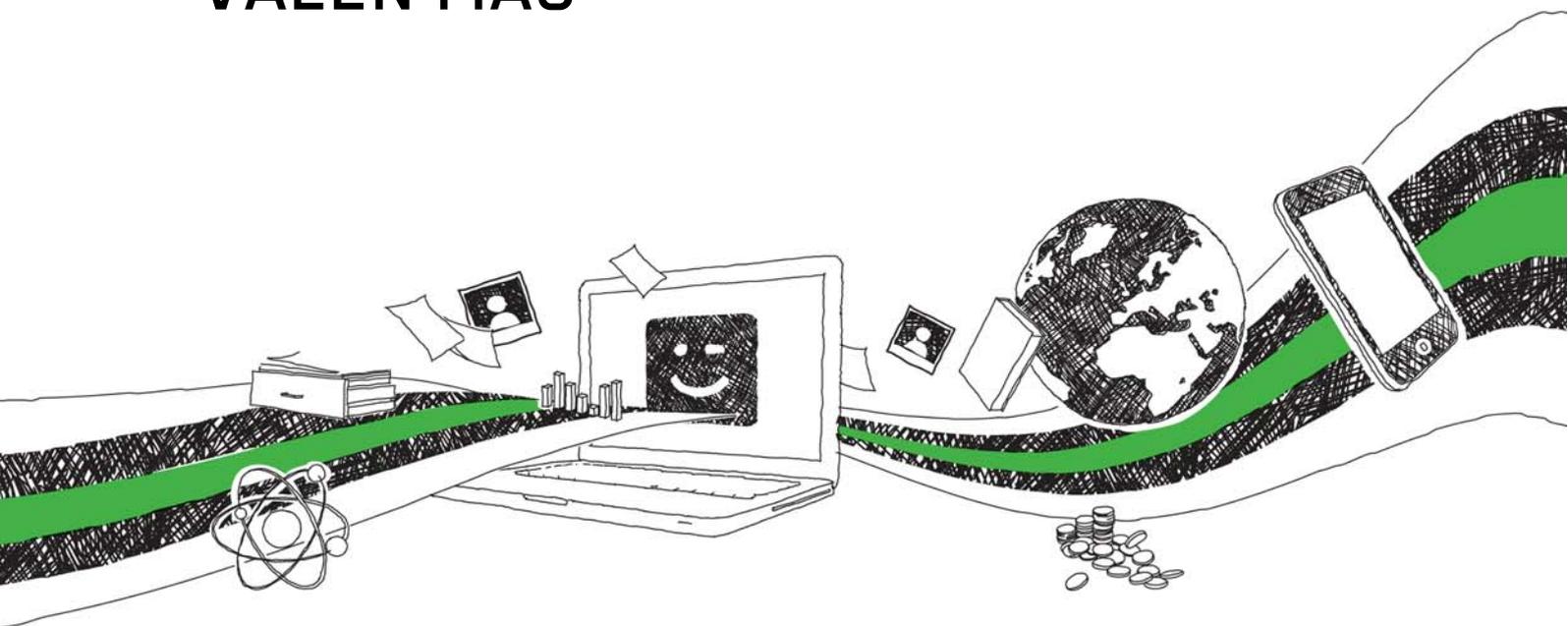


César Gómez

**La Amenaza Actual Por Peligro Aviario En
El Aeropuerto Internacional Matecaña,
Pereira - Colombia**

Tesis

CON GRIN SUS CONOCIMIENTOS VALEN MAS



- Publicamos su trabajo académico, tesis y tesina
- Su propio eBook y libro - en todos los comercios importantes del mundo
- Cada venta le sale rentable

Ahora suba en www.GRIN.com
y publique gratis



Bibliographic information published by the German National Library:

The German National Library lists this publication in the National Bibliography; detailed bibliographic data are available on the Internet at <http://dnb.dnb.de> .

This book is copyright material and must not be copied, reproduced, transferred, distributed, leased, licensed or publicly performed or used in any way except as specifically permitted in writing by the publishers, as allowed under the terms and conditions under which it was purchased or as strictly permitted by applicable copyright law. Any unauthorized distribution or use of this text may be a direct infringement of the author s and publisher s rights and those responsible may be liable in law accordingly.

Imprint:

Copyright © 2012 GRIN Verlag
ISBN: 9783668036697

This book at GRIN:

<https://www.grin.com/document/305434>

César Gómez

La Amenaza Actual Por Peligro Aviario En El Aeropuerto Internacional Matecaña, Pereira - Colombia

GRIN - Your knowledge has value

Since its foundation in 1998, GRIN has specialized in publishing academic texts by students, college teachers and other academics as e-book and printed book. The website www.grin.com is an ideal platform for presenting term papers, final papers, scientific essays, dissertations and specialist books.

Visit us on the internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

**ESTUDIO DE LA AMENAZA ACTUAL POR PELIGRO AVIARIO EN EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL MATECAÑA
PEREIRA-COLOMBIA**

Autor:

CÉSAR AUGUSTO GÓMEZ MONTOYA

**UNIVERSIDAD DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
MANIZALES 2012**

AGRADECIMIENTOS

Después de largos días de lluvia y otros tantos de calor en la pista aérea del Aeropuerto Internacional Matecaña. Es un orgullo dejar en la colección científica de la Universidad de Caldas y especialmente en el programa de Biología, el fruto de este trabajo, titulado: ***ESTUDIO DE LA AMENAZA ACTUAL POR PELIGRO AVIARIO EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL MATECAÑA. PEREIRA-COLOMBIA.***

Agradezco a la Universidad de Caldas, y especialmente a mi director de trabajo de grado el Profesor John Harold Castaño, por su gigantesca y apoteósica paciencia y por su legado educativo no sólo en esta investigación sino también en trabajos anteriormente desarrollados por él y en los cuales tuve la fortuna de participar.

Al profesor Santiago Restrepo Calle, mi asesor externo y especialista en peligro aviario, por su prestancia, colaboración y sobre todo amistad en todo este proceso.

A mi familia, que fue durante estos años, fue la mano amiga en mis descensos y la plataforma de mis logros.

Al Aeropuerto Internacional Matecaña de Pereira y demás dependencias de esta institución que apoyaron el desarrollo de este trabajo; también agradecerles a los Bomberos Aeronáuticos del SEI por la colaboración, su calidez y la camaradería durante el tiempo que duro esta labor.

A Alex Ospina por su amistad casi paterna y al Centro de Rehabilitación de Aves Rapaces San Isidro (CRARSI), por permitir el uso del Gavilán de Harris usado en este trabajo.

Al bello grupo de personas del Zoológico Matecaña de Pereira, quienes no sólo apoyaron y atendieron diariamente el Gavilán de Harris, también brindaron excelentes ideas que plasme en este trabajo; al Dr. Néstor Varela, Dr. Julián David Mejía y al Dr. Frey Ocampo.

A Hildebrando Zea Vega, docente de español y literatura, cuyos conocimientos y experiencia en la corrección de estilo, me brindaron los aportes y las sugerencias que me fueron de gran utilidad en la redacción y elaboración de este proyecto.

Y una vez más... Agradezco este logro a la Universidad de Caldas y a las Residencias Masculinas Estudiantiles Gabriel Soto Bayona (RGSB), por enseñarme, la primera el maravilloso mundo biológico, y la segunda, la vida en comunidad.

¡GRACIAS!

DEDICATORIA

Dedico este logro a DIOS, reflejado en el vivo recuerdo de mi hermosa madre FANNY MONTOYA, quien desde la inmensidad de la ubicuidad me ha acompañado permanente y demarcó desde mi niñez un camino lleno de amor y de aves. A ti Mamá dedico el inicio de mi carrera y los logros posteriores.

A mi viejo, ARSECIO de JESUS GÓMEZ MUÑOZ, por su infinito e incondicional amor y por inculcarme desde la niñez el cariño por el campo en aquellos asombrosos viajes de pesca por los ríos de Colombia.

CÉSAR AUGUSTO GÓMEZ MONTOYA

A la memoria del Dr. M.V.Z Álvaro Torres Barreto. 1918-1994.

“El arte de la cetrería constituye la base de un patrimonio cultural más amplio y engloba toda una serie de costumbres relacionadas con indumentarias, modalidades de alimentación, canciones, música, poesía y danzas tradicionales, que son preservadas por las comunidades de generación en generación.”

Tabla de Contenido

Resumen.....	xiv
Introducción	15
Justificación.....	17
Planteamiento del Problema.....	19
Preguntas de Investigación.....	23
Antecedentes	24
Objetivos	27
Objetivo General	27
Objetivos Específicos.....	27
Marco Conceptual	28
Peligro Aviario	28
Índices de Especies Relevantes para Seguridad de la Aviación	29
Medidas y/o Técnicas de Dispersión de Aves.....	29
1. Marco Teórico	31
1.1. Amenaza por Peligro Aviario.....	31
1.2. Las Medidas y/o Técnicas de Dispersión de Aves como Mecanismos Estresores	32
2. Metodología	34
2.1. Área de Estudio (Ubicación Geoespacial)	34
2.2. Definición de Puntos de Observación y Unidades Básicas de Análisis (Línea Base)	35
2.2.1. Puntos de conteo.	35
2.2.2. Formato de registro.	37
2.3. Índice (Ranking) para Calcular las Especies de Aves más Relevantes para la Seguridad de los Vuelos.....	40
2.4. Medidas de Control Activo de Fauna.....	43
2.4.1. Dispersores Pirotécnicos.	43
2.4.2. Dispersores Auditivos.	43
2.4.3. Dispersores Naturales.....	44

2.5. Registros de Observación de Aves para Evaluar cada Tratamiento de Control y/o Dispersión de Fauna.....	47
3. Resultados	48
3.1. Registros de Aves para la Línea Base: Frecuencia del Uso del Espacio	48
3.1.1. Listado de aves registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	48
3.1.2. Diferencias entre los puntos de observación.	53
3.1.3. Gremios alimenticios.	60
3.2. Caracterización de la Amenaza por Peligro Aviario.....	63
3.2.1. Especies más relevantes para la seguridad de los vuelos e índice FSR.	63
3.2.2. Distribución espacial de la amenaza para la seguridad del vuelo en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	67
3.3. Observaciones adicionales sobre las especies de aves que generan mayor amenaza para la seguridad de los vuelos en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	69
3.3.1. Gallinazo <i>Coragyps atratus</i>	69
3.3.2. Torcaza <i>Zenaida auriculata</i>	71
3.3.3. Cotorra Cabeciazul <i>Pionus menstruus</i>	73
3.3.4. Paloma bravía <i>Columba livia</i>	75
3.3.5. Garza bueyera <i>Bubulcus ibis</i>	75
3.3.6. Pellar andino o Alcaraván <i>Vanellus chilensis</i>	76
3.3.7. Golondrina <i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	77
3.3.8. Paloma morada <i>Patagioenas cayennensis</i> , Paloma colorada <i>Patagioenas subvinacea</i> y Tortolita rojiza <i>Columbina talpacoti</i>	79
3.4. Respuesta del Ensamblaje de Aves a las Medidas de Dispersión.	80
3.5. Registros de Aves para el Tratamiento con Cañón de Propano.	81
3.6. Registros de Aves para el Tratamiento con Pirotecnia.	83
3.7. Registros de Aves para el Tratamiento con Cetrería.....	85
3.8. Resultados Adicionales.	87
3.8.1. Protocolo de vuelos de cetrería para el Aeropuerto Internacional Matecaña.....	87
Conclusiones	89
Recomendaciones.....	92
Referencias Bibliográficas	93
Anexos	96

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Especies de Aves más Relevantes para la Seguridad del Vuelo.	21
Tabla 2. Georeferencias de los puntos de conteo ubicados en el Aeropuerto Internacional Matecaña	24
Tabla 3: Criterios para solucionar el Algoritmo de Morgenroth.	29
Tabla 4. Listado de aves registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	37
Tabla 5: ANOVA	43
Tabla 6. Resultados del índice de especies relevantes para la seguridad del vuelo FSR, para el Aeropuerto Internacional Matecaña.	51
Tabla 7. Prueba t para las varianzas en las frecuencias relativas entre control y el tratamiento con Cañón de propano.	70
Tabla 8. Prueba t para las varianzas en las frecuencias relativas entre control y el tratamiento con pirotecnia.	73
Tabla 9. Prueba t para las varianzas en las frecuencias relativas entre Control y el tratamiento con cetrería.	75

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Accidente Aéreo en Estados Unidos.	19
Figura 2. Aeropuerto Internacional Matecaña.	34
Figura 3. Distribución espacial de los puntos de conteo de aves en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	37
Figura 4. Observador diligenciando formato de registros para línea base.	39
Figura 5. Ecuación 1: Algoritmo usado para calificar las especies de aves más relevantes para la seguridad de los vuelos (Morgenroth 2003)	43
Figura 6. Fase de acercamiento entre el cetrero y el gavilán de Harris.	44
Figura 7. Bombero aeronáutico del grupo SEI, ubicando dispositivo pirotécnico.	45
Figura 8. Cañón de propano armado en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	46
Figura 9. Gavilán de Harris <i>Parabuteo unicinctus</i> y Cetrero, en actividad de dispersión de aves	46
Figura 10. Registros de aves para la evaluación de las medidas de dispersión.	47
Figura 11. Curva de acumulación de especies de aves observadas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, en 18 días completos de muestreo.	48
Figura 12. Especies de aves con mayor abundancia relativa en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	52
Figura 13. Familias de aves con mayor número de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	53
Figura 14. Analisis de las Medias de los registros de aves por punto de muestreo	54
Figura 15. Bosques ubicados en el área Oeste del Aeropuerto Internacional Matecaña.	56
Figura 16. Pastizales típicos de la mitad Este del Aeropuerto Internacional Matecaña.	56
Figura 17. Distribución de los registros de aves de línea base, por polígonos de observación (Puntos de conteo).	57
Figura 18. Nido de <i>P. cyanoleuca</i> , construido dentro de una aeronave abandonada.	58
Figura 19. Nave donde fue encontrado el nido de <i>P. cyanoleuca</i> .	58

Figura 20. Grupo de <i>S. flaveola</i> .	59
Figura 21. Polluelo de <i>V. chilensis</i>	59
Figura 23. Porcentaje de especies de aves en relación a su gremio alimenticio.	60
Figura 24. Espigueros típicos de las áreas de seguridad junto a la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Matecaña.	61
Figura 25. Macho de gavián caminero <i>B. magnirostris</i> , posado en una de las mangaveletas del Aeropuerto Internacional Matecaña.	62
Figura 26. Distribución espacial de las especies con mayor calificación según el índice FSR.	67
Figura 27. Nido de <i>Z. auriculata</i> en la base SEI.	68
Figura 28. Población de individuos de <i>C. atratus</i> en el Aeropuerto internacional Matecaña.	70
Figura 29. Nido de <i>C. auriculata</i> en el timón de cola de una aeronave abandonada.	71
Figura 30. Individuo de forrajeando sobre una calle de rodaje cerca a la pista principal.	72
Figura 31. Especies de aves involucradas en impactos previos en el A. I. M	72
Figura 32. Especies de aves que cruzaron la pista de aterrizaje en mayores ocasiones.	73
Figura 33. Distribución de los individuos de <i>P. menstruus</i> registrados en el A.I.M.	73
Figura 34. Individuos de <i>P. menstruus</i> impactados por un Airbus 319 de Avianca.	74
Figura 35. Registro de actividad de <i>B. ibis</i> en el A.I.M.	75
Figura 36. Distribución de la frecuencia de los registros de <i>B. ibis</i> .	76
Figura 37. Distribución de la frecuencia de los registros de <i>V. chilensis</i>	77
Figura 38. Distribución de la frecuencia de los registros de <i>P. cyanoleuca</i> .	78
Figura 39. Acumulación de heces de golondrina en pisos y cristales.	78
Figura 40. Distribución de la frecuencia de los registros para <i>C. talpacoti</i> , <i>P. cayennensis</i> y <i>P. subvinacea</i> .	79
Figura 41. Análisis de frecuencia relativa de uso del espacio. Fase Control.	80
Figura 42. Comparación de frecuencias entre el tratamiento con cañón de propano y el tratamiento control.	82
Figura 43. Comparación de frecuencias entre el tratamiento con pirotecnia y el tratamiento control.	84
Figura 44. Comparación de frecuencias entre el tratamiento con cetrería y el tratamiento control.	86

Anexos

	Pág.
Anexo A. Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	96
Anexo B. Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de control.	98
Anexo C. Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de dispersión con cañón de propano.	100
Anexo D. Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de dispersión con Pirotecnia.	102
Anexo E. Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de dispersión con Cetrería.	104
Anexo F. Mapa de Polígonos y Puntos de Observación.	106
Anexo G. Mapa de Distribución de Registros por Polígonos de Observación.	107
Anexo H. Mapa de Distribución de Valores Acumulados de Relevancia para La Aviación FSR.	108

Glosario

Amenaza: describe la probabilidad de generación de un evento o situación de peligro.

AIM: Aeropuerto Internacional Matecaña.

Cetrería: la cetrería se define con exactitud como: Una actividad tradicional que consiste en criar y entrenar aves rapaces para cazar presas en su entorno natural. Utilizada en otros tiempos para procurarse alimento, la cetrería ya no está vinculada hoy fundamentalmente a la obtención de medios de subsistencia. El cetrero mantiene una relación estrecha con sus pájaros y es necesaria una gran dedicación personal para criar, entrenar, templar y lanzar al vuelo las aves rapaces. (UNESCO 2010).

Estresor: medio o elemento que causa estrés.

Gavilán de Harris: ave de presa de talla mediana, perteneciente a la Familia ACCIPITRIDAE.

Aeródromo: aeropuerto

Operador aeroportuario: administradores o propietarios que se encargan de los servicios operacionales de un aeródromo.

Peligro aviario: riesgo que supone para las aeronaves y su operación la presencia de aves dentro y en las inmediaciones del aeródromo.

Resumen

En Colombia los estudios sobre la amenaza que supone para las aeronaves, la presencia de aves en los aeropuertos, son escasos y a nivel local inconstantes. La necesidad de este tipo de investigación, justifica la ejecución del presente trabajo titulado: ***ESTUDIO DE LA AMENAZA ACTUAL POR PELIGRO AVIARIO EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL MATECAÑA. PEREIRA-COLOMBIA.*** Este trabajo desarrolla un índice de amenaza relativa que es construido con información técnica y biológica que le otorga un puntaje a las especies de aves más relevantes para la seguridad de los vuelos. Adicionalmente se evaluaron tres medidas de dispersión de aves para la reducción de la presencia de las aves objetivo (calificadas con algún grado de amenaza a las operaciones aéreas): Cañón de propano, pirotecnia y cetrería.

Siendo esta última una prueba experimental desarrollada bajo el marco de esta investigación, con el objeto de ofrecer una técnica amigable con el medio ambiente y de gran efectividad.

Palabras Clave: Peligro aviario, aeropuertos, FSR, medidas de dispersión de aves, cetrería.

Tabla de Contenido

Introducción.....	15
Justificación.....	17
Planteamiento del Problema.....	19
Preguntas de Investigación.....	23
Antecedentes.....	24
Objetivos.....	27
<i>Objetivo General</i>	27
<i>Objetivos Específicos</i>	27
Marco Conceptual.....	28
Peligro Aviario.....	28
Índices de Especies Relevantes para Seguridad de la Aviación.....	29
Medidas y/o Técnicas de Dispersión de Aves.....	29
1. Marco Teórico.....	31
1.1. Amenaza por Peligro Aviario.....	31
1.2. Las Medidas y/o Técnicas de Dispersión de Aves como Mecanismos Estresores.....	32
2. Metodología.....	34
2.1. Área de Estudio (Ubicación Geoespacial).....	34
2.2. Definición de Puntos de Observación y Unidades Básicas de Análisis (Línea Base).....	35
2.2.1. <i>Puntos de conteo.</i>	35
2.2.2. <i>Formato de registro.</i>	37
2.3. Índice (Ranking) para Calcular las Especies de Aves más Relevantes para la Seguridad de los Vuelos...40	
2.4. Medidas de Control Activo de Fauna.....	43
2.4.1. <i>Dispersores Pirotécnicos.</i>	43
2.4.2. <i>Dispersores Auditivos.</i>	43
2.4.3. <i>Dispersores Naturales.</i>	44
2.5. Registros de Observación de Aves para Evaluar cada Tratamiento de Control y/o Dispersión de Fauna..47	
3. Resultados.....	48
3.1. Registros de Aves para la Línea Base: Frecuencia del Uso del Espacio.....	48
3.1.1. <i>Listado de aves registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.</i>	48
3.1.2. <i>Diferencias entre los puntos de observación.</i>	53

3.1.3. Gremios alimenticios.	60
3.2. Caracterización de la Amenaza por Peligro Aviario	63
3.2.1. Especies más relevantes para la seguridad de los vuelos e índice FSR.	63
3.2.2. Distribución espacial de la amenaza para la seguridad del vuelo en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	67
3.3. Observaciones adicionales sobre las especies de aves que generan mayor amenaza para la seguridad de los vuelos en el Aeropuerto Internacional Matecaña.	69
3.3.1. Gallinazo <i>Coragyps atratus</i>	69
3.3.2. Torcaza <i>Zenaida auriculata</i>	71
3.3.3. Cotorra Cabeciazul <i>Pionus menstruus</i>	73
3.3.4. Paloma bravía <i>Columba livia</i>	75
3.3.5. Garza bueyera <i>Bubulcus ibis</i>	75
3.3.6. Pellar andino o Alcaraván <i>Vanellus chilensis</i>	76
3.3.7. Golondrina <i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	77
3.3.8. Paloma morada <i>Patagioenas cayennensis</i> , Paloma colorada <i>Patagioenas subvinacea</i> y Tortolita rojiza <i>Columbina talpacoti</i>	79
3.4. Respuesta del Ensamblaje de Aves a las Medidas de Dispersión.	80
3.5. Registros de Aves para el Tratamiento con Cañón de Propano.	81
3.6. Registros de Aves para el Tratamiento con Pirotecnia.	83
3.7. Registros de Aves para el Tratamiento con Cetrería.	85
3.8. Resultados Adicionales.	87
3.8.1. Protocolo de vuelos de cetrería para el Aeropuerto Internacional Matecaña.	87
Conclusiones.	89
Recomendaciones	92
Referencias Bibliográficas.	93
Anexos	96

Introducción

Colombia es uno de los países más ricos en diversidad biológica del continente, en aves particularmente es la nación que ostenta cerca del 20% del total de especies de aves del planeta. Sin embargo, esta riqueza es uno de los problemas más grandes de seguridad que tienen los aeropuertos colombianos. La seguridad se ve amenazada por cuenta de las colisiones entre aeronaves y aves, pero bajo este panorama se debe aceptar que aves y aviones comparten el mismo espacio aéreo, los retos van dirigidos a buscar alternativas para reducir los impactos, que sean eficientes en términos técnicos y amigables con el ambiente y las aves.

