



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
DOBLE CALZADA GIRARDOT-IBAGUÉ SOBRE LA AVIFAUNA EN EL
MUNICIPIO DE IBAGUÉ - TOLIMA**

BILMA ADELA FLORIDO CUELLAR

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ
MAYO DE 2015**



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
DOBLE CALZADA GIRARDOT-IBAGUÉ SOBRE LA AVIFAUNA EN EL
MUNICIPIO DE IBAGUÉ - TOLIMA**

BILMA ADELA FLORIDO CUELLAR

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Magister en gestión ambiental**

Director:

LUIS MIGUEL RENJIFO MARTÍNEZ Ph.D

FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ
MAYO DE 2015**

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	13
2.	JUSTIFICACIÓN	15
3.	ESTADO DEL ARTE	16
3.1.	Impactos de las obras de infraestructura	16
3.2.	Avifauna En La Zona De Estudio.....	18
3.3.	Contexto Mundial: Carreteras y sus efectos en la avifauna	18
3.4.	Contexto Nacional: Carreteras y sus efectos en la avifauna	19
3.5.	Contexto Regional: Carreteras y sus efectos en la avifauna	20
3.6.	Impacto ambiental.....	20
3.7.	Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) y su Importancia.....	21
4.	OBJETIVOS	23
4.1.	Objetivo General.....	23
4.2.	Objetivos Específicos.....	23
5.	METODOLOGÍA	24
5.1.	ÁREA DE ESTUDIO	24
5.1.1.	Descripción de la Obra Generadora del Impacto	24
5.2.	MÉTODOS DE CAMPO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	27
5.2.1.	Cambios en la composición y abundancia de las aves.....	27
5.2.2.	Censo de aves y esfuerzo de muestreo.....	27
5.2.3.	Análisis de la Diversidad	28
5.2.4.	Categorías Ecológicas.....	28
5.2.5.	Gremios Tróficos de las Aves	28
5.2.6.	La gestión ambiental como herramienta para la conservación de la avifauna EIA	29
5.2.7.	Valoración Cualitativa	29
5.2.8.	Valoración Cuantitativa	29
5.3.	Metodología estudio de impacto ambiental V. Conesa Fernández- Vítora	30
5.3.1.	Matriz de Valoración de Impactos.....	30
6.	RESULTADOS.....	36
6.1.	ANÁLISIS POR LOCALIDAD	38
6.1.1.	Laguna El Toro.....	38

6.1.2.	Laguna La Esmeralda	50
6.1.3.	Laguna Picaleña.....	62
6.1.4.	Laguna El Salado	75
7.	DISCUSIÓN	87
7.1.	Contraste entre Localidades tratamiento y control	87
7.2.	Análisis POR LOCALIDAD	89
7.2.1.	Laguna El Toro.....	89
7.2.2.	Laguna La Esmeralda	91
7.2.3.	Laguna Picaleña.....	93
7.2.4.	Laguna El Salado	94
8.	CONCLUSIONES	96
9.	RECOMENDACIONES	97
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
11.	ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las localidades del estudio en un mapa de coberturas de la zona norte del municipio de Ibagué, ovalo rojo (localidades tratamiento) localidades que serán evaluadas por el impacto de la nueva carretera, ovalo azul (localidades control) las localidades que no fueron influenciadas por la construcción de la vía.....	26
Figura 2. Localidades monitoreadas por el GOAT en los Censos Nacionales de Aves Acuáticas	27
Figura 3. Riqueza de especies por familia.....	36
Figura 4. Número de individuos por familia	37
Figura 5. Número de individuos por especie para las especies más abundantes.....	37
Figura 6. Riqueza de familias 2005 a 2012 Laguna El Toro.....	38
Figura 7. Abundancia por familias 2005 a 2012 Laguna El Toro.	39
Figura 8. Especies mejor representadas 2005 a 2012 Laguna El Toro.....	39
Figura 9. Dinámica temporal del número de especies en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.....	42
Figura 10. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.....	43
Figura 11. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.....	43
Figura 12. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.....	44
Figura 13. Número de especies e individuos en las categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.	44
Figura 14. Índices de Shannon H' y Dominancia D , calculados para las tres categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.....	45
Figura 15. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.	46
Figura 16. Riqueza de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna La Esmeralda. ...	50
Figura 17. Individuos de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna La Esmeralda.	51

