partridge, D., Youngblood, M., & Parkins, K. (2024). Resultados de la rehabilitación de víctimas de colisiones de aves con edificios en el noroeste de Estados Unidos. *PLOS One*, 19(8).

Magaña, F. G. (2003). Notas sobre colisiones de aves en las ventanas de edificios universitarios en Puerta Vallarta, México. *Revista Mexicana de Ornitología*, vol. 4, núm. 2, 17-21.

Menacho-Odio, R. M. (2018). Colisión de aves con ventanas: problemas, prevención y

mitigación. Zeledonia, 59-76.

Ordoñez, L. (11 de septiembre de 2025). Entrevista a Investigador del Departamento de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - Museo de Zoología (UTPL). (V. Cárdenas, Entrevistador)

Pastrana Buelvas, E., Cabrera Ortiz, F., & Sandner, J. (2023). Estrategias de seguridad ambiental en América Latina y el Caribe: construyendo resiliencia. Bogotá: Fundación Konrad.

Scott Winton, R., Ocampo-Peñuela, N., & Cagle, N. (2018). Geo-referencing bird-window collisions for targeted mitigation. PeerJ, 1-11.

Shiguango-Yumbo, W., & Bañol-Pérez, C. (2020). Evaluación rápida de la avifauna en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), provincia de Napo, Amazonía Ecuatoriana. Ciencia y Tecnología, 89-96.

Varini, C. (2012). Envolventes arquitectónicas sensibles al clima. Investigar para hacer ciudad, 33-44.

Velasco, R., & Robles, D. (2011). Diseño de eco-envolventes. Modelo para la exploración, el diseño y la evaluación de envolventes arquitectónicas para climas tropicales. Revista de Arquitectura, 92-105.