La información del presente trabajo de investigación está organizada como se explica a continuación: en el Planteamiento del problema se muestra la relevancia de los estudios de la amenaza por peligro aviario llevados a cabo en los aeropuertos, y se aborda el panorama local del Aeropuerto internacional Matecaña. En el apartado Preguntas de investigación y Antecedentes se plantean las interrogantes a solucionar y los trabajos previos a este estudio, así como los investigadores que abordaron el tema en un universo similar. En la Justificación se ordenan los argumentos que motivaron el desarrollo del trabajo, seguido del capítulo de los Objetivos que describen las metas en concreto de la investigación.

El Marco conceptual y Teórico, se desarrollaron por medio de la construcción de un argumento base, que busca encasillar un problema que tiene bases biológicas, con una solución, asimismo biológica. En la Metodología, se describen las unidades de análisis las variables, los criterios para estudiar la amenaza y las medidas de dispersión

de aves. Por último, en los Resultados, la Discusión y las Conclusiones se muestran los hallazgos, tales como: criterios de las especies (agrupación, masa corporal y cruces de la pista aérea) y cómo éstos se convirtieron en factores determinantes para su calificación. Del mismo modo se evidencia como el uso de los predadores naturales arroja los mejores resultados en términos de exclusión de especies y reducción de frecuencias de observación.

Justificación

El incremento de choques entre aeronaves y representantes de la fauna silvestre en aeropuertos a nivel mundial ha causado un marcado interés y preocupación en distintos países por hacer disminuir los riesgos que ocasionan los animales, básicamente las aves y algunas especies de mamíferos. Esta preocupación se acrecienta por la incipiente exigencia y en algunos casos, demandas legales. Esta situación y el interés global por mejorar los estándares de seguridad aérea han determinado que por parte de la OACI se contemple la reducción del peligro aviario como norma exigida a partir del año 2003 (OACI, 20003).

La República de Colombia, como estado signatario de la OACI, está obligada a implementar las medidas y recomendaciones necesarias para impedir o evitar acciones que tiendan a generar situaciones de riesgo en el transporte aéreo. El peligro aviario es reconocido como un riesgo para la seguridad de las aeronaves y por lo tanto se deben adoptar medidas encaminadas a desalentar la presencia de aves u otro tipo de fauna peligrosa en la zona operacional de un aeródromo y sus áreas aledañas (Annicchiárico, 2008).

Por otra parte, el programa de limitación de fauna silvestre debe considerarse como un sistema parcial o subnivel del sistema general o integral de seguridad operacional de un aeródromo determinado (SIGESOA). El Documento 9774 de la OACI establece que la implementación del SIGESOA es un elemento esencial para la certificación de los operadores de aeródromos y se considera como parte integrante del Manual de Operaciones de Aeródromo (Annicchiárico, 2008).

Para cumplir con varios ítems importantes en estos documentos, recientemente se han utilizado consultores expertos (ornitólogos) para que desarrollen los trabajos sobre

peligro aviario de los aeródromos. Los informes elaborados por estos consultores especialistas son de hecho evaluaciones de riesgo basadas en la experiencia ornitológica, que terminan por dar información muy concluyente sobre las mejores técnicas y procedimientos para la gestión de la amenaza por peligro aviario en un aeródromo en particular (Allan, 2000).

En concordancia con estas normativas nacionales e internacionales, en abril 1 de 2003 se constituye el Comité Regional de Peligro Aviario del Aeropuerto Internacional Matecaña. En el numeral 4 del acta de constitución, se recomienda implementar un plan de manejo de fauna silvestre para la prevención de colisiones en las proximidades del Aeropuerto Internacional Matecaña. En el año 2004 se lleva a cabo el primer estudio de peligro aviario del Aeropuerto internacional Matecaña, en el cual se recomienda que las actividades de control que se implementen deben cumplir con las normas ambientales vigentes y reconocer el papel ecológico que cumplen las especies que son consideradas como amenazas con respecto a las actividades aeronáuticas (Bedoya y Restrepo, 2004).

Planteamiento del Problema

Desde los inicios de la aviación los impactos con aves se presentaron como un evento posible, teniendo en cuenta que aves y aviones debían compartir el mismo espacio aéreo a nivel global. Con el paso de los años las aves se convirtieron en una seria amenaza para la seguridad de los aviones y la vida de los pasajeros, a medida que los choques se hicieron más frecuentes y más graves (OACI, 1991). Al menos 122 aeronaves y 255 vidas civiles se han perdido en todo el mundo debido a impactos con fauna silvestre entre 1960 y 2004, como lo muestra la Figura 1. En este mismo período, por lo menos 333 aeronaves y 150 vidas militares se han perdido por la misma causa (Cleary & Dolbeer, 2005).

Figura 1. Accidente Aéreo en Estados Unidos.



Nota. Pasajeros evacuando el Airbus 320 de la aerolínea US Airways, después que sufriera un evento de impacto con aves y se precipitara sobre el río Hudson, el 15 de enero del 2009. Fuente: The Telegraph News (online) and <http://www1.wdr.de/themen/archiv/stichtag/stichtag8026.html>

De acuerdo a las investigaciones desarrolladas por el Comité Regional CARSAMPAF, que integra estados de Centro, Caribe y Suramérica, del cual Colombia es miembro, el desarrollo del tema ha sido ampliamente explorado en países desarrollados, donde la historia del manejo de fauna en aeropuertos cuenta ya más de 30 años de constantes desarrollos, sin embargo, en nuestros países apenas se alcanzan 10 años de experiencia en el mejor de los casos.

En Colombia, desde el año 2000 se han reportado oficialmente 204 impactos con fauna, cifra que se estima, no alcanza a ser el 5% de los choques reales ocurridos. De igual forma, se estima que la aviación militar ha sufrido en Colombia más de 140 incidentes de estas características en los últimos 15 años y la pérdida total de varios aviones de combate. Al respecto la Fuerza Aérea de Colombia (FAC) ha estimado pérdidas económicas por más 10 millones de dólares (AEROCIVIL, 2011).

Estos incidentes son revisados por la unidad administrativa especial de aeronáutica civil (AEROCIVIL) quien es la encargada de aplicar las disposiciones provenientes de la OACI (Organización Aeronáutica Civil Internacional). De esta manera la AEROCIVIL se ha encargado de organizar un sistema de recolección y manejo de información, considerada como la base necesaria para efectuar los análisis relacionados con el tema en los diferentes aeropuertos del país (Bedoya y Restrepo, 2004).

Tras este referente en el Aeropuerto Internacional Matecaña, Bedoya y Restrepo (2004) adelantaron un amplio estudio que tuvo como objeto Identificar y caracterizar las condiciones de riesgo de incidentes relacionados con fauna peligrosa para la aviación en el área de influencia del Aeropuerto internacional Matecaña. Este trabajo en el cual se recolectó información base muy importante, arrojó un total de 10 especies de aves relevantes para la seguridad del vuelo en aeropuerto, como se observa en la Tabla 1:

Tabla 1: Especies de Aves más Relevantes para la Seguridad del Vuelo.

NOMBRE CIENTÍFICO	Amenaza Relativa	Ranking
<i>Coragyps atratus</i>	100	1
<i>Hirundo rustica</i>	93	2
<i>Orochelidon flavipes</i>	92	3
<i>Bubulcus ibis</i>	91	4
<i>Columba livia</i>	91	5
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	88	6
<i>Vanellus chilensis</i>	85	7
<i>Molothrus bonariensis</i>	84	8
<i>Sicalis flaveola</i>	83	9
<i>Zenaida auriculata</i>	83	10

Sin embargo, estos valores que pueden ser usados para comparaciones históricas, no son diagnósticos para determinar la amenaza actual por peligro aviario, porque las poblaciones de aves son temporal y espacialmente dinámicas, lo que significa que las especies que representan amenaza para las operaciones aéreas, pueden fluctuar año tras año. Adicionalmente las medidas de dispersión de aves (Cañón de propano y pirotecnia) usadas en Aeropuerto Internacional Matecaña, no han sido evaluadas cuantitativamente y con relación a las especies de aves, lo que no permite tener una noción objetiva sobre su efectividad para dispersar las aves focales del ensamblaje que habita en el aeropuerto y se puede estar incurriendo en costos que pueden no estar desempeñando un papel favorable.

En resumen esta investigación responderá a dos necesidades específicas para el Aeropuerto Internacional Matecaña, la primera, determinar qué especies de aves presentes en el aeropuerto, son más relevantes para la seguridad de los vuelos,

y la segunda, conocer de qué manera responden estas especies a las medidas de dispersión en términos de frecuencia del uso del espacio. Estas aproximaciones serán de gran utilidad no sólo en el ámbito local, sino que también se convertirán en un marco de referencia importante para otros aeropuertos del país que necesitan implementar evaluaciones de avifauna y de eficiencia de técnicas de dispersión. Paralelamente se experimentará una técnica de control biológico de aves que busca dar alternativas ambientales de dispersión y cuyos resultados serán probatorios para el gremio aeronáutico nacional.

Preguntas de Investigación

¿Cuál es el estado actual de la amenaza por peligro a aviario en el Aeropuerto Internacional Matecaña de Pereira?

¿Cuál es el efecto que tiene sobre las aves objetivo, las medidas de control activo de fauna (cañón de propano y pirotecnia) usadas tradicionalmente en el Aeropuerto Internacional Matecaña?

¿Cuál es el efecto de la técnica de cetrería sobre las aves objetivo en el Aeropuerto Internacional Matecaña?

Antecedentes

Como ya se mencionó, los impactos con aves pueden ocasionar daños a las aeronaves y tienen el potencial de causar un accidente. El riesgo por peligro aviario, sin embargo, puede minimizarse mediante la aplicación de medidas adecuadas de limitación de fauna, pero estas medidas de control deben ser direccionadas con respecto al tipo de organismos y al aeropuerto en particular.

A pesar de que en Colombia el peligro aviario se viene regulando desde el año 2002, por la Asociación de la Aeronáutica Civil colombiana (Ver antecedentes legales), y aunque en los comités nacionales de peligro aviario, se ha recalcado la importancia por investigar en profundidad las características de este problema en todos los aeropuertos del país; los estudios estructurados (con índices de amenaza que permitan la comparación) sobre las especies que representan riesgo para la seguridad de los vuelos, son muy escasos. De hecho sólo tres estudios han tenido integrado este componente de manera concluyente: Bedoya y Restrepo, 2004; Amaya-Espinel y Rico, 2005; Restrepo, 2009.

Con respecto a los anteriores trabajos se debe anotar que el estudio realizado por Amaya y Rico (2005), abarca a siete aeropuertos del país, pero sus análisis de aves peligrosas sólo usan 4 variables para generar un *ranking* de amenaza relativa. Mientras que los estudios de Bedoya y Restrepo (2004:94)¹, y Restrepo, (2009:54)², usaron índices de amenaza relativa con 10 variables de interés, que incorporaron

¹ Bedoya, N. y S. Restrepo: Plan de Manejo de Fauna Silvestre Peligrosa para la Aviación en el Área de Influencia del Aeropuerto Internacional Matecaña. Fase 1.

² Restrepo, Santiago: Implementación de un Programa de Control Integral de Fauna Silvestre en el Aeropuerto Internacional El Dorado. Documento Técnico: Informe Final. Fase 1.

diversos aspectos de la ecología de las especies, así como de las posibles consecuencias que generaría un impacto con ellas. En los tres trabajos anteriores, se dejaron recomendaciones que fueron tomadas en cuenta para el planteamiento de la presente investigación:

a). Bedoya y Restrepo (2004:94), refieren que es de gran importancia hacer con regularidad los monitoreos de fauna (aves) y que las actividades de control de aves que se implementen, cumplan con las normas ambientales vigentes y reconozcan el papel ecológico que cumplen las especies que son consideradas como amenaza con respecto a las actividades aeronáuticas. Con relación a este último punto, en esta investigación se actualizó la información sobre las especies de aves más relevantes para la seguridad del vuelo en el Aeropuerto Internacional Matecaña, y se experimentó y evaluó el uso de la cetrería (uso de aves rapaces entrenadas), para la dispersión de las especies de aves, siendo esta técnica un medio de dispersión natural y muy efectivo sobre el ensamblaje de aves.

b). Amaya y Rico (2005), advierte que con el fin de establecer la efectividad y el desempeño individual de cada una de las medidas y herramientas implementadas en cada aeródromo para reducir el peligro aviar, se establezca un programa de monitoreo particular a cada una de ellas.

Teniendo en cuenta la recomendación de estos investigadores, se evaluó el desempeño de las medidas de dispersión usadas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, para la dispersión de las aves objetivo.

c). Por otro lado, la cetrería usada como método de dispersión de aves en aeropuertos, ha tenido resultados alentadores en Europa y América del Norte en su esfuerzo por reducir la presencia de aves en las áreas de operación y así disminuir la amenaza de impactos peligrosos. Su uso se reportó por primera vez en una

base aérea escocesa a finales de los años cuarenta (Wright 1963; Blokpoel, 1976), los resultados de esta experiencia fueron exitosos razón por la cual en los años setenta esta técnica estaba ampliamente difundida en aeropuertos en Estados Unidos, Canadá, Países Bajos, España y Alemania (Blokpoel,1977). En Colombia la práctica de la cetrería es totalmente desconocida por lo cual los aeropuertos nacionales no han tenido la oportunidad de evaluar su desempeño, esta investigación describe las primeras observaciones del uso de esta técnica en un aeropuerto con condiciones biológicas y especies de aves locales.

Objetivos

Objetivo General

Describir el estado actual de amenaza por peligro aviario, determinando el desempeño de las medidas de control activo, usadas en el Aeropuerto Internacional Matecaña de Pereira.

Objetivos Específicos

Determinar que especies son más relevantes para la seguridad aérea en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

Caracterizar el ensamblaje actual de aves del Aeropuerto Internacional Matecaña.

Determinar el efecto que tiene cada medida de control activo de fauna sobre el ensamblaje de aves en términos de las frecuencias del uso del espacio.

Marco Conceptual

Peligro Aviario

Se define como peligro aviario el riesgo que supone para las aeronaves y su operación, la presencia de aves silvestres u otros grupos de la fauna, dentro y en las inmediaciones de los aeropuertos (OACI, 1991). Todos los aeropuertos del mundo presentan un nivel de riesgo por peligro aviario y sólo se dan por enterados cuando estudian elementos probatorios, tales como:

- a. Observación visual directa de impactos entre aves y aeronaves.
- b. Registros de los instrumentos de la aeronave.
- c. Presencia de rasgaduras, manchas de sangre, abolladuras de las partes estructurales de la aeronave,
- d. Colecta de animales heridos o muertos sobre o cerca de la pista de los aeródromos, sus áreas circunvecinas y/o en rutas de navegación.

Usando las pruebas y estudios especializados en fauna, los explotadores aeroportuarios pueden tomar importantes decisiones de intervención y manejo de especies focales, bajo la perspectiva de la amenaza que estos grupos de fauna representan y de la vulnerabilidad del sistema aeronáutico a este tipo de colisiones e incidentes (Godínez y Bustos, 2006).

Índices de Especies Relevantes para Seguridad de la Aviación

Para determinar si una especie de ave representa mayor amenaza que otra, se han diseñado modelos e índices de especies relevantes para la seguridad del vuelo. El propósito de estas herramientas es permitir que los operadores de los aeropuertos cuenten con una clasificación de las especies peligrosas para las operaciones y de esta manera, poder enfocar de forma eficiente sus programas de limitación, control y/o dispersión de fauna.

Estas valoraciones han sido justificadas, en que no hay dos aeropuertos exactamente iguales en relación a las especies que generan amenaza para seguridad del vuelo. Esto es porque cada aeropuerto es atractivo a las aves por una variedad de razones diferentes, y éstas varían según las especies involucradas, la latitud y la época del año (Davis & Harris, 1998).

En este documento se hará referencia al índice FSR (Flight Safety Relevance, por sus siglas en inglés), el cual será calculado para cada especie después de hacer el estudio de especies relevantes para la seguridad del vuelo. El valor FSR ubica las especies en un gradiente de importancia.

Medidas y/o Técnicas de Dispersión de Aves

Al reconocer que las colisiones entre aves y aviones, son situaciones que amenazan la seguridad de los vuelos, se ha producido un serio interés en las técnicas y productos que pueden controlar este riesgo. Durante los últimos 30-40 años, muchas técnicas y tipos de equipos se han utilizado o propuesto para su uso en el control de aves en los aeropuertos y otros lugares. No existe experiencia de primera mano referente a los equipos y técnicas de dispersión, de hecho la mayoría son referencias inéditas y las citas interesantes no se encuentran disponibles para otros investigadores interesados.

En resumen, podría anotarse que gran parte del material que se publica sobre las técnicas de control de aves se encuentra disperso y es difícil de localizar (Davis & Harris. 1998). En este sentido, los cañones de gas propano, la pirotecnia y la cetrería, que serán abordados en este documento en repetidas ocasiones son ejemplos de medidas y/o técnicas de dispersión, control y/o limitación de fauna objetivo.

1. Marco Teórico

1.1. Amenaza por Peligro Aviario

La amenaza está definida como el peligro latente asociado a evento de origen natural, antrópico, tecnológico o biológico (salud) que pueden manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y/o en el medio ambiente. Técnicamente se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta magnitud, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado (Estacio, 2002).

La amenaza por peligro aviario en el Aeropuerto Internacional Matecaña, según Bedoya y Restrepo (2004), está dada por la presencia de avifauna en las inmediaciones del mismo, que podría resultar en impactos con las aeronaves, situación que a su vez puede desembocar no sólo en pérdidas económicas, sino en pérdidas de vidas humanas, y por esta vía, en impactos definitivamente negativos en el desarrollo de este terminal aéreo. Esta situación puede entenderse entonces como un fenómeno de origen natural, en tanto es normal la presencia de avifauna en zonas en donde existe una variada oferta de recursos naturales. Los mismos autores resaltan que a pesar de que sea un comportamiento natural, el hecho de que las aves hagan presencia en las áreas de operación del aeropuerto internacional Matecaña, abundantes agrupaciones de individuos de gallinazos y garzas son más allá de un comportamiento natural un reflejo de malos manejos ambientales en la región.

Para la presente investigación se aceptan las apreciaciones de Bedoya y Restrepo (2004), sobre las cuales se basa el análisis en relación a que la ocupación del espacio por

parte las aves, aumenta la probabilidad de ocurrencia de un evento de colisión con una aeronave. A su vez, que para su control ambiental y objetivo, deben ser diferenciadas en términos de amenaza relativa las especies de aves presentes en este terminal aéreo.

1.2. Las Medidas y/o Técnicas de Dispersión de Aves como Mecanismos Estresores

El uso de la cetrería, los cañones de propano y la pirotecnia, son las medidas de control y/o dispersión de aves, que se evaluaron en este documento, pero deben entenderse como elementos estresores sobre el ensamblaje de aves. Cada incidente de presión directa sobre las especies, tiene algún efecto sobre el desarrollo, la vida y las actividades de estas. El estrés que genera la presión directa es una respuesta acumulativa, resultado de la interacción entre el animal y el objeto de estrés, a través de receptores.

La respuesta de un individuo a una presión directa, está dirigida a hacer frente a un cambio ambiental, y el repertorio comportamental puede ser dependiente de la interacción estresante entre el animal y el ambiente (medio de presión directa). Esto se debe a que los animales procesan de manera diferente los medios de estrés y estos medios para la presente investigación se agruparon en dos tipos: estresores somáticos y estresores psicológicos. Para esto se estudiaron las investigaciones sobre estrés adelantadas por Murray (1986).

Como medios de estrés somático, se incluyeron el cañón de propano y la pirotecnia, porque estos elementos funcionan básicamente estimulando los receptores sonoros y visuales de los animales, al generar un cambio en el ambiente con un sonido estridente inesperado. La respuesta somática de las aves, ante estas medidas de dispersión de características sorprendidas, es procesada a través del sistema nervioso simpático, el cual desencadena una reacción de alarma de tipo motor, ejemplo: volar fuera del área de impacto sonoro.

Como medio de estrés psicológico, se encuentra el uso de la cetrería, y ante este tratamiento, las especies responden de manera motora al igual que con los estresores somáticos, el sistema nervioso simpático aumenta la fuerza y la capacidad de respuesta de las aves, pero adicionalmente su respuesta motora es una función cognitiva consciente y voluntaria, procesada por el sistema nervioso central, es decir que las aves se dispersan del área en reacción de alarma, pero estimuladas también por una configuración *natural*, debido a que la experiencia y los instintos de las aves objetivo, les permiten identificar los encuentros con aves rapaces de alta letalidad.

Las diferencias entre un estresor somático o psicológico, radican en que son fenómenos adaptativos, por lo que los individuos pueden hacer frente al objeto de estrés, superándolo al habituarse al estresor o contrariamente, no tolerarlo. De este modo, entender como percibían las aves las medidas de dispersión, fue un punto fundamental para comprender y analizar los resultados de esta parte de la investigación.

2. Metodología

2.1. Área de Estudio (Ubicación Geoespacial)

El Aeropuerto Internacional Matecaña de Pereira, Risaralda (Figura 2), se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas: 04° 48' 45.63" N 75° 44' 22.27" W., a 1342 msnm, de la República de Colombia.

Figura 2. Aeropuerto Internacional Matecaña.



Nota. Fuente: Google Maps: goo.gl/mgqvDP

Cabe aclarar, que esta investigación fue llevada a cabo en las zonas de seguridad, pistas, calles de rodaje, hangares, puentes aéreos, red de setos, áreas de manejo especial e inmediaciones, del aeropuerto.