Figura 18. Individuos más representativos 2005 a 2012 Laguna La Esmeralda.	51
Figura 19. Dinámica temporal del número de especies en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.....	55
Figura 20. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.....	55
Figura 21. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.....	56
Figura 22. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.....	56
Figura 23. Número de especies e individuos en las categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda.	57
Figura 24. Índices de Shannon H' y Dominancia D , calculados para las tres categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda	57
Figura 25. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda	58
Figura 26. Riqueza de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna Picalaña.	62
Figura 27. Individuos por familias más representativas 2005 a 2012 Laguna Picalaña.	63
Figura 28. Abundancia de individuos más representativos 2005 a 2012 Laguna Picalaña.	63
Figura 29. Dinámica temporal del número de especies en la laguna Picalaña, entre los años 2005-2012.....	67
Figura 30. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna Picalaña, entre los años 2005-2012.....	67
Figura 31. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna Picalaña, entre los años 2005-2012.....	68
Figura 32. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna Picalaña, entre los años 2005-2012.....	68
Figura 33. Número de especies e individuos en las categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna Picalaña.	69
Figura 34. Índices de Shannon H' y Dominancia D , calculados para las tres categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna Picalaña....	69

Figura 35. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna Picalaña	70
Figura 36. Riqueza de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna El Salado.....	75
Figura 37. Individuos por familias más representativas 2005 a 2012 Laguna El Salado. . .	76
Figura 38. Individuos más representativos 2005 a 2012 Laguna El Salado.	76
Figura 39. Dinámica temporal del número de especies en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.....	80
Figura 40. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.....	80
Figura 41. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.....	81
Figura 42. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.....	81
Figura 43. Número de especies e individuos en las categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado.....	82
Figura 44. Índices de Shannon H' y Dominancia D , calculados para las tres categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado. .	82
Figura 45. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado.	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema valoración cualitativa EIA; Matriz de (Conesa – Fernández 2010) modificada.	30
Tabla 2. Calificación de los impactos.	31
Tabla 3. Intensidad del Impacto.	31
Tabla 4. Extensión del Impacto.	32
Tabla 5. Plazo de manifestación del Impacto.	32
Tabla 6. Recuperabilidad del impacto.	33
Tabla 7. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna El Toro. 40	
Tabla 8. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna El Toro.	40
Tabla 9. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna El Toro.	40
Tabla 10. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Toro. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).	41
Tabla 11. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Toro. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).	42
Tabla 12. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.	45
Tabla 13. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Toro. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	47
Tabla 14. Riqueza y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Toro. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	48
Tabla 15. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad El Toro.	49
Tabla 16. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna La Esmeralda.	52

Tabla 17. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna La Esmeralda.....	52
Tabla 18. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna La Esmeralda.....	53
Tabla 19. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad La Esmeralda. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).....	54
Tabla 20. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad La Esmeralda. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).....	54
Tabla 21. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda.....	58
Tabla 22. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad La Esmeralda. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	59
Tabla 23. y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad La Esmeralda. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	60
Tabla 24. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa y modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad La Esmeralda.	61
Tabla 25. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna Picalaña	64
Tabla 26. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna Picalaña.	64
Tabla 27. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna Picalaña.	65
Tabla 28. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad Picalaña. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).....	66
Tabla 29. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad Picalaña. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).....	66
Tabla 30. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna Picalaña	70

Tabla 31. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad Picalaña. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	71
Tabla 32. Riqueza y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad Picalaña. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	72
Tabla 33. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad Picalaña.	74
Tabla 34. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna El Salado.	77
Tabla 355. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna El Salado.....	77
Tabla 36. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna El Salado.....	78
Tabla 37. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Salado. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).....	79
Tabla 38. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Salado. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).....	79
Tabla 39. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado..	83
Tabla 40. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Salado. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	84
Tabla 41. Riqueza y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Salado. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).	85
Tabla 42. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad El Salado.....	86

RESUMEN

La expansión de vías, la construcción de carreteras, puertos, carreteras y ferrocarriles son un componente importante del progreso de la sociedad y es un paso importante en los países en desarrollo como Colombia. A pesar de esto, el avance de las comunicaciones y el transporte, generan problemáticas en los ecosistemas, tales como, transformación y fragmentación, la pérdida de la conectividad y la extinción de especies. En consecuencia este estudio analiza los posibles impactos ambientales en la dinámica de la comunidad de aves, causada por la construcción de la carretera Ibagué-Bogotá (Picaleña zona, Ibagué).