2.2. Definición de Puntos de Observación y Unidades Básicas de Análisis (Línea Base)

2.2.1. Puntos de conteo.

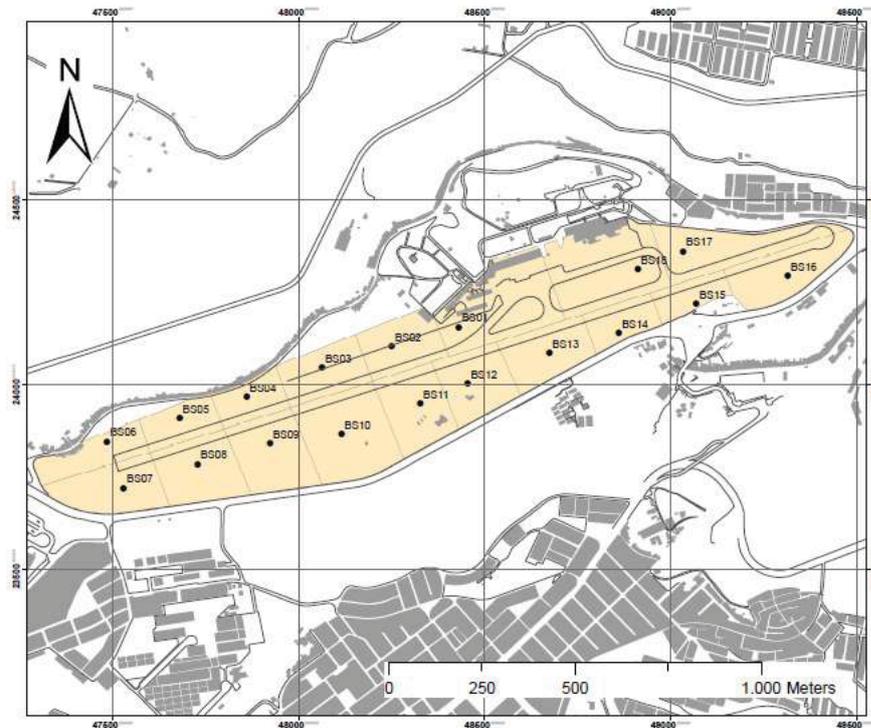
Para detallar el ensamblaje de aves y especificar las diferentes especies que están haciendo uso de las áreas de operación del Aeropuerto Internacional Matecaña, se efectuaron observaciones en 18 puntos georeferenciados, como se muestra en la Tabla 2, que fueron dispuestos en las áreas de seguridad entre las pistas y calles de rodaje del aeropuerto, la separación entre puntos fue de 200 metros, tal y como se enseña en la Figura 3, la cual es una ampliación del Mapa 1, que se encuentra como Mapa Polígonos y Puntos de Observación (Ver **Anexo F**).

Cada uno de los 18 puntos fue monitoreado por un (1) observador, dos (2) veces por semana por un espacio de diez (10) minutos, durante dieciocho (18) semanas. Usando la técnica de conteo por puntos con radio fijo de 100 metros (modificando los 50 metros propuestos por el autor del método de conteo), siguiendo los lineamientos de Ralph et als (1996).

Tabla 2. Georeferencias de los puntos de conteo ubicados en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

Punto	Coordenadas Geográficas	
BS01	N 4.81332	O 75.739892
BS02	N 4.812843	O 75.741489
BS03	N 4.812334	O 75.743150
BS04	N 4.811841	O 75.744895
BS05	N 4.811625	O 75.744926
BS06	N 4.8113	O 75.746588
BS07	N 4.81106	O 75.746503
BS08	N 4.810647	O 75.748233
BS09	N 4.81055	O 75.748249
BS10	N 4.809141	O 75.747582
BS11	N 4.809348	O 75.747739
BS12	N 4.809666	O 75.745921
BS13	N 4.809927	O 75.745969
BS14	N 4.810159	O 75.744212
BS15	N 4.810485	O 75.744279
BS16	N 4.8107	O 75.742551
BS17	N 4.811289	O 75.740842
BS18	N 4.811782	O 75.739165

Figura 3. Distribución espacial de los puntos de conteo de aves en el Aeropuerto Internacional Matecaña.



2.2.2. Formato de registro.

Para la toma de datos se diligenciaron formatos de acopio de información que se proporcionan en el documento del **Anexo J**, y como se observa en la Figura 4. En este tipo de formato se almacenó la siguiente información:

1. Fecha y hora: Estas casillas eran almacenadas con la información referente al día del muestreo y la hora de inicio de observación en cada punto.
2. Punto: Se refiere al código del punto de observación, en este trabajo cada uno de los 18 puntos fue designado con las dos iniciales correspondientes de la palabra “Bird Strike” que es la designación inglesa de peligro aviario. Por lo que el punto 1,

se codificaba BS01, esta designación facilitaba su trabajo en los sistemas de información geográfica.

3. Especie: En esta casilla se almacenaba el género y la especie que eran registrados.
4. Tiempo atmosférico: Este ítem describe las condiciones climáticas en las que se encontraba el aeropuerto en el tiempo exacto del registro. El tiempo atmosférico se categorizo de manera cualitativamente por el observador, de la siguiente manera: despejado, lluvia baja, lluvia media, lluvia alta, nublado, parcialmente nublado, parcialmente nublado con sol y soleado.
5. Número de individuos: Número total de individuos de la especie registrada.
6. Actividad: Conjunto de acciones llevadas a cabo por los individuos registrados. Por ejemplo: vuelo, perchado, búsqueda de alimento, vocalización, cacería, vuelo soar.
7. Distancia al eje de la pista: Distancia en metros que existe desde la posición del individuo registrado, hasta el eje de la pista principal de aterrizaje y despegue de aeronaves. Cuando el ave cruza la pista esta distancia se registra como cero (0).
8. Cruces de pista: Existencia de cruces de pista por parte de las aves registradas, a la existencia de un cruce se le otorga el número uno (1) y si en el registro no se evidencia el cruce de la pista se designa la negativa con el número cero (0)
9. Rumbo cruces de pista: Se refiere al rumbo con el cual el ave registrada cruzo la pista. Por ejemplo un ave que cruza en sentido Norte - Sur, fue registrada con el azimut exacto de la brújula, es decir cero - ciento ochenta (0-180).

10. Altura de vuelo: Altura de vuelo de las aves, esta fue determinada tentativamente usando la altura media y máxima de la torre de control como referencia, 10 y 20 metros respectivamente.

11. Observaciones: Aquí se almaceno información aleatoria para resultados u observaciones adicionales sobre el comportamiento de las aves.

Figura 4. Observador diligenciando formato de registros para línea base.



Los anteriores ítems fueron la guía para los registros de referencia o de línea base del ensamblaje de aves (sin el uso de ninguna medida de dispersión). Al depurar los registros y dejar sólo aquellos que fueron completados en su totalidad, ya que los que

por alguna razón (climática u operacional) quedaron inconclusos, se eliminaban del análisis. La línea base de referencia final entregó, 18 días intensivos de observación, donde cada punto de conteo (18 puntos) fue visitado en una vez para cada una de las horas.

2.3. Índice (Ranking) para Calcular las Especies de Aves más Relevantes para la Seguridad de los Vuelos

Los estudios realizados por los expertos (Biólogos y/o afines) para evaluar las especies relevantes para la seguridad de los vuelos, no siempre son fáciles de entender por las personas no expertas que deben tomar las directrices en las administraciones aeroportuarias. En este punto, se analizaron los criterios biológicos obtenidos en los registros de línea base, con un índice que usa matemáticas comprensibles, contribuyendo así a una mejor aceptación de los resultados por todas las personas encargadas de la administración aeroportuaria (Morgenroth, 2003).

El índice adaptado a las condiciones locales del Aeropuerto Internacional Matecaña fue diseñado por el Dr. Christoph Morgenroth (2003), y evaluado inicialmente para el aeropuerto de Frankfurt Alemania. Este índice otorga puntajes que califican el nivel de amenaza de las especies de aves, en relación a varios criterios de tipo biológico y técnico, que determinan su amenaza relativa, como se verifica en la Tabla 3.

Tabla 3: Criterios para solucionar el Algoritmo de Morgenroth.

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
Masa corporal (m)	Este es uno de los criterios más importantes que determinan el daño que un impacto con aves puede generar. Puesto que existe una relación directamente proporcional entre la masa de las aves y la magnitud del impacto al generarse una colisión. Para hallar estos valores por especie, se promediaron las masas de machos y hembras por especie según el CRC Handbook of Avian Body Masses (Dunning, 2008)
Tendencia a agruparse (SB)	La probabilidad de que una especie sea impactada por una aeronave, aumenta si esta tiende a agruparse, como en el caso de las golondrinas, los gallinazos o las garzas buayeras. Para establecer si una especie se agrupa fue de vital importancia los registros de números de individuos obtenidos de los registros de line base.
Tamaño de grupo (SG)	El tamaño promedio del grupo es otra característica importante, debido a que aquellas especies de aves que se agrupan en grandes números, presentan mayor probabilidad de impactar con aeronaves, que aquellas que a pesar de agruparse no superan unos cuantos individuos.
Estatus (S)	Este criterio describe que las aves jóvenes y en mayor grado las migratorias, están mayormente representadas en los impactos con aeronaves, que las aves adultas y las residentes respectivamente. Para esta investigación se le dio mayor puntaje a las aves residentes, que se observaron en estadios juveniles.

Presencia/fenología (A)	Un ave que permanece más tiempo en el aeropuerto, presenta mayor amenaza para las operaciones, que una especie que se registre esporádicamente. Factores como la migración pueden ser determinantes en este criterio, pero debido a que los muestreos en este estudio se llevaron a cabo en época de migración, algunas aves migratorias ostentaran valores altos, porque fueron registradas diariamente (para una mejor comprensión ver Recomendaciones)
Especies registrada en eventos de impacto (VS)	Según Morgenroth, es indispensable incluir en el algoritmo, las especies que se han visto involucradas en colisiones anteriores en el aeropuerto. Para este criterio se tomaron en cuenta las estadísticas de impactos del Aeropuerto Internacional Matecaña en un periodo comprendido entre junio del 2006 y octubre del 2011.
Preferencia de hábitat (BB)	Criterio que determina la preferencia de una especie por el territorio (hábitat) del aeropuerto, el autor explica que esta preferencia puede estar asociada a la búsqueda de alimento, resguardo o apareamiento.
Sobrevuelos en los alrededores (UÜ)	Las especies que al volar entre sus áreas de descanso y sus lugares de alimentación cruzan de manera peligrosa el aeropuerto, representan una amenaza importante. Este criterio califica las aves que presentan estas características.
Ocurrencia dentro del aeropuerto (n)	Según Restrepo (2009), se trabaja bajo el supuesto de que una especie más abundante tiene más probabilidades de ser impactada. Se utilizó información de abundancia relativa de cada especie.
Tiempo de permanencia en el aire (VDL)	Las aves son una amenaza para la seguridad del vuelo, mientras se encuentren en el aire, la probabilidad de impacto aumenta si un ave naturalmente es más voladora que otra.

El índice **FSI**, que se halla implementando la Figura 5. Ecuación 1, y es el compendio de los criterios descritos anteriormente.

Figura 5. Ecuación 1: Algoritmo usado para calificar las especies de aves más relevantes para la seguridad de los vuelos (Morgenroth 2003)

$$FSI = \left[2(UU - 1) + \left(\frac{(BB - 1) * VDL^2 * S}{25} \right) \right] * m^2 * (SB + SG) * \frac{A}{5} * n * VS$$

2.4. Medidas de Control Activo de Fauna

2.4.1. Dispersores Pirotécnicos.

Este método describe una gran variedad de proyectiles, que pueden ser disparados con escopetas o pistolas especiales para provocar una explosión altamente ruidosa, así como humo y una luz brillante que atemorice a las aves. En el aeropuerto Internacional Matecaña, se usan voladores convencionales de humo blanco (Figura 7). El procedimiento se llevo a cabo, activando 12 cargas lanzadas en tripletas cada 2 minutos, para un total 10 minutos On. Esta medida fue usada desde el 23 de febrero hasta el 16 de marzo del 2011.

2.4.2. Dispersores Auditivos.

La disuasión auditiva comprende sonidos artificiales: En este tratamiento se uso un Cañón de Gas Propano propiedad del Aeropuerto Internacional Matecaña, como se muestra en la Figura 8. Este método funcionó diariamente en las áreas de uso (puntos de conteo) del aeropuerto, en dos rondas de 2 disparos-ON (4 cartuchos) y 5 minutos-OFF. Entre el 24 de marzo hasta el 13 abril del 2011.

2.4.3. Dispersores Naturales.

Para su evaluación como una técnica de dispersión en el Aeropuerto Internacional Matecaña, se usó un Gavilán de Harris (*Parabuteo unicinctus*), del Centro de Rehabilitación de Aves Rapaces San Isidro (CRARSI). Este gavilán fue entrenado en cetrería en un proceso que demoró un mes, comenzando desde el 18 de diciembre del 2010, hasta el 20 de enero del 2011. El proceso de entrenamiento de la rapaz presentó dos momentos, uno fuera del aeropuerto y otro dentro del aeropuerto. El primer momento fuera del aeropuerto tuvo tres etapas principales, como se evidencia en la Figura 6.

1. Acercamiento progresivo entre el gavilán y el hombre (Cetrero), el objetivo es que el ave por medio de premios (Carne), acepte la cercanía y la manipulación.
2. Saltos cortos del gavilán, desde un posadero hasta la mano enguantada del hombre (Cetrero).
3. Vuelos libres del gavilán, el cual atiende los llamados con un silbato y llega volando a la mano enguantada del cetrero.

Figura 6. Fase de acercamiento entre el cetrero y el gavilán de Harris.



Los tres pasos anteriores describen la línea básica del entrenamiento de un ave rapaz en cetrería, pero el ambiente aeroportuario representaba para el ave condiciones visuales y sonoras altamente impactantes. Por lo cual el segundo momento del entrenamiento se basó en socializarlo con el medio aeroportuario, diariamente por espacio de una semana se placeo sin volar (sólo posado en el puño del cetrero) por la pista de aterrizaje del aeropuerto, en estos placeos el gavilán experimento muchos momentos de despegue y aterrizaje de aviones, vehículos con luces y sirenas, perros, humanos extraños (diferentes al cetrero) y demás; posterior adaptación y socialización en el nuevo ambiente, se inicio el 22 de abril del 2011 el tratamiento de tres semanas de vuelos de dispersión de aves (Su uso fue desde el 22 de abril hasta el 11 de mayo del 2011).

Figura 7. Bombero aeronáutico del grupo SEI, ubicando dispositivo pirotécnico.



Nota. Foto tomada por Santiago Restrepo Calle.

Figura 8. Cañón de propano armado en el Aeropuerto Internacional Matecaña.



Nota. Foto tomada por Santiago Restrepo Calle.

Figura 9. Gavilán de Harris *Parabuteo unicinctus* y Cetrero, en actividad de dispersión de aves



Nota. Foto tomada por Santiago Restrepo Calle.

2.5. Registros de Observación de Aves para Evaluar cada Tratamiento de Control y/o Dispersión de Fauna

Para evaluar el desempeño de cada una de las medidas de dispersión de aves, se realizaron tres días completos de registro de aves, uno (1) cada siete (7) días durante las tres (3) semanas que duro cada tratamiento. El método de toma de datos fue el mismo usado para los registros de línea base, como se ve en la Figura 10. Los días en los que se efectuaron las observaciones no se adelantaban actividades de dispersión por lo que los resultados eran aun mas concluyentes.

Figura 10. Registros de aves para la evaluación de las medidas de dispersión.



Nota. Foto tomada por Mario Andrés Jaramillo (SEI).

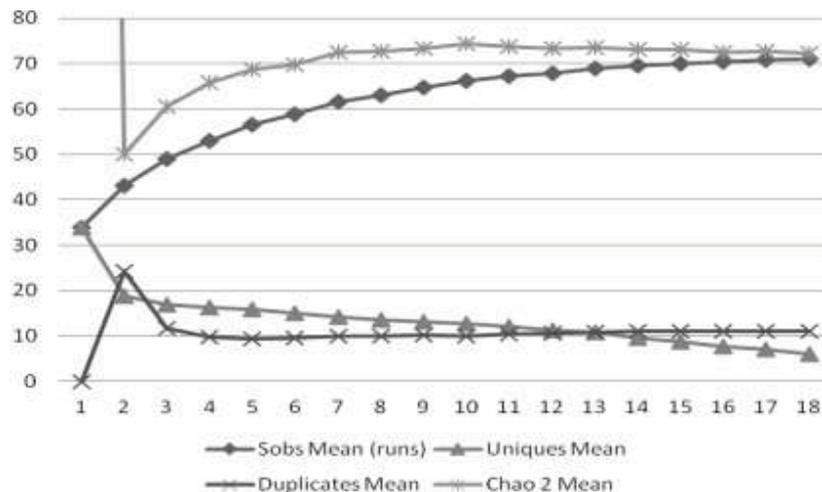
3. Resultados

3.1. Registros de Aves para la Línea Base: Frecuencia del Uso del Espacio

3.1.1. Listado de aves registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

Los registros de línea base de aves se realizaron con un esfuerzo de muestreo de 155.52 horas/observador, durante 18 días completos de muestreo, en este tiempo no se *utilizó* ninguna medida de control activo de aves. Usando el software Estimate Versión 7.5.1 y a su vez, el estimador Chao 2, se estableció un esfuerzo de muestreo satisfactorio de 70 especies de aves, como se ve en la Figura 11., lo cual es cercano al 100% de la totalidad de las especies, que proyectaba el estimador para el Aeropuerto Internacional Matecaña.

Figura 11. Curva de acumulación de especies de aves observadas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, en 18 días completos de muestreo.



Durante el periodo de registros de aves para la línea base, se obtuvo un total de 15.570 individuos de aves pertenecientes a 70 especies distribuidas en 26 familias, como se observa en la Tabla 4. (Ver **Anexo A**).

Tabla 4. Listado de aves registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTADO
PHALACROCORACIDAE	Cormorán Neotropical	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	
ARDEIDAE	Garcita Bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	
ARDEIDAE	Garza Patiamarilla	<i>Egretta thula</i>	
THRESKIORNITHIDAE	Coquito	<i>Phimosus infuscatus</i>	
CATHARTIDAE	Guala Cabecirroja	<i>Cathartes aura</i>	
CATHARTIDAE	Gallinazo Negro	<i>Coragyps atratus</i>	
PANDIONIDAE	Águila Pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	Mb
ACCIPITRIDAE	Gavilán Maromero	<i>Elanus leucurus</i>	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Caminero	<i>Buteo magnirostris</i>	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Rabicorto	<i>Buteo brachyurus</i>	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Coliblanco	<i>Buteo albicaudatus</i>	
FALCONIDAE	Caracara Moñudo	<i>Caracara cheriway</i>	
FALCONIDAE	Pigua	<i>Milvago chimachima</i>	
FALCONIDAE	Cernícalo Americano	<i>Falco sparverius</i>	
FALCONIDAE	Halcón Plomizo	<i>Falco femoralis</i>	
FALCONIDAE	Halcón Peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Mb
CHARADRIIDAE	Pellar Teru-teru	<i>Vanellus chilensis</i>	
SCOLOPACIDAE	Correlimos Sabanero	<i>Bartramia longicauda</i>	Mb

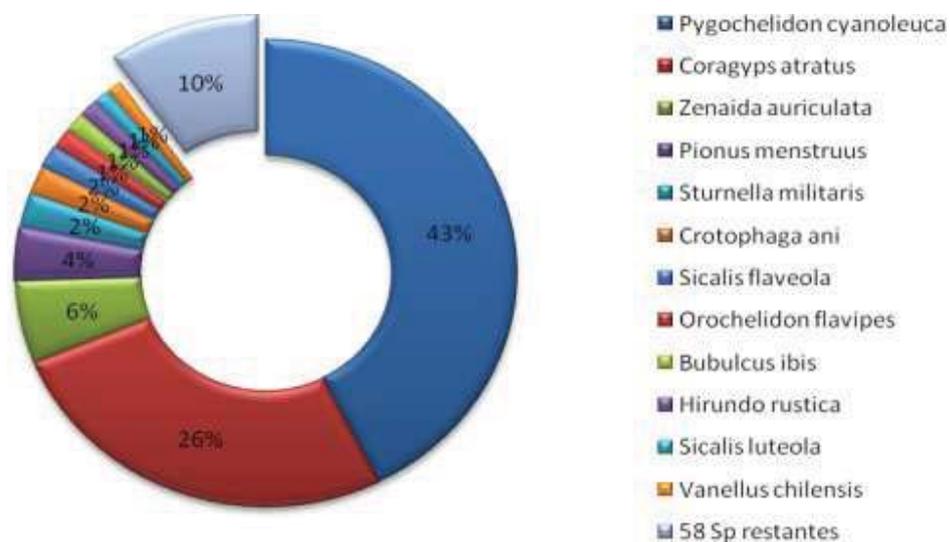
COLUMBIDAE	Tortolita Rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>	
COLUMBIDAE	Paloma Doméstica	<i>Columba livia</i>	int
COLUMBIDAE	Paloma Morada	<i>Patagioenas cayennensis</i>	
COLUMBIDAE	Paloma Colorada	<i>Patagioenas subvinacea</i>	
COLUMBIDAE	Torcaza Nagüiblanca	<i>Zenaida auriculata</i>	
PSITTACIDAE	Perico Frentirrojo	<i>Aratinga wagleri</i>	
PSITTACIDAE	Perico Carisucio	<i>Aratinga pertinax</i>	
PSITTACIDAE	Periquito de Anteojos	<i>Forpus conspicillatus</i>	
PSITTACIDAE	Periquito Bronceado	<i>Brotogeris jugularis</i>	
PSITTACIDAE	Cotorra Cabeciazul	<i>Pionus menstruus</i>	
CUCULIDAE	Garrapatero Piquiliso	<i>Crotophaga ani</i>	
APODIDAE	Vencejo Barbiblanco	<i>Cypseloides cryptus</i>	
APODIDAE	Vencejo Cuellirrojo	<i>Streptoprocne rutila</i>	
APODIDAE	Vencejo Collarejo	<i>Streptoprocne zonaris</i>	
APODIDAE	Vencejo Pierniblanco	<i>Aeronautes montivagus</i>	
TROCHILIDAE	Amazilia Colirrufa	<i>Amazilia tzacatl</i>	
PICIDAE	Carpintero de Robledales	<i>Melanerpes formicivorus</i>	
PICIDAE	Carpintero Habado	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	
FURNARIIDAE	Chamicero Pálido	<i>Synallaxis albescens</i>	
TYRANNIDAE	Elenia Copetona	<i>Elaenia flavogaster</i>	
TYRANNIDAE	Espatulilla Común	<i>Todirostrum cinereum</i>	
TYRANNIDAE	Titiribí Pechirrojo	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	
TYRANNIDAE	Sirirí Bueyero	<i>Machetornis rixosa</i>	
TYRANNIDAE	Suelda Crestinegra	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	
TYRANNIDAE	Bichofué	<i>Pitangus sulphuratus</i>	
TYRANNIDAE	Sirirí Común	<i>Tyrannus melancholicus</i>	
TYRANNIDAE	Sirirí Tijeretón	<i>Tyrannus savana</i>	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Blanquiazul	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Paramuna	<i>Orochelidon flavipes</i>	