Se llevó a cabo un análisis multi-temporal (2005 - 2012) de la dinámica de la comunidad de aves. Se identificaron impactos ambientales, tanto positivos como negativos que pueden haber causado la construcción de carreteras en las poblaciones de aves, este estudio contrasta la abundancia, diversidad y composición de las aves, los gremios tróficos y categorías ecológicas en tres períodos, antes, durante y después de la construcción de carreteras. Finalmente se procede a formular una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en base a los efectos sobre la comunidad de aves, comparando los resultados de la evaluación de dos metodologías. Los análisis desarrollados muestran que el posible cambio en la cobertura vegetal y la disponibilidad de recursos pudieron haber favorecido la colonización de especies de áreas abiertas y especies generalistas, así como en la pérdida de aves especialistas o asociadas a sucesiones vegetales avanzadas. El estudio revela la existencia de cambio en los patrones y dinámica de la diversidad de aves, posiblemente a causa de la construcción de un tramo de la autopista. Las dos metodologías desarrolladas en este estudio, demuestran la ocurrencia de impactos ambientales relacionados con las fases de construcción y funcionamiento de la doble calzada Ibagué – Girardot.

Palabras claves: Evaluación del Impacto Ambiental, efecto de carreteras sobre la Avifauna, Ibagué.

ABSTRACT

The expansion of roads, building ports, highways and railways are an important component of the society progress, and it is a relevant step in developing countries like Colombia. In spite of this, the advance of communications and transportation is a source of ecosystems transformation and fragmentation, loss of connectivity and species extinction. In consequence this study analyzes the possible environmental impacts in the bird community dynamics, caused by the construction of the Ibagué-Bogotá highway (Picaleña zone, Ibagué).

A multi-temporal analysis (2005 - 2012) of the bird community dynamics were carried on at four localities of Ibagué city (Tolima-Colombia). Environmental impacts, both positive and negative that may have caused road construction in bird populations were identified. The study contrasted the abundance, diversity and composition of birds, and trophic guilds and ecological categories in three periods, before, during and after the highway construction, in each of the studied localities. Finally the investigation proceeded to formulate an Environmental Impact Assessment (EIA) based on the effects on the bird community, thus comparing the evaluation results of two methodologies. Analyses showed that the possible change in vegetation cover and availability of resources may have favored the colonization of open-area birds and generalist species as well as the loss of specialist birds or those associated with advanced plant succession. The study revealed a change in patterns and dynamics of bird diversity, possibly because of the construction of a highway. Both two methodologies developed in this study demonstrated the occurrence of environmental impacts associated with the construction and operation phases of the Ibagué – Girardot highway.

Key words: Environmental Impact assessment, road effect on birds, Ibagué.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las vías de transporte se describe como uno de los elementos más evidentes en el proceso de fragmentación del hábitat (Noss 1993). Entre los muchos efectos adversos que las carreteras generan sobre el ambiente encontramos la fragmentación del hábitat y el atropellamiento de fauna como los que mayor preocupación generan a la conservación de la biodiversidad (Forman *et al.* 2002). Uno de los hechos que genera más inquietud es el nivel en que se está aumentando el área de las redes de transporte tales como redes férreas, canales y carreteras incluyendo las servidumbres de utilidad y la ampliación de tramos entre otros, puesto que las carreteras actúan como barreras que impiden o reducen el movimiento de la biota, incluyendo el de mamíferos, aves, anfibios, reptiles e invertebrados (McGregor *et al.* 2008). Esto, además de la reducción de la cantidad total de cobertura vegetal, el tamaño de los parches y la calidad del hábitat (Fahrig 2003). El aislamiento de las poblaciones remanentes resultantes de la reducción de la conectividad entre los parches de hábitat, el índice de muertes por atropellamientos (Pons, 2000) y el incremento en los niveles de ruido por tráfico vehicular (Reijnen *et al.* 1995; Hoskin y Goosem, 2010), se consideran las mayores amenazas a la permanencia de las especies, las cuales, se están viendo altamente afectadas por la fragmentación del hábitat (Reed 2004). La reducción en las tasas de dispersión de la fauna silvestre, altera nocivamente las estructuras genéticas de poblaciones pequeñas y aumentan el riesgo de extinción a nivel local a través del incremento de la mortalidad, disminución de la inmigración e inhibición de recolonización, imposibilitando en acceso a los recursos adicionales y alterando nocivamente las estructuras genéticas de las poblaciones y los individuos (Rodríguez y Delibes 2003).

Numerosos estudios señalan diversos aportes de tipo económico y social del mejoramiento de la infraestructura vial al crecimiento regional, tales como la mayor conectividad entre centros urbanos, el desarrollo de los sectores productivos agrícola, minero, el aumento del turismo, entre otros. Documentos como los de Invias (1997), Moreno (2002), USAID/Colombia (2003), señalan los beneficios de la construcción de edificios, túneles, puertos, aeropuertos, vías férreas y carreteras, como elementos necesarios para el mejoramiento de la calidad de vida y el anhelado desarrollo de nuestro país. Sin embargo, Stoner (1925), señala los impactos ambientales que dichas obras producen sobre el ambiente y la biodiversidad en el ámbito mundial. Efectos como la erosión, la degradación de la calidad del agua, la deforestación, el daño a ecosistemas y hábitat valiosos, el declive y la degradación en la calidad escénica o pintoresca, la propagación de enfermedades como consecuencia de la comunicación y los peligros asociados con el tráfico (Fahrig 2003). La mayor parte de estos estudios se han enfocado en carreteras que intervienen bosques de tipo primario o selvas semi-virgenes (Wathern 1992) en países por fuera del Neotrópico.

Por otra parte, Lara (1999) presenta algunas de las bondades de los humedales artificiales como depuradores de aguas residuales. Algunos autores desarrollaron estudios de la avifauna de humedales del alto valle del Magdalena (Ideam 1998; Sanabria *et al.* 2007 y Losada y Molina 2011). No obstante muy pocos de ellos hablan acerca del impacto de la construcción de carreteras en ecosistemas de humedales artificiales o sistemas que otrora fueran sistemas de cultivos o espacios con una alta intervención antrópica, por ejemplo

aquellos dedicados a la ganadería y agricultura, como es el caso del presente estudio y que es de vital importancia dada la gran cantidad de terrenos dedicados a estos sistemas productivos en el país, quienes podrían ser objeto de transformación ecosistémica por obras de infraestructura vial y no cuentan hasta el momento con un referente teórico que identifique, mitigue y/o compense los posibles impactos sobre la biodiversidad de estos ecosistemas intervenidos.

Una de las obras viales más relevantes en el centro del país, es la doble calzada Ibagué-Girardot, la cual fue trazada a lo largo de diferentes ecosistemas dentro de la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T). El propósito de este estudio fue describir y cuantificar los impactos generados por la construcción de la doble calzada Ibagué-Girardot, sobre los ensamblajes de aves presentes en dos localidades asociadas a humedales artificiales de la zona baja del municipio de Ibagué, para de esta forma mostrar que a pesar de ser ecosistemas altamente intervenidos, estos también son susceptibles de impactos ambientales y por ende objetos de gestión y conservación, cambiando un poco la percepción de impacto solo en aquellos paisajes naturales o conservados, evidenciando ya sean acciones positivas o negativas de las obras de infraestructura sobre el ecosistema, que la biodiversidad asociada a estos también debe tener relevancia a la hora de tomar decisiones de carácter ambiental.

2. JUSTIFICACIÓN

La avifauna ha sido identificada como una población adecuada para ser utilizada como indicador biológico o biomonitores de los cambios ambientales en los diferentes tipos de hábitat existentes (Eiseiman 2006; Holamby *et al.* 2006), para este estudio, esto se fundamente en la concentración de aves alrededor de las lagunas y los relictos boscosos ubicados alrededor de ellas, haciendo que la alteración del paisaje por una obra de infraestructura vial, que generaría efectos como pérdida del hábitat, cambios en el uso del suelo, aumento en los niveles de ruido y polución, afectarían directamente la abundancia y diversidad de algunas especies de aves susceptibles a este tipo de cambios.