HIRUNDINIDAE	Golondrina Tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	Mb
TROGLODYTIDAE	Cucarachero Común	<i>Troglodytes aedon</i>	
TURDIDAE	Mayo Embarrador	<i>Turdus ignobilis</i>	
THRAUPIDAE	Azulejo Común	<i>Thraupis episcopus</i>	
THRAUPIDAE	Azulejo Palmero	<i>Thraupis palmarum</i>	
THRAUPIDAE	Tangará Cabecirrufa	<i>Tangara gyrola</i>	
THRAUPIDAE	Saltador Pío-judío	<i>Saltator striatipectus</i>	
THRAUPIDAE	Semillero Cariamarillo	<i>Tiaris olivaceus</i>	
EMBERIZIDAE	Sabanero Grillo	<i>Ammodramus savannarum</i>	
EMBERIZIDAE	Canario Coronado	<i>Sicalis flaveola</i>	
EMBERIZIDAE	Canario Sabanero	<i>Sicalis luteola</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Saltarín	<i>Volatinia jacarina</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Pizarra	<i>Sporophila schistacea</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Capuchino	<i>Sporophila nigricollis</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Ladrillo	<i>Sporophila minuta</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Buchicastaño	<i>Sporophila castaneiventris</i>	
EMBERIZIDAE	Arrocero Renegrido	<i>Oryzoborus crassirostris</i>	
CARDINALIDAE	Picogordo Degollado	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Mb
PARULIDAE	Reinita Tropical	<i>Parula pitiayumi</i>	
ICTERIDAE	Chamón Común	<i>Molothrus bonariensis</i>	
ICTERIDAE	Soldadito	<i>Sturnella militaris</i>	
FRINGILLIDAE	Jilguero Aliblanco	<i>Carduelis psaltria</i>	
FRINGILLIDAE	Eufonia Gorgiamarilla	<i>Euphonia lanirostris</i>	

Las especies con mayor número de individuos registrados fueron la golondrina *P. cyanoleuca* con una abundancia relativa del 42.54% y *C. atratus* con el 26.21%, otras especies como *V. chilensis*, *C. talpacoti*, *B. ibis*, *P. menstruus* y *Z. auriculata*,

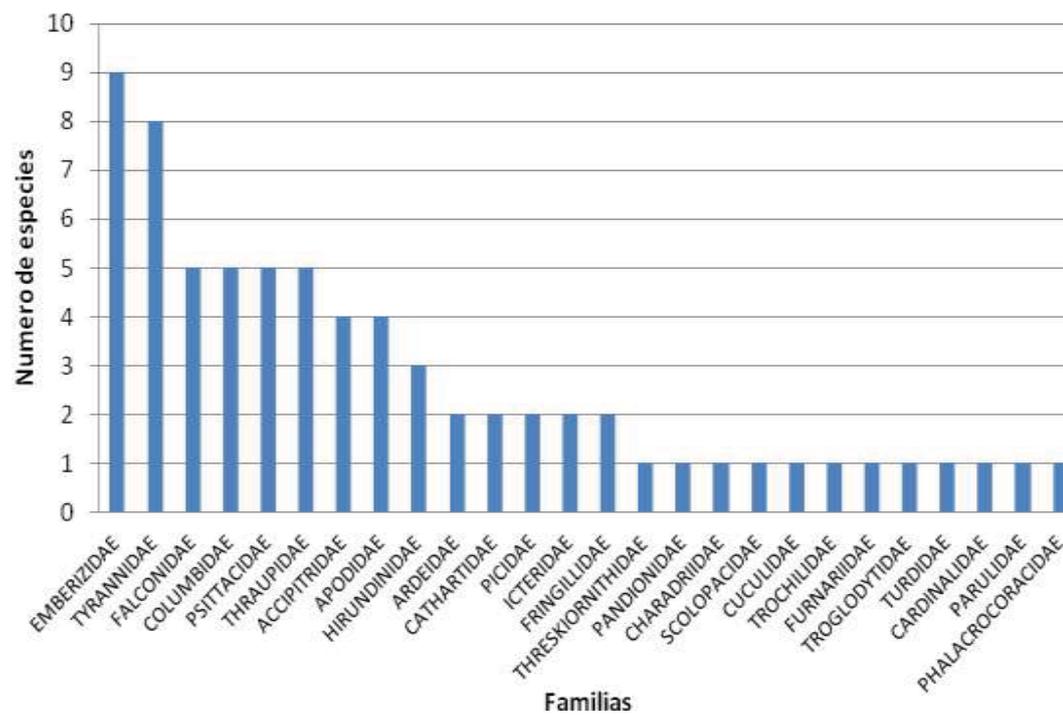
presentaron valores de abundancia relativa entre 0.89% y 5.84%. Por otro lado, 26 especies fueron de poco comunes a escasas, puesto que de ellas se registraron menos de 10 individuos en el periodo de observación (Figura 12).

Figura 12. Especies de aves con mayor abundancia relativa en el Aeropuerto Internacional Matecaña.



Las Familias mejor representadas en el monitoreo de línea base fueron Emberizidae con 9 especies, Tyrannidae con 8 especies; Falconidae, Columbidae, Psittacidae y Thraupidae, con 5 especies y las familias restantes presentaron menos de 5 especies cada una, como se evidencia en la Figura 13. En este caso las familias de aves denotan gran generalísimo dentro del ensamblaje, y que los semilleros (familia Emberizidae), se encuentren bien diversificados en el ambiente aeroportuario, es debido a que el pastizal rico en granos y semillas ocupa más del 90% del área interna del aeropuerto.

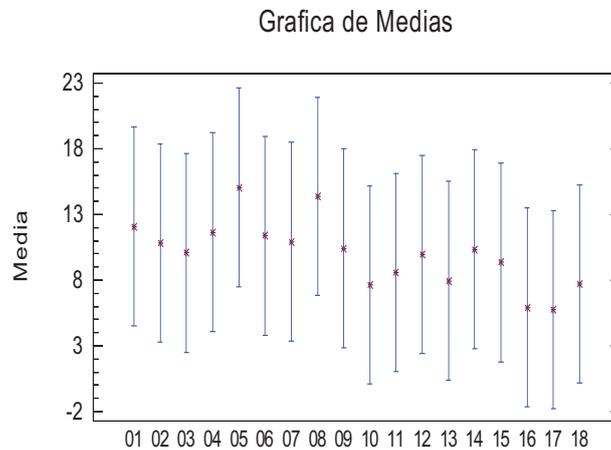
Figura 13. Familias de aves con mayor número de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.



3.1.2. Diferencias entre los puntos de observación.

Para determinar si alguno de los 18 puntos de observación presentaba diferencias significativas en términos de los registros de aves, se realizó un análisis de las medias de los registros de los puntos. Este análisis también muestra el intervalo que incluye cada media. Esta herramienta trabaja bajo el supuesto de que cualquier par de intervalos que no se superpongan verticalmente corresponde a un par de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa. Para los registros elaborados en esta investigación, la totalidad de los intervalos se solaparon con relevancias, por lo cual los 18 puntos de conteo no presentan diferencias estadísticamente significativas, en relación a los registros de aves detectados en cada uno de ellos, tal como se ve en la Figura 14:

Figura 14. Analisis de las Medias de los registros de aves por punto de muestreo



Nota. Procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Se construyen de tal manera que si dos medias son iguales, sus intervalos se solaparán 95.0% de las veces.

Con el objeto de incluir un análisis que describiera las diferencias de los registros pero al interior de los grupos (puntos de conteo) y comparar nuevamente entre grupos; un análisis de varianza (ver Tabla 5), entre las medias de los registros arrojó que el F-ratio, que en este caso es igual a 0.212534, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 18 puntos con una confiabilidad del 95.0%.

Tabla 5: ANOVA

Fuente	Sumas de	de	Gl	Cuadrado	Medio	P-Valor
	cuadrado.				cociente-F	
Entre Puntos	7527		17	442.787	0.21	0.9997
Intra punto	2.58755 $\times 10^6$		1242	2083.37		
Total	2.59507 $\times 10^6$		1259			

Nota. Esta tabla muestra cómo se descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo.

Si bien desde una perspectiva estadística los 18 puntos no presentaron diferencias apreciables, su ubicación espacial presentó agrupamientos de los registros en algunos de los puntos de observación y sus polígonos correspondientes. Este agrupamiento ubica la mayor cantidad de registros de aves hacia la mitad oeste del aeropuerto (puntos de color naranja y rojo, en la Figura 17) y Oeste (Figura 15) del aeropuerto. Los puntos de observación con menor cantidad de registros son el punto BS16 y BS17 (polígonos de color más claro en la Figura 16: BS03, BS04, BS05, BS08 y BS11), esta distribución de los registros puede ser explicada por la diferencia notable de cobertura boscosa entre la mitad Este, donde se observa que el área de influencia de estos puntos se encuentra muy cerca de una vía con alto flujo vehicular y de peatones, estas actividades y la falta de perchas en el área, hacen que estos puntos entreguen los números más bajos de registro de aves (Figura 16).

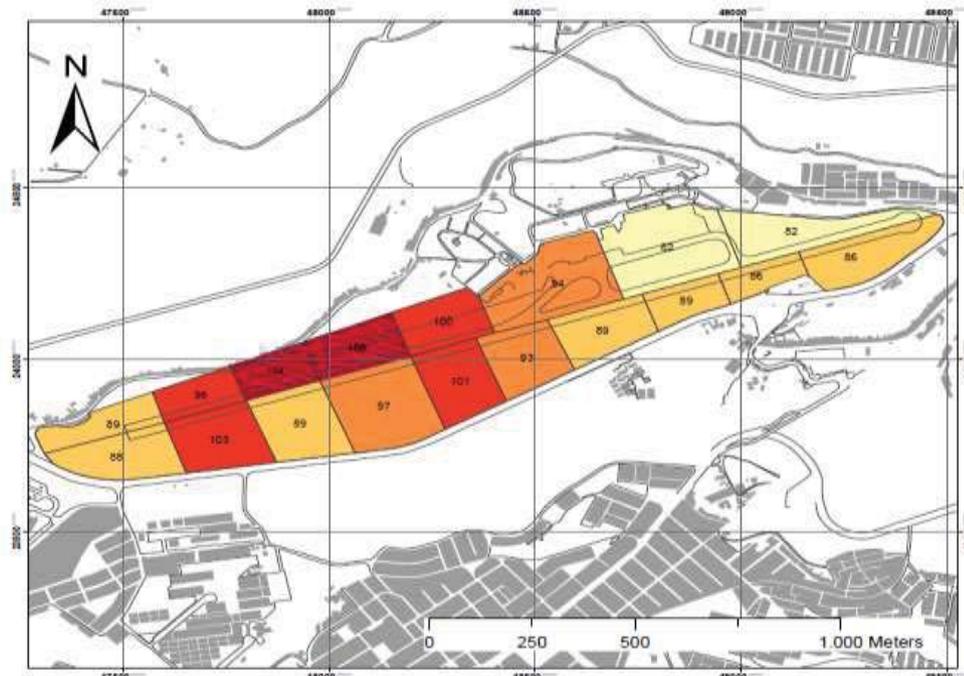
Figura 15. Bosques ubicados en el área Oeste del Aeropuerto Internacional Matecaña.



Figura 16. Pastizales típicos de la mitad Este del Aeropuerto Internacional Matecaña.



Figura 17. Distribución de los registros de aves de línea base, por polígonos de observación (puntos de conteo).



Especies como *P. menstruus* y *C. atratus*, incidían bastante en el área oeste del aeropuerto, la primera principalmente realizaba vuelos diarios en horas de la mañana y al final de la tarde, y la segunda era un registro común y abundante en estos puntos, debido al cañón de la cuenca del río Otún al noroeste del aeropuerto, donde se congregaban grupos de hasta 200 individuos de gallinazos, ascendiendo en corrientes térmicas.

Algunas especies de aves de aves como *P. cyanoleuca*, *V. chilensis* y *S. flaveola*, se registraron diariamente en puntos de conteo específicos y fue evidente que el hábitat aeroportuario ofrece a estas y otras especies, condiciones óptimas de resguardo y alimentación, favoreciendo así su proliferación dentro de las áreas de movimiento de las aeronaves, como lo se ve en las figuras 18, 19, 20 y 21.

La distribución de los registros permite identificar de manera prematura áreas donde la condición de peligro por impactos con aves puede ser más probable, si los polígonos con mayores registros son los mismos con las especies más relevantes para la seguridad, tendremos áreas de especial seguimiento y control.

Figura 18. Nido de *P. cyanoleuca*, construido dentro de una aeronave abandonada.



Figura 19. Nave donde fue encontrado el nido de *P. cyanoleuca*.



Figura 20. Grupo de *S. flaveola*.



Nota. Presencia de varios individuos juveniles, escena muy común en las áreas de seguridad del Aeropuerto Internacional Matecaña.

Figura 21. Polluelo de *V. chilensis*

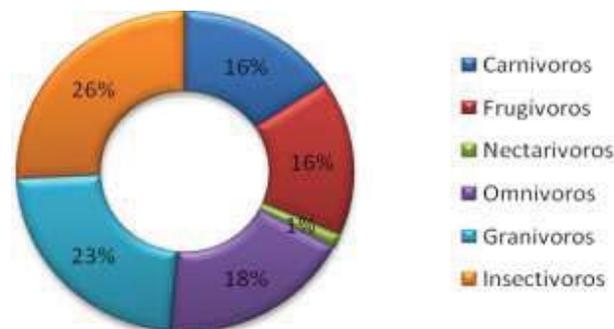


Nota. Especie territorial que fue registrada diariamente en los muestreos de línea base.

3.1.3. Gremios alimenticios.

Las actividades de alimentación que fueron registradas en el monitoreo de línea base, permitieron determinar agrupaciones tróficas del ensamblaje del aves. El resultado, al analizar porcentualmente esta agrupación fue que el 26% de las especies son insectívoros, el 23% son granívoros, el 18% son omnívoros, el 16% son carnívoros, el 16% son frugívoros y el 1% son nectarívoros, como se observa en la Figura 23:

Figura 23. Porcentaje de especies de aves en relación a su gremio alimenticio.



Los Insectívoros son el gremio mejor representado, principalmente por los miembros de la Familia Tyrannidae (atrapamoscas y sueldas), y esto se debe a que las bermas y los canales de desagüe que se ubican a lo largo de los costados norte y sur de la pista de aterrizaje, presentan condiciones microclimáticas (sectores de mayor humedad) y de cobertura donde proliferan los invertebrados, que son capturados por las aves pertenecientes a este gremio. Los semilleros, pertenecientes a las Familias Fringillidae y Emberizidae, se presentan en segundo lugar, en el gremio de los granívoros, obedeciendo a la composición vegetal predominante en el aeropuerto, la cual ofrece gramíneas con grano permanentemente, especialmente en sectores sin actividades de poda (Figura 24).

Figura 24. Espigueros típicos de las áreas de seguridad junto a la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Matecaña.



Los omnívoros son un grupo representado por varias especies dentro del aeropuerto, pero se destacan por encima de las demás; la mirla *T. ignobilis*, *S. militaris* y *M. bonariensis*. Estas tres especies presentan abundancias importantes dentro del aeropuerto, pero el chirlo birló particularmente fue registrado alimentándose de anélidos en sectores donde con tierra expuesta, muy cerca de las calles de rodaje, comportamiento que debe ser tenido en cuenta puesto que aumenta las probabilidades de un impacto su cercanía a estas áreas de movimiento aeronáutico.

Por su parte, los carnívoros representados por las aves rapaces, fueron registros, medianamente frecuentes, la presencia de especies presa, como roedores y aves son un atrayente para este grupo. Particularmente *B. magirostris*, fue uno de los carnívoros

registrado con mayor frecuencia dentro del aeropuerto, este usaba cualquier estructura elevada como percha de cacería, tal y como se muestra en la Figura 25:

Figura 25. Macho de gavilán caminero *B. magnirostris*, posado en una de las mangaveletas del Aeropuerto Internacional Matecaña.



Nota. Fuente César A. Gómez Montoya.

T. episcopus, *T. gyrola* y *E. laniirostris*, son los frugívoros que se pueden observar con mayor facilidad, en algunas áreas del aeropuerto que cuentan con árboles de mango. La presencia de estas plantas nutricias va en contra del manejo pasivo de las aves dentro del aeropuerto, puesto que no deberían estar estas plantas que funcionan como un gran atrayente para gran número de aves. Por último los nectarívoros, contaron con un solo representante en los muestreos dentro del aeropuerto, *A. tzacatl*, un pequeño colibrí típico de jardines, fue observando en un par de ocasiones libando flores de plantas ubicadas en el parche de bosque del sector sur oeste del aeropuerto.

3.2. Caracterización de la Amenaza por Peligro Aviario

3.2.1. Especies más relevantes para la seguridad de los vuelos e índice FSR.

Con base en la información suministrada por los registros de línea base y la aplicación de los criterios mencionados en la Metodología, para la resolución de algoritmo de Morgenroth (2003). Se determinaron diez (10) especies de aves que generan mayor amenaza para la seguridad de los vuelos en el Aeropuerto Internacional Matecaña, las especies se encuentran resaltadas en color rojo en la Tabla 6, como se observa a continuación:

Tabla 6. Resultados del índice de especies relevantes para la seguridad del vuelo FSR, para el Aeropuerto Internacional Matecaña.

Especie	Masa corporal (m)	Tendencia a agruparse (SB)	Tamaño de grupo (SG)	Estado (S)	Presencia / Fenología (A)	Participación en incidentes	Preferencia de hábitat (BB)	Sobre vuelos alrededores (UÜ)	Ocurrencia en la región (n)	Tiempo de permanencia en el aire	Resultados	Niveles de relevancia para la AMENAZA
<i>Coragyps atratus</i>	5	4	3	5	5	5	2	5	5	5	5687 5	5 MUY ALTA
<i>Zenaida auriculata</i>	2	4	3	5	5	4	5	4	5	4	1052 8	5 MUY ALTA
<i>Pionus menstruus</i>	2	4	3	5	5	2	3	5	5	3	3248	3 MEDIA
<i>Columba livia*</i>	2	5	3	5	5	2	4	5	5	4	2252 .8	4 ALTA
<i>Bubulcus ibis</i>	2	3	2	5	5	4	3	3	5	3	1824	3 MEDIA
<i>Vanellus chilensis</i>	2	3	2	5	5	5	5	1	5	2	1350	2 BAJA
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	1	5	4	5	5	2	4	1	5	5	640	2 BAJA

<i>Falco peregrinus</i>	3	1	2	3	5	1	3	5	3	4	319.68	1	REV
<i>Columbina talpacoti*</i>	1	1	2	5	5	2	5	3	5	4	201.6	2	BAJA
<i>Turdus ignobilis</i>	2	1	2	5	5	2	5	1	5	3	172.8	1	REV
<i>Milvago chimachima</i>	2	1	2	5	3	3	3	3	4	3	164.16	1	REV
<i>Falco sparverius</i>	2	1	2	5	5	1	5	3	4	3	134.4	1	REV
<i>Sicalis flaveola</i>	1	3	3	5	5	1	5	1	5	3	129.6	1	REV
<i>Hirundo rustica</i>	1	4	3	3	5	1	3	1	3	5	126	1	REV
<i>Orochelidon flavipes</i>	1	4	3	5	3	1	3	1	3	5	126	1	REV
<i>Crotophaga ani</i>	2	5	3	5	5	1	5	1	5	1	102.4	1	REV
<i>Sturnella militaris</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	4	3	86.4	1	REV
<i>Falco femoralis</i>	2	1	1	5	5	1	3	3	5	4	83.2	1	REV
<i>Streptoprocne zonaris</i>	2	5	3	5	1	1	3	2	2	5	76.8	1	REV
<i>Patagioenas cayennensis*</i>	2	1	2	5	3	1	3	2	3	4	60.48	2	BAJA
<i>Sicalis luteola</i>	1	2	2	5	5	1	5	1	2	3	57.6	1	REV
<i>Buteo magnirostris</i>	2	1	2	5	3	1	3	2	5	3	40.32	1	REV
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	1	2	5	3	1	4	1	5	3	38.88	1	REV
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	5	4	38.4	1	REV
<i>Molothrus bonariensis</i>	1	3	2	5	5	1	3	1	5	3	36	1	REV
<i>Aratinga wagleri</i>	2	5	3	5	3	1	2	1	4	3	34.56	1	REV
<i>Phimosus infuscatus</i>	3	2	2	5	1	1	2	2	5	3	27.36	1	REV
<i>Aratinga pertinax</i>	2	5	3	5	1	1	2	2	3	3	24.32	1	REV
<i>Melanerpes formicivorus</i>	2	1	2	5	3	1	5	1	4	2	23.04	1	REV
<i>Carduelis psaltria</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	5	3	21.6	1	REV

<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	5	3	21.6	1	REV
<i>Tyrannus savana</i>	1	1	2	5	5	2	3	1	4	3	21.6	1	REV
<i>Thraupis episcopus</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	5	2	19.2	1	REV
<i>Pandion haliaetus</i>	4	1	1	1	1	1	2	2	2	4	16.8 96	1	REV
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1	1	2	5	3	1	4	1	5	3	9.72	1	REV
<i>Volatinia jacarina</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	5	2	9.6	1	REV
<i>Sporophila castaneiventris</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	4	2	9.6	1	REV
<i>Cathartes aura</i>	5	1	2	1	1	1	2	1	2	4	9.6	1	REV
<i>Elanus leucurus</i>	2	1	1	5	1	1	3	2	4	3	8.96	1	REV
<i>Elaenia flavogaster</i>	1	1	1	5	3	1	5	1	4	3	8.64	1	REV
<i>Ammodramus savannarum</i>	1	1	2	5	5	1	5	2	3	1	8.4	1	REV
<i>Sporophila nigricollis</i>	1	1	2	5	3	1	5	1	4	2	5.76	1	REV
<i>Sporophila schistacea</i>	1	1	2	5	3	1	5	1	4	2	5.76	1	REV
<i>Machetornis rixosa</i>	1	1	2	5	3	1	5	1	3	2	5.76	1	REV
<i>Egretta thula</i>	2	1	1	5	1	1	3	1	2	3	5.76	1	REV
<i>Caracara cheriway</i>	3	1	1	1	1	2	3	1	5	3	5.18 4	1	REV
<i>Parula pitiayumi</i>	1	1	2	5	3	1	4	1	3	2	4.32	1	REV
<i>Patagioenas subvinacea*</i>	2	1	2	1	1	1	3	1	2	4	3.07 2	2	BAJA
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	1	1	2	5	3	1	3	1	2	2	2.88	1	REV
<i>Troglodytes aedon</i>	1	1	2	5	5	1	5	1	5	1	2.4	1	REV
<i>Streptoprocne rutila</i>	1	1	2	1	1	1	3	2	1	5	2.4	1	REV
<i>Brotogeris jugularis</i>	2	5	2	1	1	1	2	1	3	3	2.01 6	1	REV
<i>Thraupis palmarum</i>	1	1	2	5	1	1	5	1	5	2	1.92	1	REV
<i>Sporophila minuta</i>	1	1	2	5	1	1	5	1	4	2	1.92	1	REV
<i>Tiaris olivaceus</i>	1	1	2	5	1	1	5	1	4	2	1.92	1	REV

<i>Oryzoborus crassirostris</i>	1	1	1	5	3	1	3	1	2	2	1.92	1	REV
<i>Synallaxis albescens</i>	1	1	1	5	5	1	5	1	4	1	1.6	1	REV
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	4	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1.53	1	REV
<i>Forpus conspicillatus</i>	1	1	2	5	3	1	2	1	4	2	1.44	1	REV
<i>Buteo brachyurus</i>	3	1	1	1	1	1	2	1	5	3	1.29	1	REV
<i>Buteo albicaudatus</i>	3	1	1	1	1	1	2	1	2	3	1.29	1	REV
<i>Aeronautes montivagus</i>	2	1	2	1	1	1	4	1	4	2	1.2	1	REV
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	1	1	2	1	1	1	3	1	3	5	1.15	1	REV
<i>Todirostrum cinereum</i>	1	1	2	1	5	1	2	1	3	3	1.08	1	REV
<i>Cypseloides cryptus</i>	1	1	1	1	1	1	2	1	5	5	0.6	1	REV
<i>Bartramia longicauda</i>	1	1	2	5	1	1	2	1	4	2	0.51	1	REV
<i>Tangara gyrola</i>	1	1	2	1	1	1	2	1	2	5	0.48	1	REV
<i>Saltator striatipectus</i>	1	1	1	5	3	1	3	1	2	1	0.48	1	REV
<i>Amazilia tzacatl</i>	1	1	1	1	1	1	2	1	5	3	0.4	1	REV
<i>Euphonia laniirostris</i>	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	0.14	1	REV ³

Nota. Estos datos se obtuvieron usando el algoritmo de Morgenroth (2003).