La evaluación del impacto ambiental de una carretera busca principalmente identificar los efectos que estas obras civiles ocasionan al ambiente, (Dourojeanni 1995) y se desarrolla con el fin de diseñar estrategias que prevengan, mitiguen, corrijan o compensen tales impactos, de la misma manera las evaluaciones de impacto ambiental permiten una retroalimentación en cuanto a las lecciones aprendidas de los impactos que generan, permitiendo de esta manera la generación de procesos de mitigación o prevención de los mismo en obras futuras.

Este estudio pretende describir y cuantificar los impactos como cambios en las dinámicas poblacionales, reducción de la cobertura vegetal entre otros; que la construcción de la doble calzada Ibagué-Girardot haya tenido sobre la dinámica de la avifauna asociada a las localidades estudiadas, quienes presentan humedales artificiales que se comportan como sistemas lénticos naturales aptos para actividades como nidación, alimentación y cría, en las localidades El Toro, La Esmeralda, Picaleña y El Salado ubicadas en el sector de Picaleña (Ibagué), así mismo se propondrán estrategias para advertir, atenuar, modificar o proponer alternativas ambientalmente sostenibles para la conservación de las aves.

Son escasos los estudios para Colombia y limitadas las investigaciones orientadas a evaluar el impacto de la construcción de carreteras (Arroyave *et al.* 2006), más aun, en ecosistemas modificados, cultivos o espacios con una alta intervención antrópica, dado que dichos estudios se han enfocado en carreteras que intervienen bosque de tipo primario o selvas semivirgenes en países por fuera del Neotropico (Wather 1992), razón por la cual esta trabajo trazaría una ruta para la EIA en ecosistemas intervenidos, además de proponer metodologías de análisis multitemporal, tendientes a desarrollar acciones eficaces para la mitigación, corrección y/o compensación a los daños cambios en el ambiente, ocasionados por las obras de infraestructura.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. IMPACTOS DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Numerosos estudios a nivel mundial señalan la importancia de analizar el impacto que genera en la fauna silvestre la construcción o ampliación de obras de infraestructura vial como las carreteras, efectos como la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas, disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativa, alteración del ciclo hidrológico, cambios microclimáticos, producción de material particulado, aumento en el nivel de ruido, contaminación de las aguas y del suelo, son algunos de los problemas que requieren de mitigación y corrección (Goosem 1997).

A menudo se considera a los ecosistemas como unidades dinámicas y por tanto, sujetas a cambios, ya sean naturales o provocados, en donde las actividades relacionadas con la tenencia y uso de la tierra y del territorio son referenciados como los de mayor impacto, en problemáticas tales como transformación de los ecosistemas y procesos de pérdida de la cobertura vegetal (Serfis *et al.* 1994). De esta manera, la construcción de una carretera genera por ende disturbios en los ecosistemas, cambiando los entornos naturales por entornos antropizados (Vitousek *et al.* 1997); Así mismo, las carreteras están asociadas a uno de los mayores impactos ecológicos, como es la fragmentación del hábitat o el “efecto de barrera” que subdivide poblaciones generando consecuencias demográficas y en algunos casos genéticas (Forman y Alexander 1998). Longcore y Rich (2001) analizaron los efectos de las carreteras en los ecosistemas de humedales ocasionados por la iluminación artificial creciente y el ruido sobre la fauna silvestre. Mientras que Tsunokawa y Hoban (1997) tomando como referencia la guía de USAID para América Latina y el Caribe, describen como los efectos más significativos de las carreteras sobre la biodiversidad, la erosión del suelo, la degradación de la calidad del agua, la reducción en la cantidad del agua, la deforestación y los asentamientos incontrolados, la disminución de la calidad del paisaje las problemáticas en la salud, derivadas del polvo y el ruido, además de los cambios en la cultura y en la sociedad local. Sin embargo y pese a lo anterior, los efectos a largo plazo de los impactos de las carreteras en la vida silvestre aun no han sido investigados en profundidad (Spellberg y Morrison 1998). Es por esto que Domínguez (1995) propuso un caso práctico de la evaluación de impacto ambiental de la carretera de Borriol (Castellón, España) no solo los posibles impactos que generan las carreteras en la biodiversidad, además formula unos indicadores de dichos impactos, que permiten formular las medidas que corrijan dichos efectos.