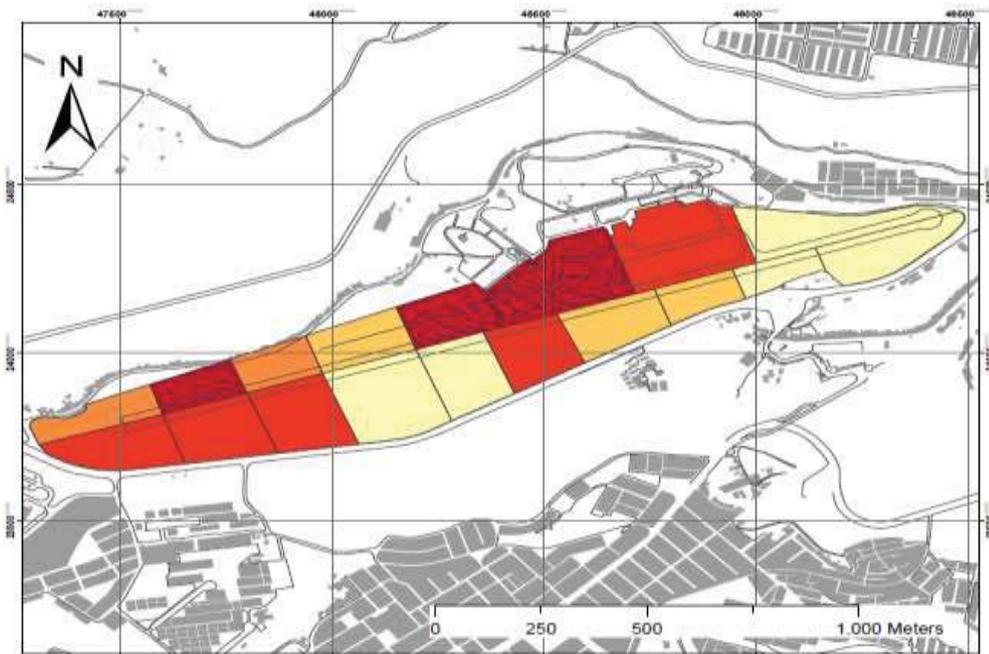
³ Abreviatura REV, Revisar: especies de aves que no son calificadas como amenaza pero deben que deben ser monitoreadas y evaluadas en próximas valoraciones.

NOTA: La familia Columbidae (marcadas las especies con un asterisco) fue elevada una categoría, porque su presencia en el aeropuerto es de alta peligrosidad, esta acción es sugerida por el autor del índice.

3.2.2. Distribución espacial de la amenaza para la seguridad del vuelo en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

Se debe tener en cuenta, que la distribución espacial de la amenaza por las especies de aves dentro del aeropuerto, no es la misma en la totalidad de su área. Tal y como lo reflejaron los registros de línea base, al enseñar que algunas especies se encontraban sectorizadas en polígonos específicos. Al comprender esto se parte del argumento sobre el cual, si bien la amenaza de la totalidad del aeropuerto está dada por diez especies de aves, también es cierto que los niveles de amenaza por sectores (polígonos), dependerán de cuántas de las diez especies, sean registradas en cada punto. Como se puede ver en la figura 26., se presenta una ampliación del Mapa 3, que se encuentra en el Anexo H, allí un gradiente de intensidad de colores refleja los niveles de amenaza para cada polígono evaluado en esta investigación. Estas interpretaciones son fundamentales para desarrollar de manera eficiente los planes de manejo y control de las aves objetivo.

Figura 26. Distribución espacial de las especies con mayor calificación según el índice FSR.



Como lo refleja la anterior ilustración y al igual que con la distribución espacial de los registros de aves (Figura 17), la mitad oeste del aeropuerto, presenta valores desfavorables por presencia de aves. Sin embargo algunos sectores del extremo opuesto adquieren importancia desde el punto de vista de la amenaza. Por ejemplo al revisar los siguientes polígonos en sentido este-oeste, se observa un polígono naranja (punto BS18) y dos polígonos rojos (puntos BS01 y BS02, respectivamente). El punto BS18 adquiere importancia por la presencia permanente de grandes grupos de *P. cyanoleuca*, y parejas regulares de *Z. aurícula*, (Figura 27), en este punto las estructuras externas del terminal aéreo ofrecen áreas seguras de anidación bajo los techos y vigas del edificio.

Figura 27. Nido de *Z. auriculata* en la base SEI.



Nota. Polígono perteneciente al punto de BS18.

Los polígonos pertenecientes a los puntos BS01 y BS02, coloreados en rojo (amenaza muy alta), presentan números importantes de individuos pertenecientes a la especies de mayor relevancia para la seguridad de los vuelos. A estos polígonos

específicamente se les ha otorgado la máxima amenaza sectorial por los cruces matutinos y vespertinos de grupos de *P. menstruus*, la presencia casi diaria de un grupo de *V. chilensis* en el punto BS02 y los registros de numerosos grupos de *C. atratus* y *P. cyanoleuca*.

En relación a lo anterior, el punto BS05 (polígono rojo en el extremo suroeste), es el centro de mayor concentración de *P. cyanoleuca*, al igual que los anteriores *C. atratus* y *P. menstruus* hacen apariciones, pero adicionalmente *C. livia* sobrevuela esta área proveniente de palomeras del barrio Matecaña, contiguo al aeropuerto. Las anteriores referencias son los casos más destacados, en síntesis, nueve de los dieciocho sectores en los que se dividió el aeropuerto, son los responsables del estado de amenaza total por peligro aviario en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

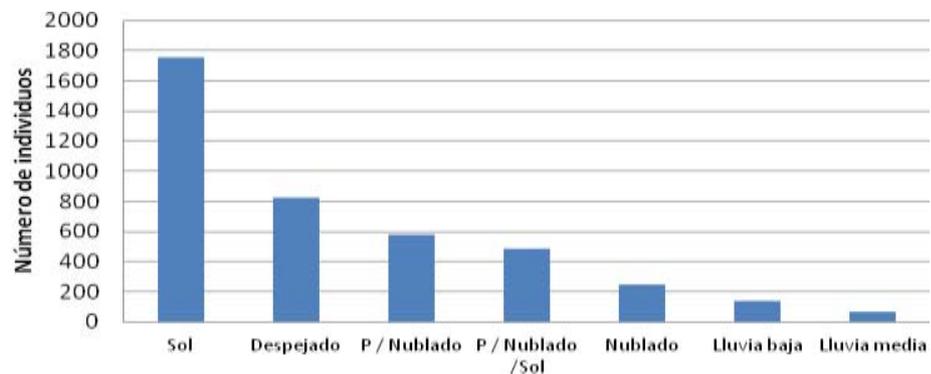
3.3. Observaciones adicionales sobre las especies de aves que generan mayor amenaza para la seguridad de los vuelos en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

*3.3.1. Gallinazo *Coragyps atratus*.*

Es la segunda especie más abundante dentro del aeropuerto, pero la primera en importancia por su carácter de amenaza a la seguridad de los vuelos. Esta especie no anida ni hace uso directo de algún recurso del aeropuerto, su amenaza es principalmente por los vuelos de tránsito que hace sobre todo el territorio aeroportuario. Los cruces sobre la pista, su masa corporal, y su tendencia a agruparse en grandes números, son seguramente los criterios responsables de que el algoritmo lo ubique en tal posición de relevancia. No hubo relación entre los números de individuos observados y la hora del día, pero si se relacionaron las agrupaciones con las condiciones del tiempo atmosférico (Figura 28). A su vez, se determinó que los mayores grupos de gallinazos se observaron en las horas más soleadas, mientras que los menores grupos en las condiciones más frías. Estas observaciones desde el punto de vista biológico, no presentan mayores méritos. Pero, desde una connotación de amenaza por impactos con

aves, las mayores concentraciones de gallinazos en los momentos más cálidos del día, aumentan el riesgo de un incidente aéreo, puesto que tal y como lo describe Carmona (2004): “Las aeronaves presentan reducciones de sustentación cuando el aire pierde densidad al ser calentado por la acción del sol, razón por la que los pilotos deben aumentar la potencia de los motores”.

Figura 28. Población de individuos de *C. atratus* en el Aeropuerto internacional Matecaña.



Nota. Registrados para cada uno de los estados de tiempo atmosférico.

El Gallinazo presenta patrones de movilidad los cuales están relacionados principalmente con alimentación. Al norte del aeropuerto el matadero metropolitano de Pereira y el zoológico Matecaña, generan condiciones atractivas para estas aves. Al noroeste se encuentra el río Otún y el relleno sanitario La Glorita, mientras que al sur y suroeste está la cuenca del río Consota. Esta disposición de lugares atractivos para el gallinazo, es lo que ocasiona que el aeropuerto se encuentre en medio de sus desplazamientos de búsqueda de alimento.

3.3.2. Torcaza *Zenaida auriculata*.

Este columbido de talla de media, según el algoritmo de Morgenroth, es el segundo puesto en amenaza para las operaciones aéreas del Aeropuerto Internacional Matecaña. Las observaciones realizadas sobre esta especie, ya describían en instancias previas comportamientos que iban en contra de la seguridad. Por ejemplo, su uso directo en las áreas de operación, al encontrarse gran cantidad de nidos de esta especie (Figura 29), y grupos de aves forrajeando muy cerca a la pista principal (Figura 30). Esta especie se posicionó en el cuarto puesto en cruces de pista, participando en 100 de los 500 cruces determinados en el muestreo de línea base (Figura 31).

Los cruces realizados por esta especie pueden ser considerados de alta peligrosidad, debido a que son realizados por grupos numerosos a muy baja altura y a gran velocidad. Sus antecedentes presentan tres incidentes previos de impactos con aeronaves (Figura 32) y adicionalmente se ve muy favorecida por los recursos que le ofrece el hábitat aeroportuario, en términos de resguardo y alimentación.

Figura 29. Nido de *C. auriculata* en el timón de cola de una aeronave abandonada.

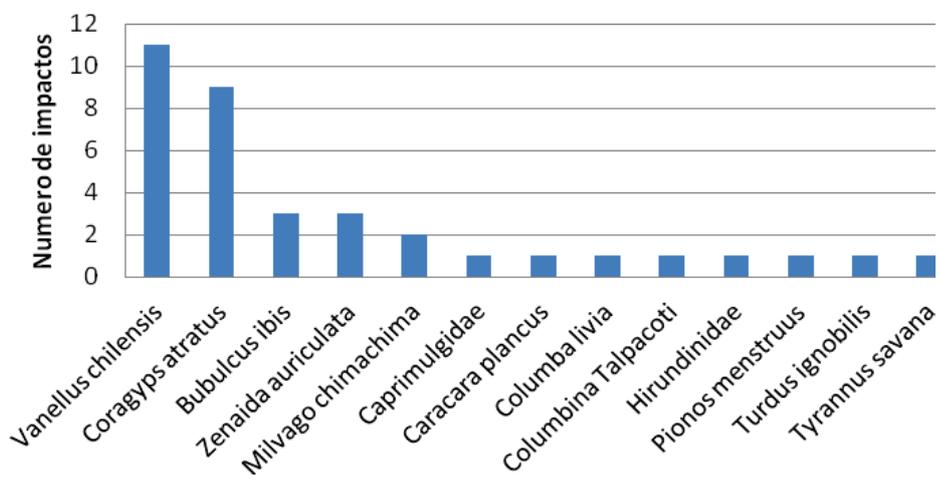


Figura 30. Individuo de forrajeando sobre una calle de rodaje cerca a la pista principal.



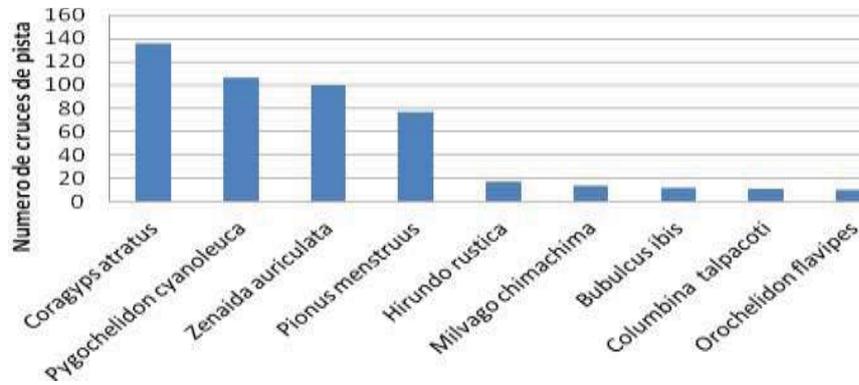
Nota. Fuente: César A. Gómez Montoya y Santiago Restrepo Calle.

Figura 31. Especies de aves involucradas en impactos previos en el A. I. M



Nota. Datos registrados del 2006 al 2011.

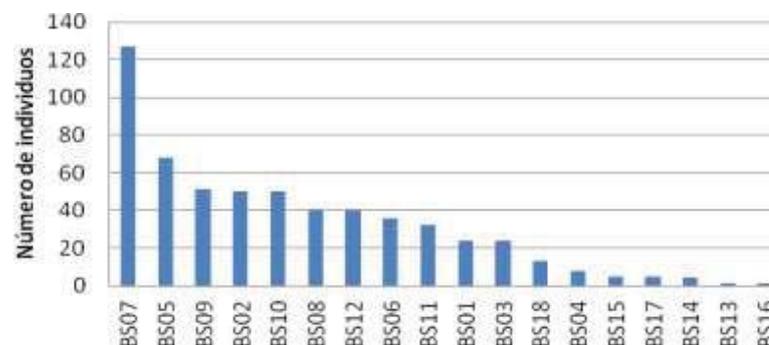
Figura 32. Especies de aves que cruzaron la pista de aterrizaje en mayores ocasiones.



3.3.3. Cotorra Cabeciazul *Pionus menstruus*.

Esta especie no hace uso directo del aeropuerto, pero incursiona diariamente en su espacio de vuelo, haciendo tránsitos desde el norte en las primeras horas de la mañana y desde el sur en las últimas horas de la tarde. Los mayores números fueron detectados hacia el extremo oeste del aeropuerto, donde se encontraba sectorizado este tránsito (Figura 33).

Figura 33. Distribución de los individuos de *P. menstruus* registrados en el A.I.M.



Nota. Registros de línea base.

Esta especie es un ejemplo de la dinámica en términos espaciales de las poblaciones biológicas, puesto que en años anteriores no era registrada en el aeropuerto de manera frecuente, ni mucho menos incluida como una especie relevante para seguridad del vuelo, como lo afirma Santiago Restrepo⁴ (2010). Según lo expresado para esta actualización, su inclusión como una especie objetivo, se sustenta en sus características gregarias, siendo observada en agrupaciones en promedio de ocho individuos, realizando vuelos diarios de alta peligrosidad a través de la pista principal. Estas observaciones dejaron de ser una probabilidad, para convertirse en un impacto real, como lo registró el Grupo SEI, el 6 de junio del 2011, donde cuatro individuos de la especie fueron impactados por un Airbus 319 de Avianca (Figura 34). Este evento le otorgó gran credibilidad al presente estudio, puesto que con premura ya se habían identificado estas aves como elementos de amenaza operacional.

Figura 34. Individuos de *P. menstruus* impactados por un Airbus 319 de Avianca.



⁴ Santiago Restrepo Calle. Administrador del Medio Ambiente, división ambiental de la dirección técnica del Aeropuerto Internacional Matecaña de Pereira, Risaralda.

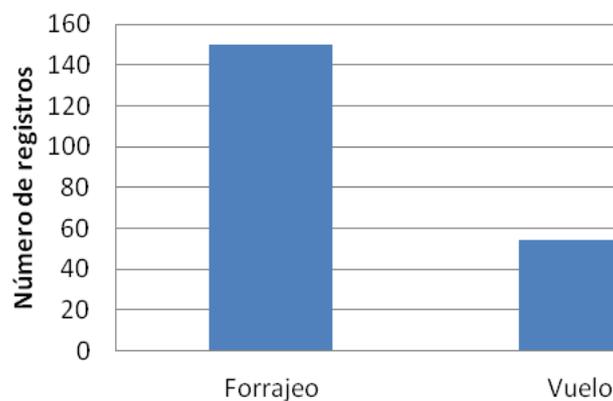
3.3.4. Paloma bravía *Columba livia*.

Los registros de esta especie están relacionados con la presencia de palomares en las áreas vecinas al Aeropuerto Internacional Matecaña. Los grupos de palomas al salir en sus patrullajes incursionan en el aeropuerto generando de esta manera las posibilidades de impacto. Según Morgenroth (2003), estas especies son tan peligrosas dentro de un aeródromo que deben ser elevadas en una categoría FSR, por este motivo para esta especie su nivel de amenaza pasa de amenaza media a amenaza alta. Dentro del aeropuerto se identificaron algunos individuos forrajeando sobre los techos altos del terminal aéreo y se presentó un impacto con un helicóptero que se encontraba en el helipuerto en el mes de enero del 2011.

3.3.5. Garza bueyera *Bubulcus ibis*.

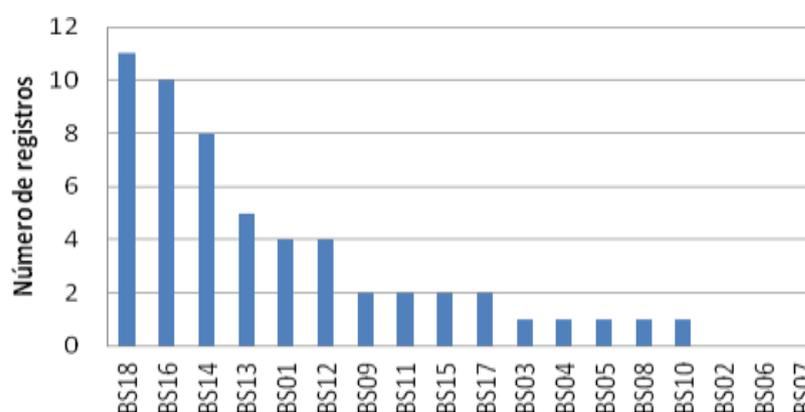
Esta especie fue registrada en pequeños grupos los cuales principalmente fueron observados forrajeando en las áreas de seguridad del aeropuerto (pastizales), como se observa en la Figura 35:

Figura 35. Registro de actividad de *B. ibis* en el A.I.M.



Esta actividad de forrajeo se incrementaba cuando se adelantan actividades de poda de pasto con tractor, situación que es aprovechada por las garzas para alimentarse de los insectos que son dispersados por las palas de la podadora. En la figura 36, se muestra la distribución en relación con el forrajeo de esta especie:

Figura 36. Distribución de la frecuencia de los registros de *B. ibis*.



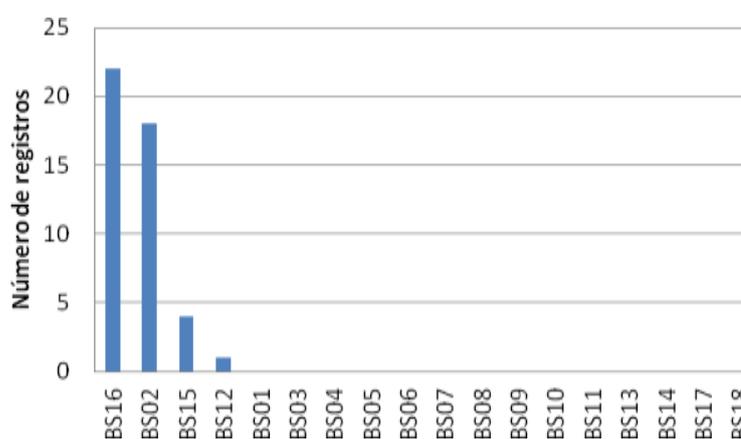
Nota. Registros de línea base por puntos de observación.

3.3.6. Pellar andino o Alcaraván *Vanellus chilensis*.

El pellar es una de las especies que hacen uso directo del aeropuerto, usándolo como área de resguardo, alimentación y reproducción. Se identificaron dos familias de pelares haciendo uso del aeropuerto y entre ellas se noto una gran territorialidad. Uno de los grupos se encontraba restringido al polígono BS02 y el otro grupo a los polígonos BS15 y BS16 (Figura 37), estos datos basados en la distribución espacial de los puntos de conteo de aves en el Aeropuerto Internacional Matecaña, mostrado anteriormente. Cabe aclarar que si bien el índice FSR le otorga una calificación de amenaza baja, su historial de impactos en el aeropuerto lidera las estadísticas, por lo cual debe

identificarse como una especie objetivo. Además, en los monitoreos se determinó de manera descriptiva, como esta especie tolera a muy pocos metros el movimiento y el sonido de grandes aeronaves, como el Airbus 318, este comportamiento es causado por su exposición permanente a las aeronaves y es un factor comportamental de alta peligrosidad que eventualmente y como ha sucedido termina desencadenando un evento de impacto.

Figura 37. Distribución de la frecuencia de los registros de *V. chilensis*



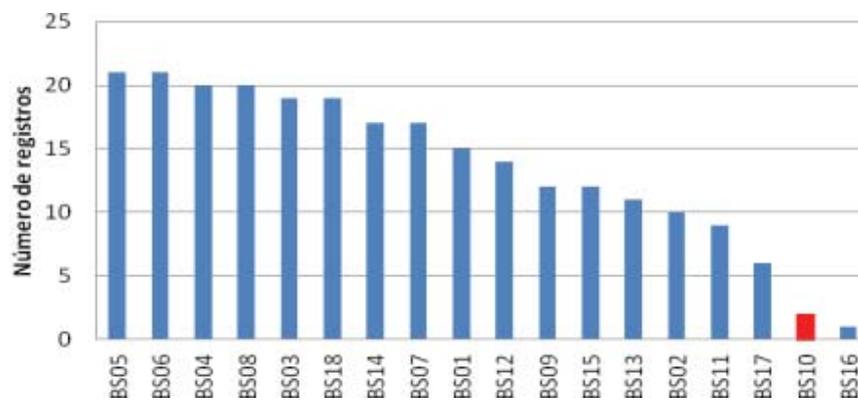
Nota. Registros de línea base por puntos de observación.

3.3.7. Golondrina *Pygochelidon cyanoleuca*.

Esta especie fue registrada en grandes cantidades, en todos los puntos de observación (Figura 38). En términos de amenaza, su comportamiento grupal y el tiempo que permanece en el aire la convierten en una especie de especial cuidado. Pues si bien su masa corporal es muy pequeña, debe entenderse que en términos de impacto, la masa de cada ave es aditiva, por lo que impactar 100 golondrinas es equivalente a un golpe con una gran ave.

Las golondrinas abundan en el área de parking de aeronaves del aeropuerto, estos son sectores con techos que sobresalen ofreciendo resguardo y lugares secos de anidación. Su presencia allí no sólo presenta riesgos para las aeronaves, también genera incomodidad a la administración aeroportuaria por la acumulación de heces en los cristales y vehículos del aeropuerto, como se ve en la Figura 39:

Figura 38. Distribución de la frecuencia de los registros de *P. cyanoleuca*.



Nota. Registros de línea base por puntos de observación.

Figura 39. Acumulación de heces de golondrina en pisos y cristales.

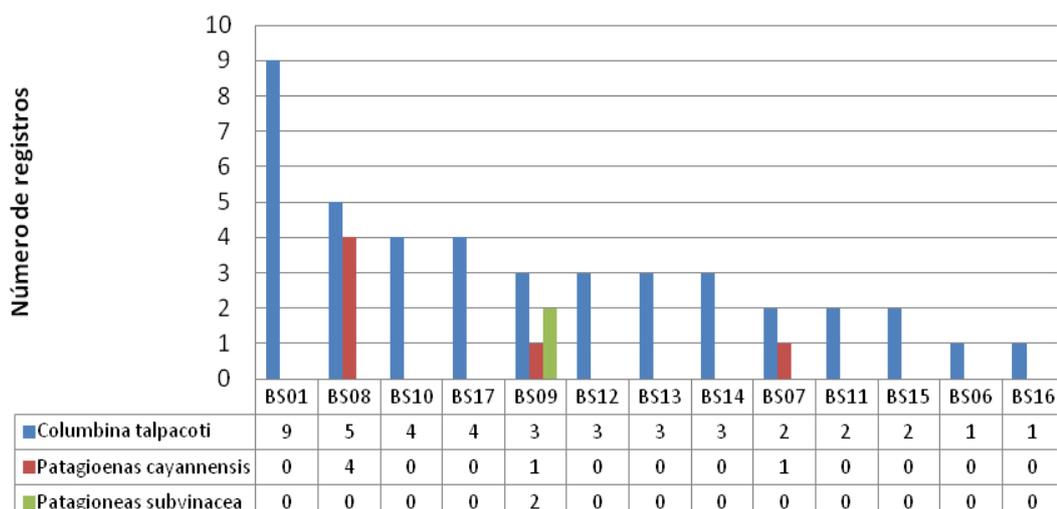


Nota. Estas son áreas de operación aeronáutica.

3.3.8. Paloma morada *Patagioenas cayennensis*, Paloma colorada *Patagioenas subvinacea* y Tortolita rojiza *Columbina talpacoti*.

La paloma morada y la paloma colorada, presentaron escasos registros en el muestreo, y de hecho, estos avistamientos se encontraron sectorizados (Figura 40), pero que estas dos especies no fueran registradas con frecuencia, no quiere decir que deban ser excluidas del listado de especies relevantes para la seguridad del vuelo; porque su presencia ya genera una probabilidad de impacto. Por su parte la tortolita rojiza sí presentó registros frecuentes en varias áreas del aeropuerto y sus cruces de pista a baja altura la posicionaron de manera concluyente en el índice FSR. Estas especies fueron observadas alimentándose de granos muy cerca de la pista principal y estos avistamientos nuevamente reiteran como las aves son atraídas al hábitat aeroportuario en busca de alimento.

Figura 40. Distribución de la frecuencia de los registros para *C. talpacoti*, *P. cayennensis* y *P. subvinacea*.

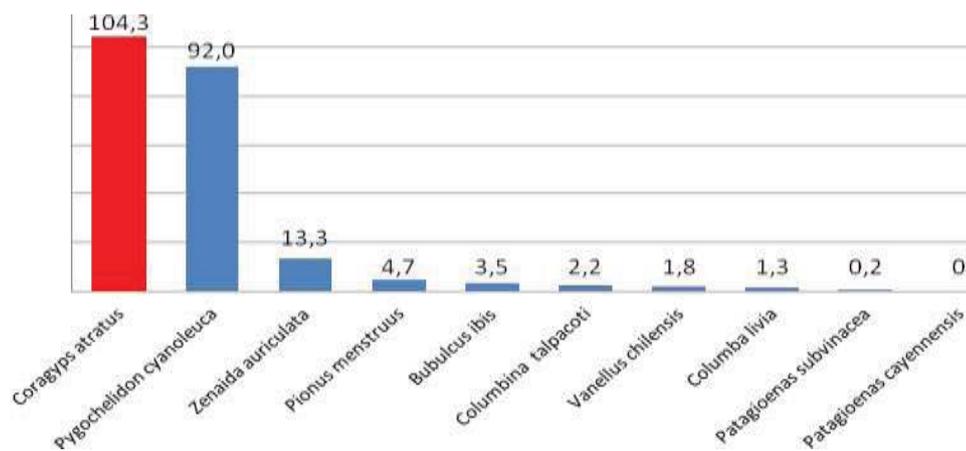


Nota. Estos datos se registraron en cada punto de observación del Aeropuerto Internacional Matecaña.

3.4. Respuesta del Ensamblaje de Aves a las Medidas de Dispersión.

La eficacia individual de las medidas de dispersión de aves, se evalúa identificando los cambios en las frecuencias de uso del espacio por parte de las especies objetivo (especies con alguna categoría de amenaza según el índice FSR). Para esto fue necesario determinar un estado de comparación (control), donde el ambiente no se encontrara bajo ningún tipo de estrés diferente al cotidiano al que las aves están habituadas. Este tratamiento de control fue construido aleatoriamente con registros de tres días del monitoreo de línea base, con un esfuerzo de muestreo de 25.92 horas/observador, y arrojó un total de 56 especies de aves pertenecientes a 26 familias, como se aprecia también en el **Anexo B**. Para los resultados de los monitoreos, tanto los de control, como los que evalúan las medidas de dispersión, sólo se analizaron las 10 especies que el índice FSR categorizo con algún grado de amenaza para seguridad de los vuelos. Realizando un análisis de frecuencia de uso del espacio el monitoreo de control se asemeja bastante al orden obtenido por el índice FSR, lo que nuevamente sugiere que el modelo se ajusto a la realidad (Figura 41).

Figura 41. Análisis de frecuencia relativa de uso del espacio. **Fase Control.**



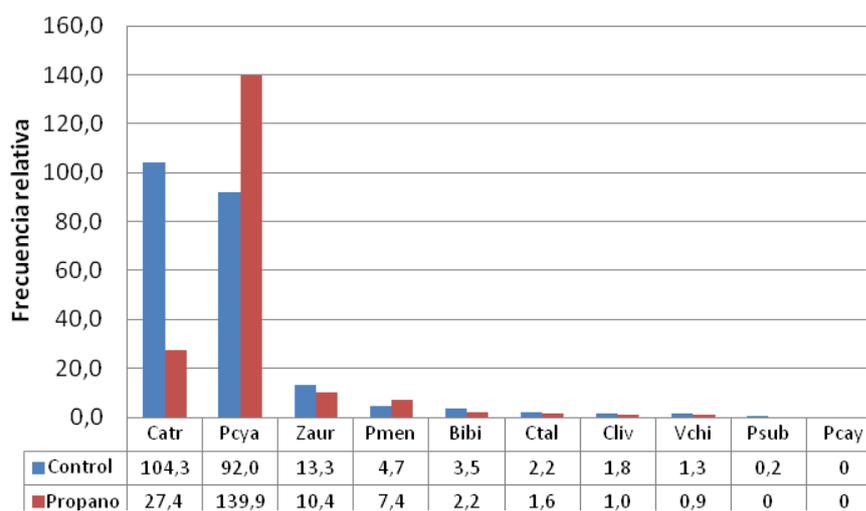
Nota. Datos registrados bajo ningún tratamiento.

3.5. Registros de Aves para el Tratamiento con Cañón de Propano.

El monitoreo de evaluación para el tratamiento de dispersión con cañón de propano realizado durante tres (3) días completos de observación y con un esfuerzo de muestreo de 25.92 horas/observador, arrojó un total de 46 especies de aves pertenecientes a 21 familias, (Véase **Anexo C**). Durante las tres semanas en que se usó esta medida de dispersión, se determinó cualitativamente en tiempo real su deficiente desempeño. Esta medida específicamente se vio en detrimento a medida que aumentaba su exposición en el ambiente. Por ejemplo, especies objetivo como el pellar *V. chilensis* y la garza bueyera *B. ibis*, respondían ante una detonación, volando pocos metros y regresando de inmediato al sitio inicial, lo mismo sucedió en todas las repeticiones con este tratamiento.

Al analizar en comparación, las frecuencias de uso del espacio de los registros de control y aquellos para el tratamiento con cañón de propano, puede apreciarse que la frecuencia de *C. atratus*, se reduce de manera tajante con el dispersor. Esta reducción no debe tomarse en cuenta, puesto que el valor del control para esta especie en particular se encuentra sobreestimado, producto de una disminución coincidental de la especie en los días de evaluación. Estas observaciones aleatorias, así como los datos reflejados en el análisis de frecuencia de uso del espacio por parte de las especies objetivo. Son argumento probatorio que demuestra que el cañón de propano no entrega en el Aeropuerto Internacional Matecaña, datos contrastantes respecto al tratamiento control (Figura 42).

Figura 42. Comparación de frecuencias entre el tratamiento con cañón de propano y el tratamiento control.



Para determinar de manera más estricta que las diferencias o similitudes de los datos, se usó una *prueba t* para varianzas de dos muestras, la cual determinó que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el control y el tratamiento con cañón de propano (valor de *f* cercano 1, muestras iguales), como se observa en la Tabla 7:

Tabla 7. Prueba *t* para las varianzas en las frecuencias relativas entre control y el tratamiento con Cañón de propano.

Prueba t		
	Control	Propano
<i>Media</i>	22.3277778	19.0777778
<i>Varianza</i>	1619.20127	1874.065295
<i>Observaciones</i>	10	10
<i>Grados de libertad</i>	9	9
<i>F valor</i>	0.86400472	

Los resultados anteriores son concluyentes con las descripciones realizadas en tiempo real, puesto que el desempeño deficiente de esta medida, puede ser a causa de su excesivo uso en el aeropuerto, y por consiguiente, habitual para la comunidad de aves que se acostumbró a este medio estresor y por lo tanto, perdió su factor sorpresa. Por otro lado, los sonidos estridentes son un evento común para las aves residentes de las áreas aeroportuarias, es decir que no se puede esperar que aves que están habituadas a los sonidos de las aeronaves y maquinarias de diferente tipo, respondan de manera efectiva a una medida que presenta de igual manera estas características.

Otro punto desfavorable observado en campo, es que en comparación con el área de trabajo, el cañón de gas propano presenta un efecto dispersor a corta distancia. Su uso podría ser aprovechado para *asegurar* áreas específicas, pero nuevamente se debe tener precaución con la exposición innecesaria de la medida.

3.6. Registros de Aves para el Tratamiento con Pirotecnia.

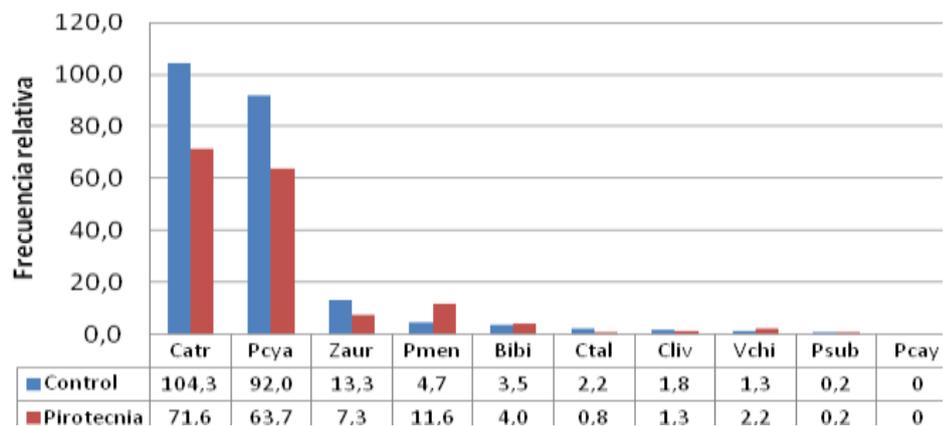
Esta medida de dispersión que ha sido concebida en el Aeropuerto Internacional Matecaña, para el control específico de *C. atratus*, que es de hecho la única herramienta con la que cuenta el aeropuerto para combatir los grandes grupos de gallinazos que vuelan con bastante frecuencia en la cabecera oeste de la pista. El monitoreo de evaluación para el tratamiento de dispersión con pirotecnia (voladores convencionales), realizado durante tres (3) días completos de observación y con un esfuerzo de muestreo de 25.92 horas/observador, arrojó un total de 49 especies de aves pertenecientes a 21 familias (Véase **Anexo D**).

Esta medida supera al de cañón de propano, en varios aspectos. Primero, tiene un efecto en un área más amplia, la estela de humo que dejan al proyectarse en el aire le otorgan un efecto visual favorable y por último sus detonaciones no presentan un patrón

tan plano como las del cañón de propano. Sin embargo, los datos evaluados para esta técnica, aunque presentan diferencias con el tratamiento control, son contrastes demasiado pequeños para ser concluyentes de una actividad estresora favorable.

El resultado según el análisis de frecuencia de uso del espacio para las diez (10) especies objetivo, demuestra pocas diferencias concluyentes entre los registros de aves con el tratamiento de pirotecnia y los registros sin este control, como se ve a a continuación, en la Figura 43:

Figura 43. Comparación de frecuencias entre el tratamiento con pirotecnia y el tratamiento control.



Las pocas diferencias reflejadas en la anterior grafica, son corroboradas por los resultados de la prueba t, que analiza las varianzas entre el tratamiento control y el tratamiento con pirotecnia. El f valor hallado cercano a uno (1), determina que ambas muestras son estadísticamente similares, sin embargo no tan similares como lo fue para el cañón de propano que presentó un f valor de 0.8, lo que le brinda a la pirotecnia un pequeño margen de eficacia con respecto al cañón de propano, como se observa en la Tabla 8:

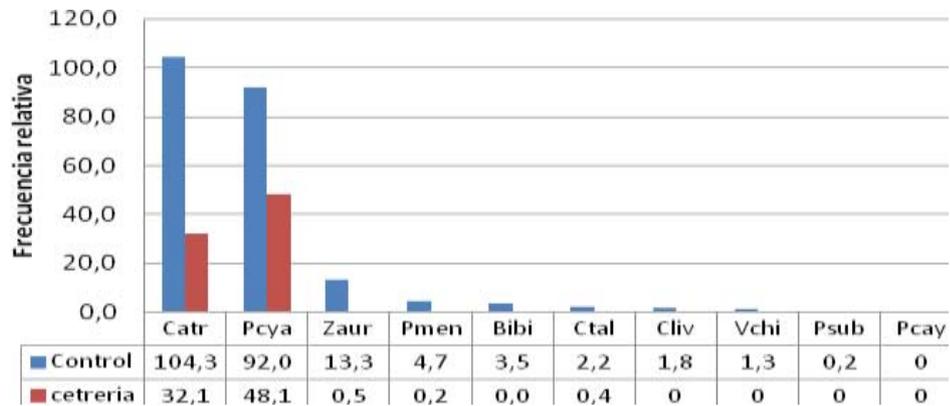
Tabla 8. Prueba t para las varianzas en las frecuencias relativas entre control y el tratamiento con pirotecnia.

Prueba t		
	Control	Pirotecnia
<i>Media</i>	22.3277778	16.2722222
<i>Varianza</i>	1619.20127	749.2828875
<i>Observaciones</i>	10	10
<i>Grados de libertad</i>	9	9
F	1.56100127	

3.7. Registros de Aves para el Tratamiento con Cetrería.

Esta prueba experimental con esta técnica (cetrería), describe el uso de un gavilán de Harris *Parabuteo unicinctus*, como un estresor natural para las aves presentes en Aeropuerto Internacional Matecaña. Su uso básicamente se describe en volar el ave de presa en actitud de cacería, lo cual es un mensaje de advertencia para la comunidad de aves. El monitoreo de evaluación para este tratamiento, contó con tres (3) días completos de observación, y con un esfuerzo de muestreo de 25.92 horas/observador. El cual arrojó un total de 40 especies de aves pertenecientes a 19 familias (Véase **Anexo D**). Por lo tanto, el desempeño de esta técnica presentó enormes resultados cualitativos, puesto que en un periodo de tres semanas, tiempo en el cual se efectuaron los vuelos de cetrería, especies de aves objetivo, como *V. chilensis*, *B. ibis* y *C. livia*, abandonaron el territorio aeroportuario por completo. Otras especies como *Z. auriculata*, *C. talpacoti* y *P. menstruus*, también redujeron de manera considerable su frecuencia de ocupación del espacio aeroportuario, como se ve en la Figura 44:

Figura 44. Comparación de frecuencias entre el tratamiento con cetrería y el tratamiento control.



Por su parte, especies como *C. atratus* y *P. cyanoleuca*, no mostraron un cambio en sus frecuencias del uso del espacio. Esta permanencia de los registros de estas dos especies tiene un antecedente biológico: *C. atratus* al ocupar la cúspide de la pirámide alimenticia, no cuenta con predadores naturales, por lo que el gavilán de Harris no representa un elemento de riesgo para la misma. Con relación a la golondrina común, la presencia del gavilán de Harris, activaba un comportamiento de alarma en los grupos de golondrina, pero la estructura física y las dimensiones del gavilán, no lo hacían un depredador rápido que pudiera generar un verdadero peligro para las estas aves. Esta asociación fue de algún modo entendida por las golondrinas que en presencia de la rapaz buscaban inmediatamente salir al vuelo, lugar donde estaban seguras, y nuevamente se perchaban cuando el gavilán abandonaba el área. Aun así la cetrería fue el medio dispersor que en comparación con los ya utilizados, causó mayores cambios en el ensamblaje de aves, no sólo reduciendo las frecuencias de uso del espacio de la mayoría de especies objetivo, sino también excluyendo a especies que fueron de estricto registro diario en el Aeropuerto Internacional Matecaña. Estas observaciones son también apoyadas por la Prueba t efectuada sobre los datos del tratamiento control y el tratamiento con cetrería, para la cual un f valor de 5.4 (lejano de uno), describe una gran diferencia entre los registros de realizados para ambas muestras (Tabla 9). Cambios que

como se menciona anteriormente, son originados por la menor cantidad de individuos y de especies registradas bajo el tratamiento con cetrería.

Tabla 9. Prueba t para las varianzas en las frecuencias relativas entre Control y el tratamiento con cetrería.

Prueba t		
	Control	Cetrería
<i>Media</i>	22.3277778	8.12777778
<i>Varianza</i>	1619.20127	298.4026406
<i>Observaciones</i>	10	10
<i>Grados de libertad</i>	9	9
F	5.42622969	

3.8. Resultados Adicionales.

3.8.1. Protocolo de vuelos de cetrería para el Aeropuerto Internacional Matecaña.

La experimentación de la cetrería como técnica de dispersión, debe llevarse a cabo con orden y exactitud, por lo cual el desarrollo de un protocolo, se presenta como uno de los resultados de esta experiencia.

1. Preparación e inspección física del gavilán: registro del peso del ave, palpación del musculo pectoral (condición muscular) y estado de ánimo (alerta, agresivo, manso, estoico, enfermo, etc).
2. Lista de chequeo de vestuario y equipo para trabajo en pista: Chaleco refractivo, protectores auditivos, carné de identificación, radios UHF, GPS, silbato, guante de

cetrería, Caperuza para el gavilán, señuelo para el gavilán, 70 gramos carne trozada, libreta de apuntes, binoculares y bolígrafo.