Toda obra de infraestructura genera disturbios en los ecosistemas (Dourojeanni 1995). Son inminentes los efectos que sobre la fauna silvestre ejercen el desarrollo de carreteras, pues estas obras contribuyen a la crisis global de la biodiversidad en varios taxones (Forman y Alexander 1998). Los principales efectos que las obras viales generan sobre la vida silvestre son: la muerte por atropellamiento, la fragmentación del hábitat y como consecuencia de lo anterior la pérdida del hábitat (Jaeger *et al.* 2005). Así mismo, Warren *et al.* (2006) mencionan que el ruido del tráfico puede ocasionar interferencia auditiva, afectando de esta manera el comportamiento reproductivo y el éxito en la cría en algunos organismos. Reijnen *et al.* (1995) evaluaron diferentes distancias entre la carretera y el hábitat de los individuos objeto de estudio y concluyeron que entre mayor sea la distancia

entre la obra vial y el hábitat de las especies menor será el impacto sobre este y proponen que la zona denominada “efecto de carretera” (road effect) debería ser entre 100 y 1000m aproximadamente. En la comunidad de Anuros Carr y Fahrig (2001) documentaron la vulnerabilidad de estas especies a las carreteras con tráfico alto, dado que el elevado nivel del ruido y el alto tráfico vehicular genera disturbios en la reproducción y movilidad de dichas especies. Simmons *et al.*(2010), proponen una revisión de los efectos de las carreteras en fauna silvestre, teniendo como objeto de estudio los diferentes tipos de análisis genéticos basado en frecuencias de alelos a escalas de tiempos mayores que los disturbios, identificando los movimientos emergentes y sus efectos sobre los procesos de la población en las escalas temporales y espaciales. Por otra parte Van der Ree *et al.* (2011), plantearon que la infraestructura lineal es importante para la sociedad, ya que proporciona la conectividad para las personas. Sin embargo, la infraestructura lineal también ejerce importantes efectos negativos en los hábitats adyacentes, las poblaciones de vida silvestre, las comunidades y los ecosistemas, con el agravante que las carreteras y los volúmenes de tráfico siguen aumentando, particularmente en el este de Europa, China, India y América Latina. Así mismo, Eigenbrod *et.al.* (2009), evaluaron el efecto del ruido y el volumen del tráfico en una comunidad de anuros durante la noche y como estos factores pueden dar lugar a efectos negativos incluso en especies que son relativamente poco afectadas de una manera directa por la muerte por atropellamiento en carreras.

El impacto de cada carretera puede extenderse a los alrededores de los hábitats decenas o miles de metros, dependiendo tanto del tipo de hábitat perturbado como de las características específicas de la carretera. La alteración de los patrones de distribución de las aves reproductivas debido al ruido constante de los automóviles y los efectos de barrera que impiden su normal desplazamiento, dependerá también, si las especies son o no, de áreas abiertas y amplia movilidad (Clair 2001).

Una evaluación de impacto ambiental en un proceso de construcción de una carretera, además de generar un estudio multidisciplinario enfocado en la identificación de los impactos previos y futuros que dicha obra social generaría tanto en la sociedad como en el ambiente, es una herramienta útil y efectiva para proponer acciones que mitiguen, corrijan o compensen tales afectaciones (Martínez y Damián 1999). Pese a la cantidad de estudios a nivel mundial dedicados a evaluar el impacto de las carreteras sobre la biodiversidad, aún es muy apresurado definir umbrales de impacto que estructuren de manera eficaz la evaluación de tales efectos (Seiler 2001). Teniendo en cuenta que los entes comisionados a desarrollar los estudios de impacto ambiental (EIA) a menudo trasladan y aplican metodologías copiadas en cualquier contexto o territorio estandarizando prácticas e inventarios light para todo tipo de grupos faunísticos y florístico, sin tener en cuenta zonas de vida, tipos de ecosistemas o fauna asociada al hábitat a intervenir. Sumado a esto actualmente los constructores que ganan las licitaciones para las obras de infraestructura son los mismos encargados del trámite de elaboración del estudio de impacto ambiental dejando como consecuencia que se parcialicen los métodos y la valoración de dicho impactos implementado solo a medias las medidas tendientes a la mitigación, corrección o compensación de dichos impactos (Hernández 2011).