3. Lista de chequeo del vehículo (Jhon Deer 4X6): Niveles de aceite, niveles de diesel, funcionamiento adecuado de luces frontales y funcionamiento adecuado de luces de torreta.

4. Reporte y solicitud de permiso al controlador de la torre, para iniciar los recorridos y los vuelos de cetrería (el controlador de torre dirige las sesiones de cetrería advirtiendo por el radio los momentos libres de actividad de aeronáutica).

5. Desarrollo de los vuelos de cetrería: El gavilán es lanzado y vuela en actitud de cacería, posteriormente el cetrero lo llama desde el vehículo en movimiento y esta operación se repite hasta que son cubiertas las áreas para la dispersión.

6. Terminada la sesión de cetrería, el cetrero comunica al controlador de la torre la finalización de los vuelos y el recorrido.

7. Finalmente se hace una revisión física nuevamente y se alberga el gavilán en una halconera (Área de pernoctación artificial para el ave de presa).

Se debe aclarar, que este protocolo fue llevado a cabo por espacio de tres semanas y se realizaba dos veces en la mañana y dos veces en la tarde.

Conclusiones

Con base en los resultados expuestos anteriormente y la discusión e interpretación para cada punto, se concluye para el estado actual de amenaza por peligro aviario en el Aeropuerto Internacional Matecaña, lo siguiente:

1. La diversidad de aves dentro de las instalaciones del Aeropuerto Internacional Matecaña, es *muy alta*; encontrándose 70 diferentes especies, muchas de ellas asociadas especialmente a las pasturas que predominan el ambiente aeroportuario. Con relación a este aspecto, el control del tamaño de las gramíneas, la exclusión de árboles frutales exóticos como el mango, y la eliminación de desniveles del terreno que eviten la generación de lagunas, son aspectos que favorecen que el aérea aeroportuaria pierda atractivo para las especies que hacen uso de estos recursos.
2. Diez (10) de las setenta (70) especies de aves fueron identificadas con especial grado de amenaza para la seguridad del vuelo en el Aeropuerto Internacional Matecaña. Sin embargo, las 70 especies presentan un panorama de probabilidad de amenaza por lo cual todas deben estar en permanente monitoreo biológico.
3. En comparación con el estudio de amenaza realizado por Bedoya y Restrepo (2004), siguen siendo 10 especies de aves las generadoras de eventos de peligro, con cambios en la composición de las especies entre ambas evaluaciones.
4. El desarrollo de los índices FSR, son de gran utilidad para direccionar las actividades de dispersión y son fieles a las condiciones reales del problema.

5. Especies como el Gallinazo que presentan picos de actividad relacionados con las condiciones climáticas, ofrecen un patrón de seguimiento que puede ser tenido en cuenta por el personal aeroportuario que se encargue de dirigir las actividades de mitigación.

6. Las estructuras físicas del aeropuerto y algunas aeronaves abandonadas dentro del aeródromo, están actuando negativamente en contra del control de la amenaza, puesto que brindan áreas óptimas de resguardo y anidación a especies con calificación de amenaza alta como la torcaza y de amenaza media como la golondrina.

7. El Gallinazo que se presenta en este estudio como la amenaza potencial, sigue siendo el *Talón de Aquiles* en términos de dispersión: contrariamente se deben aumentar las medidas pasivas, como estudios de tránsito regional de la especie, que aporten información sobre el manejo de residuos que estén junto a otros factores favoreciendo el tránsito de esta especie por el territorio aeroportuario.

8. La distribución espacial de la amenaza que se halló en este trabajo y que se ve sectorizada hacia el extremo oeste del aeropuerto, debe estar relacionada con la presencia de árboles dispersos, rastrojo alto y parches de bosque ubicados en este sector. Estos lugares son usados como áreas de alimentación, descanso o pernoctación por muchas especies residentes. La intervención de estas áreas boscosas, requiere un estudio de impacto previo, pues no se debe solucionar un problema ambiental generando otro.

9. La presencia de aves en eventos de impacto previos, fue un criterio muy importante en la calificación de las especies que generan mayor amenaza. En este sentido todo el personal encargado de la revisión de pista, debe estar capacitado para la colecta de los restos de las aves impactadas y buscar su adecuada identificación. Muchos registros de impactos con aves no determinan la especie involucrada.

10. Los cruces de pista de algunas especies como *Z. auriculata* y *P. menstruus* se originan en lugares que desconocemos, ubicar los sitios de partida y llegada de estos grupos, podría entregar información clave para el manejo ambiental de estas especies objetivo.

11. Las medidas de dispersión que sean implementadas en un aeropuerto deben ir especialmente dirigidas a las especies, que según estudios como éste, sean de mayor importancia en términos de amenaza.

12. Debe entenderse que las aves expuestas a la actividad aeronáutica, son individuos de difícil dispersión, resultado del hábito desarrollado por su cercanía a fuertes sonidos, luces y alta movilidad de elementos. Esto se traduce en que las medidas de dispersión que mejor resultado individual otorgan, son las que trabajan sobre el consciente del animal. Por ejemplo la cetrería, que funciona como un estresor psicológico, ya que las aves se dispersan por su instinto de protección y no regresan al área que identifican peligrosa.

13. Especies como las golondrinas no respondieron adecuadamente al predador natural (cetrería) porque el gavilán usado en esta experiencia, por sus dimensiones y conformación morfológica no está diseñado para cazarlas. A diferencia de un miembro de la subfamilia Falconidae, los verdaderos halcones, quienes son predadores potenciales de aves pequeñas y veloces como la golondrina. Es decir que el grupo de aves de cetrería para un aeropuerto debe ser diseñado partiendo del listado de aves objetivo que se quieren dispersar.

Recomendaciones

1. Los monitoreos de aves dentro del aeropuerto son constantemente interrumpidos por las actividades aeronáuticas, y muchas veces eventos como la llegada de personalidades políticas, requieren la salida de los investigadores de las áreas de trabajo (normas de seguridad). Ante estos inconvenientes se recomienda para próximos estudios hacer muchos días de muestreo para que en la depuración de los datos, se termine con suficientes antecedentes, ya que los días incompletos no se deben incluir en los estudios de amenaza.
2. También se recomienda que en próximos estudios se evalúe el tiempo de regreso de las aves después de la dispersión, ya que este valor sería importante para administrar las medidas de dispersión y no sobreexponerlas innecesariamente.
3. Es importante que el Aeropuerto Internacional Matecaña habilite un laboratorio de muestras biológicas, donde puedan ser almacenadas las especies impactadas y este material permanezca disponible para estudios posteriores.
4. Para que estas investigaciones sean aprovechadas de manera técnica, debe promoverse el continuo seguimiento de las especies identificadas con algún nivel de amenaza, teniendo en cuenta que la dinámica poblacional de las especies puede cambiar de un año a otro, transformando el panorama de la amenaza.
5. Por último, se recomienda el uso de la cetrería, como un método eficiente para el control biológico de la mayoría de las especies de aves que habitan un aeropuerto.

Referencias Bibliográficas

- AEROCIVIL (2011). Documentos oficiales. Extraído el 3 de diciembre de 2011 desde http://www.int-birdstrike.org/Warsaw_Papers/IBSC26%20WPAE2.pdf
- Allan, J. R. (2000). *A protocol for bird strike risk assessment at airports. International Birdstrike Comitee.* Ámsterdam. 18 pp. Extraído 15 de octubre de 2011 desde http://int-birdstrike.org/Amsterdam_Papers/IBSC25%20WPOS3.pdf
- Amaya-Espinel, J.D & Rico, G. (2005). Caracterización y evaluación del peligro aviario presente en siete aeropuertos de Colombia. Informe final y plan de manejo. Aeronáutica Civil de Colombia - Unión Temporal UTAR Manejo Peligro aviario. Contrato Consultoría No 4000220. Bogotá, D.C., Colombia.
- Anagnostopoulos, A. (2000). *Monitoring avifauna for risk analysis at Athens international airport S.A.* In the proceedings of the 25th IBSC Amsterdam 17-21 April 2000, Volume II: 125-138. 17 pp.
- Annicchiarico, L. M. (2008). Programa Nacional de Limitación de fauna en Aeropuertos. Unidad administrativa de la Aeronáutica Civil Colombiana. Bogotá, D.C., Colombia. p.104.
- Barras, S.C. & Wright, S.E. (2002). *Civil aircraft collisions with birds and other wildlife in Ohio, 1990-1999.* Ohio J. Science 102: 2-7. 6 pp. Extraído el 12 de agosto de 2011 desde https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/handle/1811/23915/V102N2_002.pdf;jsessionid=6B877571A1B4C898CAC19CFDD8F10071?sequence=1
- Baudry, J. & Baudry, B. F. (2002). *Ecología del paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones.* Ediciones Mundi-prensa. Barcelona, España. p. 353.
- Bedoya, N. & Restrepo, S. (2004). *Plan de manejo de fauna silvestre peligrosa para la aviación en el área de influencia del aeropuerto internacional Matecaña Fase-1.* Aeropuerto Internacional Matecaña- Documento Técnico. Pereira. 94 p.

- Blokpoel, H. (1976). *Bird hazards to aircraft*. Clarke, Irwin & Co., Ltd., Canada. 235 pp. Extraído el 20 de agosto de 2011 desde <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1024&context=vpc14&blokpoel%2C%20h.%201976.%20bird%20hazards%20aircraft.%20clarke%2C%20irwin%20%26%20co.%2C%20ltd.%2C%20canada.%20235%20pp.%22>
- Blokpoel, H. (1977). *The use of falcons to disperse nuisance birds at Canadian airports: an update*. Proc. World Conf. on Bird Hazards to Aircraft 3:179-187.
- Carmona, I. A. (2004). “*Aerodinámica y actuaciones del avión*”, Ed. Thompson-Paraninfo, 2004.
- Cleary, C.C., & R. A. Dolbeer. (2005). *Manejo del riesgo por fauna silvestre en aeropuertos*. Administración de Aviación Federal (FAA). USA.
- Davis, R.A., & R. E. Harris. (1998). *Evaluation of the efficacy of products and techniques for airport bird control*. Report by LGL Ltd., King City, Ontario for Aerodrome Safety Branch Transport Canada. Place de Ville, Tower C 330 Sparks Street Ottawa, Ontario. 107 p. 209 pp. Extraído el 12 de agosto de 2011 desde <http://www.tc.gc.ca/publications/bil/TP13029/PDF/HR/TP13029B.pdf>
- Erickson, W, Marshy, R.E & Salmonz. T, P. (1990). *A review of falconry as a bird-hazing technique*. Vertebrate Pest Conference Proceedings collection Proceedings of the Fourteenth Vertebrate Pest Conference 1990. University of Nebraska. Extraído el 10 de agosto de 2011 desde
- Estacio, J. (2002). *Plan estratégico para la reducción del riesgo en el territorio ecuatoriano*. Consultoría PREANDINO, SENPLADES-CAF Presidencia de la República de Ecuador. Quito-Ecuador. 104 p.
Extraído el 20 de agosto de 2001 desde <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1024&context=vpc14&sei-redir=1&referer=http%3A%2F%2Fwww.google.com.mx%2Furl%3Fsa%A%20C%20blokpoel%2C%20h.%20%281977%29.%20use%20falcons%20disperse%20hazards%20aircraft%203%3A179-187.%22>
- Godínez, E. & Bustos, F. (2006). *Manual Guía sobre sistema de gestión de fauna para la seguridad operacional (SMS – FAUNA)*. CARSAMPAF.

Anexos

Anexo A.

Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ESTADO
PHALACROCORACIDAE	Cormorán Neotropical	Phalacrocorax brasilianus	
ARDEIDAE	Garcita Bueyera	Bubulcus ibis	
ARDEIDAE	Garza Patiamarilla	Egretta thula	
THRESKIORNITHIDAE	Coquito	Phimosus infuscatus	
CATHARTIDAE	Guala Cabecirroja	Cathartes aura	
CATHARTIDAE	Gallinazo Negro	Coragyps atratus	
PANDIONIDAE	Águila Pescadora	Pandion haliaetus	Mb
ACCIPITRIDAE	Gavilán Maromero	Elanus leucurus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Caminero	Buteo magnirostris	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Rabicorto	Buteo brachyurus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Coliblanco	Buteo albicaudatus	
FALCONIDAE	Caracara Moñudo	Caracara cheriway	
FALCONIDAE	Pigua	Milvago chimachima	
FALCONIDAE	Cernícalo Americano	Falco sparverius	
FALCONIDAE	Halcón Plomizo	Falco femoralis	
FALCONIDAE	Halcón Peregrino	Falco peregrinus	Mb
CHARADRIIDAE	Pellar	Vanellus chilensis	
SCOLOPACIDAE	Correlimos Sabanero	Bartramia longicauda	Mb
COLUMBIDAE	Tortolita Rojiza	Columbina talpacoti	
COLUMBIDAE	Paloma Doméstica	Columba livia	Int
COLUMBIDAE	Paloma Morada	Patagioenas cayennensis	
COLUMBIDAE	Paloma Colorada	Patagioenas subvinacea	
COLUMBIDAE	Torcaza Nagüiblanca	Zenaida auriculata	
PSITTACIDAE	Perico Frentirrojo	Aratinga wagleri	
PSITTACIDAE	Perico Carisucio	Aratinga pertinax	
PSITTACIDAE	Periquito de Anteojos	Forpus conspicillatus	
PSITTACIDAE	Periquito Bronceado	Brotogeris jugularis	
PSITTACIDAE	Cotorra Cabeciazul	Pionus menstruus	
CUCULIDAE	Garrapatero Piquiliso	Crotophaga ani	
APODIDAE	Vencejo Barbiblanco	Cypseloides cryptus	
APODIDAE	Vencejo Cuellirrojo	Streptoprocne rutila	

APODIDAE	Vencejo Collarejo	Streptoprocne zonaris	
APODIDAE	Vencejo Pierniblanco	Aeronautes montivagus	
TROCHILIDAE	Amazilia Colirrufa	Amazilia tzacatl	
PICIDAE	Carpintero Robledales	de Melanerpes formicivorus	
PICIDAE	Carpintero Habado	Melanerpes rubricapillus	
FURNARIIDAE	Chamicero Pálido	Synallaxis albescens	
TYRANNIDAE	Elenia Copetona	Elaenia flavogaster	
TYRANNIDAE	Espatulilla Común	Todirostrum cinereum	
TYRANNIDAE	Titiribí Pechirrojo	Pyrocephalus rubinus	
TYRANNIDAE	Sirirí Bueyero	Machetornis rixosa	
TYRANNIDAE	Suelda Crestinegra	Myiozetetes cayanensis	
TYRANNIDAE	Bichofué	Pitangus sulphuratus	
TYRANNIDAE	Sirirí Común	Tyrannus melancholicus	
TYRANNIDAE	Sirirí Tijeretón	Tyrannus savana	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Blanquiazul	Pygochelidon cyanoleuca	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Paramuna	Orochelidon flavipes	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Tijereta	Hirundo rustica	Mb
TROGLODYTIDAE	Cucarachero Común	Troglodytes aedon	
TURDIDAE	Mayo Embarrador	Turdus ignobilis	
THRAUPIDAE	Azulejo Común	Thraupis episcopus	
THRAUPIDAE	Azulejo Palmero	Thraupis palmarum	
THRAUPIDAE	Tangará Cabecirrufa	Tangara gyrola	
THRAUPIDAE	Saltador Pío-judío	Saltator striatipectus	
THRAUPIDAE	Semillero Cariamarillo	Tiaris olivaceus	
EMBERIZIDAE	Sabanero Grillo	Ammodramus savannarum	
EMBERIZIDAE	Canario Coronado	Sicalis flaveola	
EMBERIZIDAE	Canario Sabanero	Sicalis luteola	
EMBERIZIDAE	Espiguero Saltarín	Volatinia jacarina	
EMBERIZIDAE	Espiguero Pizarra	Sporophila schistacea	
EMBERIZIDAE	Espiguero Capuchino	Sporophila nigricollis	
EMBERIZIDAE	Espiguero Ladrillo	Sporophila minuta	
EMBERIZIDAE	Espiguero Buchicastaño	Sporophila castaneiventris	
EMBERIZIDAE	Arrocero Renegrado	Oryzoborus crassirostris	
CARDINALIDAE	Picogordo Degollado	Pheucticus ludovicianus	Mb
PARULIDAE	Reinita Tropical	Parula pitiayumi	
ICTERIDAE	Chamón Común	Molothrus bonariensis	
ICTERIDAE	Soldadito	Sturnella militaris	
FRINGILLIDAE	Jilguero Aliblanco	Carduelis psaltria	
FRINGILLIDAE	Eufonia Gorgiamarilla	Euphonia lanirostris	

Anexo B.

Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de control.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ESTADO
PHALACROCORACIDAE	Cormorán Neotropical	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	
ARDEIDAE	Garcita Bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	Int
ARDEIDAE	Garza Patiamarilla	<i>Egretta thula</i>	
THRESKIORNITHIDAE	Coquito	<i>Phimosus infuscatus</i>	
CATHARTIDAE	Guala Cabecirroja	<i>Cathartes aura</i>	
CATHARTIDAE	Gallinazo Negro	<i>Coragyps atratus</i>	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Maromero	<i>Elanus leucurus</i>	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Caminero	<i>Buteo magnirostris</i>	
FALCONIDAE	Caracara Moñudo	<i>Caracara cheriway</i>	
FALCONIDAE	Pigua	<i>Milvago chimachima</i>	
FALCONIDAE	Cernícalo Americano	<i>Falco sparverius</i>	
FALCONIDAE	Halcón Plomizo	<i>Falco femoralis</i>	
FALCONIDAE	Halcón Peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Mb
CHARADRIIDAE	Pellar	<i>Vanellus chilensis</i>	
COLUMBIDAE	Tortolita Rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>	
COLUMBIDAE	Paloma Doméstica	<i>Columba livia</i>	Int
COLUMBIDAE	Paloma Colorada	<i>Patagioenas subvinacea</i>	
COLUMBIDAE	Torcaza Nagüiblanca	<i>Zenaida auriculata</i>	
PSITTACIDAE	Perico Frentirrojo	<i>Aratinga wagleri</i>	
PSITTACIDAE	Periquito de Anteojos	<i>Forpus conspicillatus</i>	
PSITTACIDAE	Cotorra Cabeciazul	<i>Pionus menstruus</i>	
CUCULIDAE	Garrapatero Piquiliso	<i>Crotophaga ani</i>	
APODIDAE	Vencejo Cuellirrojo	<i>Streptoprocne rutila</i>	
APODIDAE	Vencejo Collarejo	<i>Streptoprocne zonaris</i>	
APODIDAE	Vencejo Pierniblanco	<i>Aeronautes montivagus</i>	
PICIDAE	Carpintero de Robledales	<i>Melanerpes formicivorus</i>	
FURNARIIDAE	Chamicero Pálido	<i>Synallaxis albescens</i>	
TYRANNIDAE	Elenia Copetona	<i>Elaenia flavogaster</i>	
TYRANNIDAE	Espatulilla Común	<i>Todirostrum cinereum</i>	
TYRANNIDAE	Titiribí Pechirrojo	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	
TYRANNIDAE	Sirirí Bueyero	<i>Machetornis rixosa</i>	
TYRANNIDAE	Bichofué	<i>Pitangus sulphuratus</i>	
TYRANNIDAE	Sirirí Común	<i>Tyrannus melancholicus</i>	

TYRANNIDAE	Sirirí Tijeretón	<i>Tyrannus savana</i>	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Blanquiazul	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Paramuna	<i>Orochelidon flavipes</i>	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	Mb
TROGLODYTIDAE	Cucarachero Común	<i>Troglodytes aedon</i>	
TURDIDAE	Mayo Embarrador	<i>Turdus ignobilis</i>	
THRAUPIDAE	Azulejo Común	<i>Thraupis episcopus</i>	
THRAUPIDAE	Semillero Cariamarillo	<i>Tiaris olivaceus</i>	
THRAUPIDAE	Saltador Pío-judío	<i>Saltator striatipectus</i>	
EMBERIZIDAE	Sabanero Grillo	<i>Ammodramus savannarum</i>	
EMBERIZIDAE	Canario Coronado	<i>Sicalis flaveola</i>	
EMBERIZIDAE	Canario Sabanero	<i>Sicalis luteola</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Saltarín	<i>Volatinia jacarina</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Pizarra	<i>Sporophila schistacea</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Capuchino	<i>Sporophila nigricollis</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Buchicastaño	<i>Sporophila castaneiventris</i>	
EMBERIZIDAE	Arrocero Renegrado	<i>Oryzoborus crassirostris</i>	
CARDINALIDAE	Picogordo Degollado	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Mb
PARULIDAE	Reinita Tropical	<i>Parula pitiayumi</i>	
ICTERIDAE	Chamón Común	<i>Molothrus bonariensis</i>	
ICTERIDAE	Soldadito	<i>Sturnella militaris</i>	
FRINGILLIDAE	Eufonia Gorgiamarilla	<i>Euphonia lanirostris</i>	
FRINGILLIDAE	Jilguero Aliblanco	<i>Carduelis psaltria</i>	

Anexo C.

Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de dispersión con cañón de propano.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ESTADO
ARDEIDAE	Garcita Bueyera	Bubulcus ibis	
ARDEIDAE	Garza Patiamarilla	Egretta thula	
CATHARTIDAE	Gallinazo Negro	Coragyps atratus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Rabicorto	Buteo brachyurus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Caminero	Buteo magnirostris	
FALCONIDAE	Halcón Plomizo	Falco femoralis	
FALCONIDAE	Halcón Peregrino	Falco peregrinus	Mb
FALCONIDAE	Cernícalo Americano	Falco sparverius	
FALCONIDAE	Pigua	Milvago chimachima	
CHARADRIIDAE	Pellar	Vanellus chilensis	
COLUMBIDAE	Paloma Doméstica	Columba livia	Int
COLUMBIDAE	Tortolita Rojiza	Columbina talpacoti	
COLUMBIDAE	Torcaza Nagüiblanca	Zenaida auriculata	
PSITTACIDAE	Perico Carisucio	Aratinga pertinax	
PSITTACIDAE	Cotorra Cabeciazul	Pionus menstruus	
CUCULIDAE	Garrapatero Piquiliso	Crotophaga ani	
APODIDAE	Vencejo Collarejo	Streptoprocne zonaris	
TROCHILIDAE	Amazilia Colirrufa	Amazilia tzacatl	
PICIDAE	Carpintero Habado	Melanerpes rubricapillus	
FURNARIIDAE	Chamicero Pálido	Synallaxis albescens	
TYRANNIDAE	Sirirí Bueyero	Machetornis rixosa	
TYRANNIDAE	Bichofué	Pitangus sulphuratus	
TYRANNIDAE	Titiribí Pechirrojo	Pyrocephalus rubinus	
TYRANNIDAE	Sirirí Común	Tyrannus melancholicus	
TYRANNIDAE	Sirirí Tijeretón	Tyrannus savana	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Tijereta	Hirundo rustica	Mb
HIRUNDINIDAE	Golondrina Blanquiazul	Pygochelidon cyanoleuca	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Paramuna	Orochelidon flavipes	
TROGLODYTIDAE	Cucarachero Común	Troglodytes aedon	
TURDIDAE	Mayo Embarrador	Turdus ignobilis	
THRAUPIDAE	Saltador Pío-judío	Saltator striatipectus	
THRAUPIDAE	Tangará Cabecirrufa	Tangara gyrola	
THRAUPIDAE	Azulejo Común	Thraupis episcopus	
THRAUPIDAE	Azulejo Palmero	Thraupis palmarum	

THRAUPIDAE	Semillero Cariamarillo	<i>Tiaris olivaceus</i>	
EMBERIZIDAE	Sabanero Grillo	<i>Ammodramus savannarum</i>	
EMBERIZIDAE	Canario Coronado	<i>Sicalis flaveola</i>	
EMBERIZIDAE	Canario Sabanero	<i>Sicalis luteola</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Buchicastaño	<i>Sporophila castaneiventris</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Capuchino	<i>Sporophila nigricollis</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Pizarra	<i>Sporophila schistacea</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Saltarín	<i>Volatinia jacarina</i>	
CARDINALIDAE	Picogordo Degollado	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Mb
ICTERIDAE	Chamón Común	<i>Molothrus bonariensis</i>	
ICTERIDAE	Soldadito	<i>Sturnella militaris</i>	
FRINGILLIDAE	Jilguero Aliblanco	<i>Carduelis psaltria</i>	

Anexo D.

Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de dispersión con Pirotecnia

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ESTADO
PHALACROCORACIDAE	Cormorán Neotropical	Phalacrocorax brasilianus	
ARDEIDAE	Garcita Bueyera	Bubulcus ibis	
ARDEIDAE	Garza Patiamarilla	Egretta thula	
CATHARTIDAE	Gallinazo Negro	Coragyps atratus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Coliblanco	Buteo albicaudatus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Caminero	Buteo magnirostris	
FALCONIDAE	Caracara Moñudo	Caracara cheriway	
FALCONIDAE	Halcón Plomizo	Falco femoralis	
FALCONIDAE	Halcón Peregrino	Falco peregrinus	Mb
FALCONIDAE	Cernícalo Americano	Falco sparverius	
FALCONIDAE	Pigua	Milvago chimachima	
CHARADRIIDAE	Pellar	Vanellus chilensis	
SCOLOPACIDAE	Correlimos Sabanero	Bartramia longicauda	Mb
COLUMBIDAE	Paloma Doméstica	Columba livia	Int
COLUMBIDAE	Tortolita Rojiza	Columbina talpacoti	
COLUMBIDAE	Paloma Morada	Patagioenas cayennensis	
COLUMBIDAE	Torcaza Nagüiblanca	Zenaida auriculata	
PSITTACIDAE	Perico Frentirrojo	Aratinga wagleri	
PSITTACIDAE	Cotorra Cabeciazul	Pionus menstruus	
CUCULIDAE	Garrapatero Piquiliso	Crotophaga ani	
APODIDAE	Vencejo Collarejo	Streptoprocne zonaris	
FURNARIIDAE	Chamicero Pálido	Synallaxis albescens	
TYRANNIDAE	Elenia Copetona	Elaenia flavogaster	
TYRANNIDAE	Sirirí Bueyero	Machetornis rixosa	
TYRANNIDAE	Suelda Crestinegra	Myiozetetes cayanensis	
TYRANNIDAE	Bichofué	Pitangus sulphuratus	
TYRANNIDAE	Titiribí Pechirrojo	Pyrocephalus rubinus	
TYRANNIDAE	Sirirí Común	Tyrannus melancholicus	
TYRANNIDAE	Sirirí Tijeretón	Tyrannus savana	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Tijereta	Hirundo rustica	Mb
HIRUNDINIDAE	Golondrina Paramuna	Orochelidon flavipes	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Blanquiazul	Pygochelidon cyanoleuca	

TROGLODYTIDAE	Cucarachero Común	Troglodytes aedon
TURDIDAE	Mayo Embarrador	Turdus ignobilis
THRAUPIDAE	Azulejo Común	Thraupis episcopus
THRAUPIDAE	Semillero Cariamarillo	Tiaris olivaceus
EMBERIZIDAE	Sabanero Grillo	Ammodramus savannarum
EMBERIZIDAE	Arrocero Renegrado	Oryzoborus crassirostris
EMBERIZIDAE	Canario Coronado	Sicalis flaveola
EMBERIZIDAE	Canario Sabanero	Sicalis luteola
EMBERIZIDAE	Espiguero Buchicastaño	Sporophila castaneiventris
EMBERIZIDAE	Espiguero Ladrillo	Sporophila minuta
EMBERIZIDAE	Espiguero Capuchino	Sporophila nigricollis
EMBERIZIDAE	Espiguero Pizarra	Sporophila schistacea
EMBERIZIDAE	Espiguero Saltarín	Volatinia jacarina
PARULIDAE	Reinita Tropical	Parula pitiayumi
ICTERIDAE	Chamón Común	Molothrus bonariensis
ICTERIDAE	Soldadito	Sturnella militaris
FRINGILLIDAE	Jilguero Aliblanco	Carduelis psaltria

Anexo E.

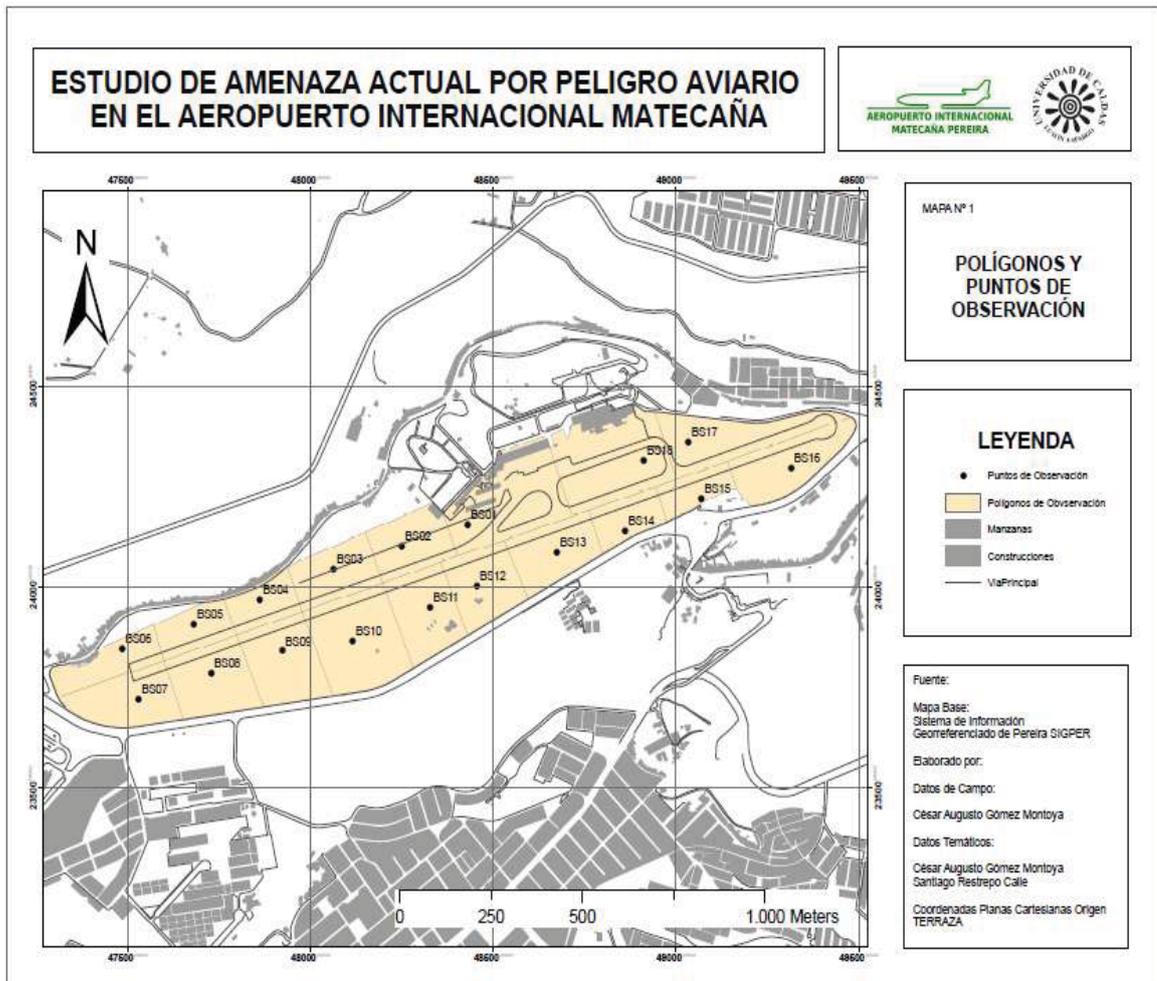
Listado de especies registradas en el Aeropuerto Internacional Matecaña, bajo el tratamiento de dispersión con Cetrería.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ESTADO
PHALACROCORACIDAE	Cormorán Neotropical	Phalacrocorax brasilianus	
THRESKIORNITHIDAE	Coquito	Phimosus infuscatus	
CATHARTIDAE	Gallinazo Negro	Coragyps atratus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Maromero	Elanus leucurus	
ACCIPITRIDAE	Gavilán Caminero	Buteo magnirostris	
FALCONIDAE	Caracara Moñudo	Caracara cheriway	
FALCONIDAE	Pigua	Milvago chimachima	
FALCONIDAE	Cernícalo Americano	Falco sparverius	
FALCONIDAE	Halcón Plomizo	Falco femoralis	
FALCONIDAE	Halcón Peregrino	Falco peregrinus	Mb
COLUMBIDAE	Tortolita Rojiza	Columbina talpacoti	
COLUMBIDAE	Torcaza Nagüiblanca	Zenaida auriculata	
PSITTACIDAE	Perico Frentirrojo	Aratinga wagleri	
PSITTACIDAE	Cotorra Cabeciazul	Pionus menstruus	
CUCULIDAE	Garrapatero Piquiliso	Crotophaga ani	
APODIDAE	Vencejo Collarejo	Streptoprocne zonaris	
FURNARIIDAE	Chamicero Pálido	Synallaxis albescens	
TYRANNIDAE	Elenia Copetona	Elaenia flavogaster	
TYRANNIDAE	Titiribí Pechirrojo	Pyrocephalus rubinus	
TYRANNIDAE	Bichofué	Pitangus sulphuratus	
TYRANNIDAE	Sirirí Común	Tyrannus melancholicus	
TYRANNIDAE	Sirirí Tijeretón	Tyrannus savana	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Blanquiazul	Pygochelidon cyanoleuca	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Paramuna	Orochelidon flavipes	
HIRUNDINIDAE	Golondrina Tijereta	Hirundo rustica	Mb
TROGLODYTIDAE	Cucarachero Común	Troglodytes aedon	
THRAUPIDAE	Azulejo Común	Thraupis episcopus	
THRAUPIDAE	Semillero Cariamarillo	Tiaris olivaceus	
EMBERIZIDAE	Sabanero Grillo	Ammodramus savannarum	
EMBERIZIDAE	Canario Coronado	Sicalis flaveola	
EMBERIZIDAE	Canario Sabanero	Sicalis luteola	
EMBERIZIDAE	Espiguero Saltarín	Volatinia jacarina	
EMBERIZIDAE	Espiguero Pizarra	Sporophila schistacea	

EMBERIZIDAE	Espiguero Capuchino	<i>Sporophila nigricollis</i>	
EMBERIZIDAE	Espiguero Buchicastaño	<i>Sporophila castaneiventris</i>	
EMBERIZIDAE	Arrocero Renegrado	<i>Oryzoborus crassirostris</i>	
CARDINALIDAE	Picogordo Degollado	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Mb
PARULIDAE	Reinita Tropical	<i>Parula pitiayumi</i>	
ICTERIDAE	Soldadito	<i>Sturnella militaris</i>	
FRINGILLIDAE	Eufonia Gorgiamarilla	<i>Euphonia laniirostris</i>	

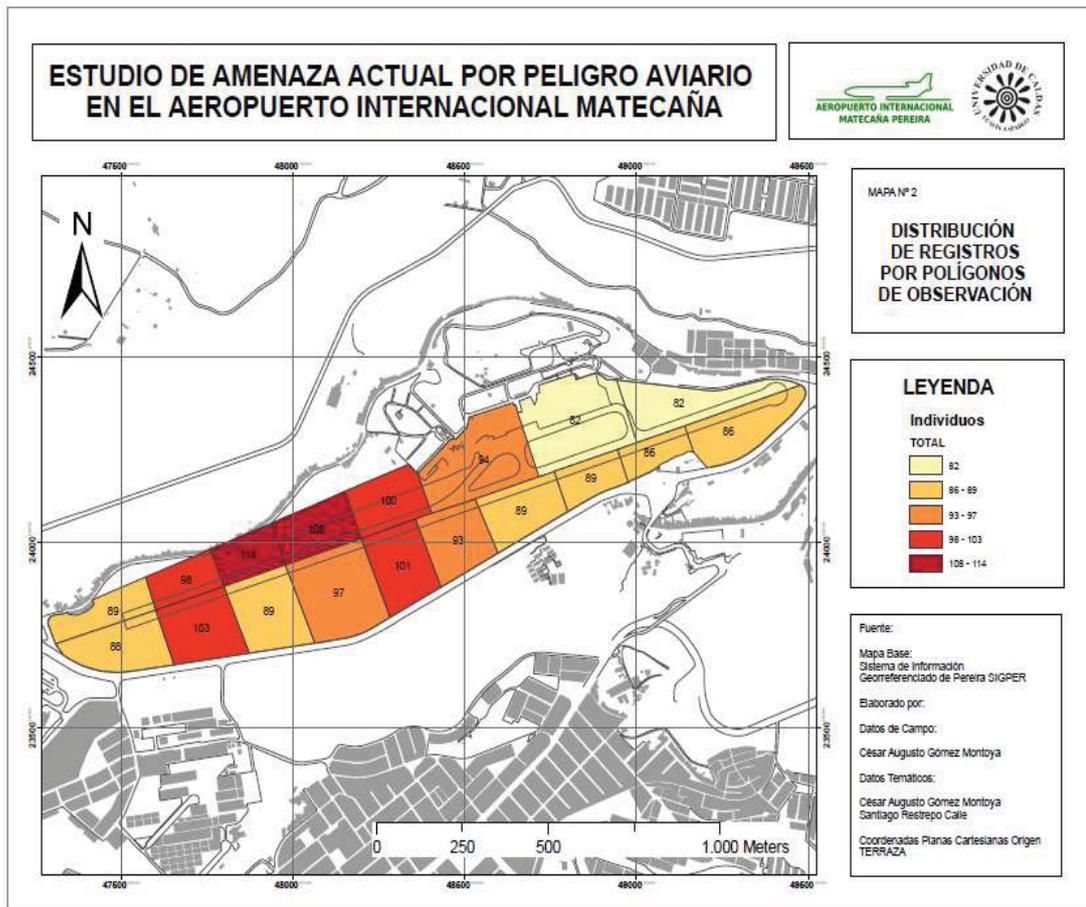
Anexo F.

Mapa de Polígonos y Puntos de Observación



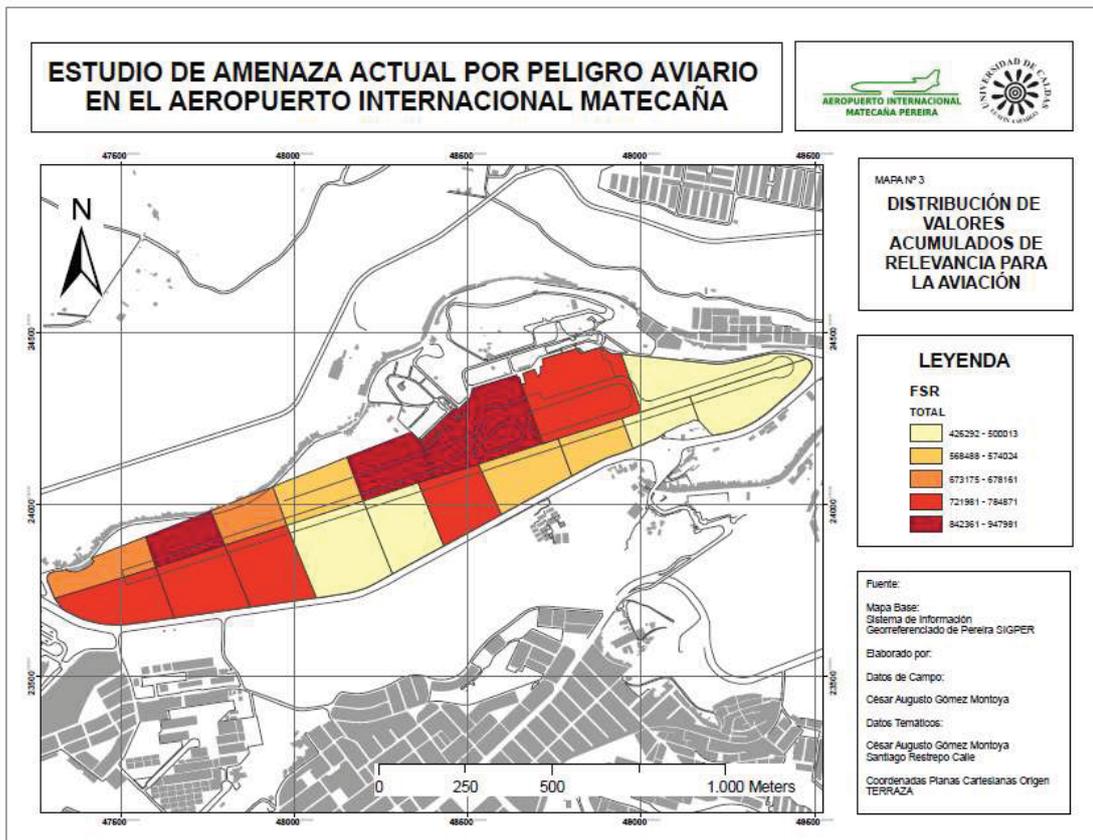
Anexo G.

Mapa de Distribución de Registros por Polígonos de Observación

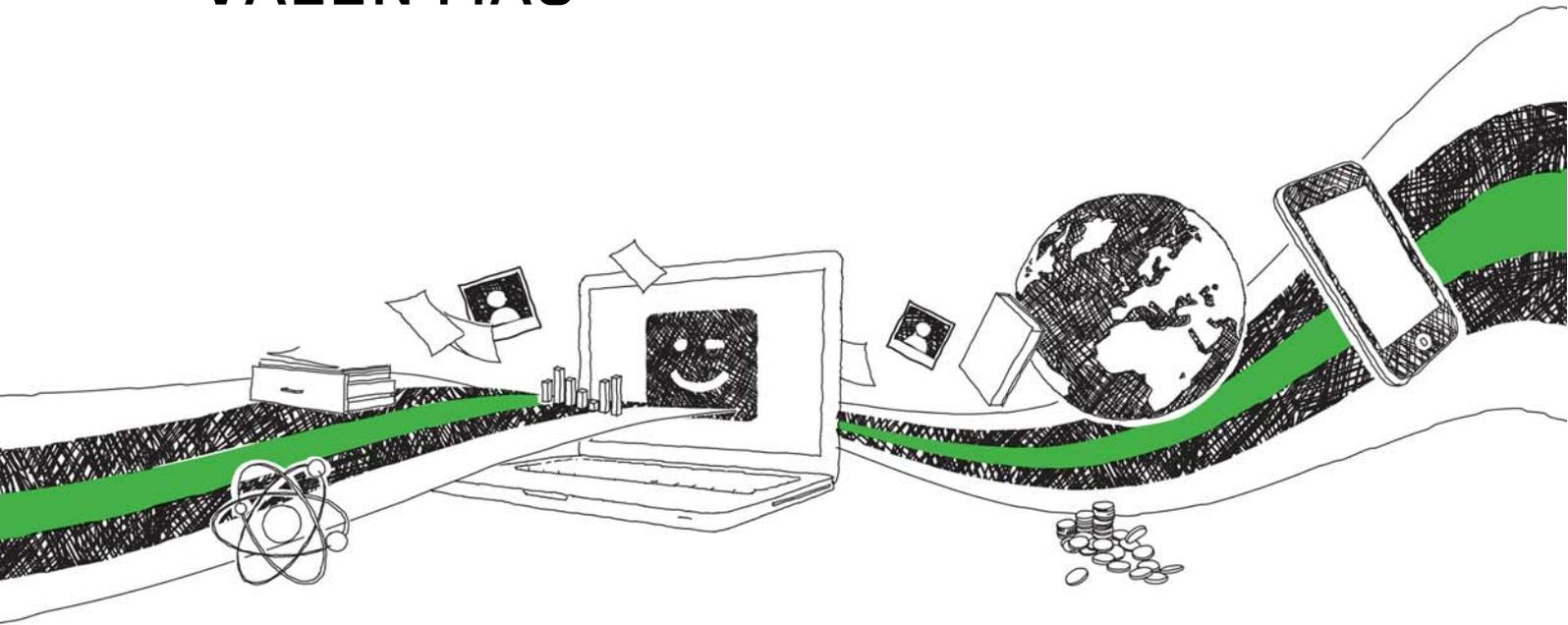


Anexo H.

Mapa de Distribución de Valores Acumulados de Relevancia para La Aviación FSR.



CON GRIN SUS CONOCIMIENTOS VALEN MAS



- Publicamos su trabajo académico, tesis y tesina
- Su propio eBook y libro - en todos los comercios importantes del mundo
- Cada venta le sale rentable

Ahora suba en www.GRIN.com
y publique gratis