En nuestro país existe muy poca información en materia de impacto de las redes viales en la fauna silvestre, la poca documentación que se encuentra se hace presente en los estudios de

impacto ambiental para la construcción de carreteras y estos se limitan estrictamente a acciones de compensación (Acevedo 1996), que a su vez, son restringidas a la siembra de especies vegetales o revegetalización (Arroyave *et al.* 2006).

3.2. AVIFAUNA EN LA ZONA DE ESTUDIO

El primer acercamiento a un censo de la totalidad de las aves en municipio de Ibagué fue el listado de (Quevedo-Gil 2002) quien registró 366 especies de aves. Posteriormente, el estudio de Parra *et al.* (2007) amplió esa diversidad a más de 500 especies para el municipio. Lo llamativo de estos listados es que cerca de un tercio de la avifauna presente en Ibagué, son aves que se distribuyen dentro de la zona de vida del bosque seco tropical (Sanabria *et al.* 2007), siendo uno de los ecosistemas más representativos y amenazados, en el Alto Valle del Magdalena.

De manera particular, el Grupo de Observadores de Aves del Tolima GOAT ha monitoreado varias localidades de las zonas bajas del municipio durante 8 años consecutivos y entre estos sitios, se encuentran importantes humedales artificiales asociados al cultivo del arroz en la terraza de Ibagué y que se encuentran aledaños a relictos de bosque y vegetación en regeneración (Sanabria *et al.* 2007). Luego Losada y Molina (2011) desarrollaron un análisis de la comunidad de aves en el Alto Valle del Magdalena presentes en la zona de vida denominada bosque seco tropical, zona de vida en la que se ubica la totalidad del área de estudio del presente documento. La doble calzada Ibagué-Girardot, cruza actualmente muy cerca de algunas de estas localidades, las cuales serán evaluadas en el presente estudio.

3.3. CONTEXTO MUNDIAL: CARRETERAS Y SUS EFECTOS EN LA AVIFAUNA

Las poblaciones de aves están declinando alrededor del mundo (BirdLife International, 2008). En América del Norte la abundancia de al menos 20 especies previamente clasificadas como comunes han disminuido más del 50% en los últimos 40 años (Butcher y Niven 2007, BirdLife International, 2008). Las razones de estos descensos no se entienden completamente (Butcher y Niven 2007). En una respuesta probable es la expansión de carreteras pavimentadas (National Research Council 2005) y el consecuente aumento en la velocidad y el volumen de vehículos en las carreteras (Ritter y Wickham 2003) es lo que probablemente ha promovido estas dinámicas.

Los efectos de la carreteras en las aves fueron sintetizados por (Kociolek *et al.* 2011), quien además examinó los posibles efectos negativos de las carreteras sobre las aves, identificando algunas formas de mitigación. Así mismo, Kociolek *et al.* (2011), señaló ciertas maneras en que las carreteras, pueden beneficiar a las aves. Por ejemplo, los caminos conservan el calor, que puede reducir los costes metabólicos de las aves que descansan sobre superficies de carretera, la infraestructura asociada a la carretera (por ejemplo, postes y puentes) puede crear sitios de anidación y promover el aumento de las fuentes de alimentos (Lambertucci *et al.* 2009).

Los cambios en el hábitat y las perturbaciones causadas por la construcción de carreteras y el ruido del tráfico tienen efectos considerables en las poblaciones reproductoras de aves acuáticas, mientras que las poblaciones de paseriformes muestran respuestas menores. En las praderas costeras abiertas, el número de la cría de aves acuáticas se reduce considerablemente debido a las autopistas, donde el tráfico rodado reduce la densidad de las especies *Vanellus vanellus*, *Limosa limosa* hasta dos kilómetros de la carretera en los hábitats de campo abierto (Van Der citado por Zande *et al.* 1980).

3.4. CONTEXTO NACIONAL: CARRETERAS Y SUS EFECTOS EN LA AVIFAUNA

Para Colombia se han registrado 165 especies de aves acuáticas las cuales se encuentran principalmente en humedales de interior y cuerpos de agua lenticos. La región del país en donde se ha registrado la mayor riqueza de aves acuáticas es el Caribe (165 especies) seguida por la región del Pacífico con 142 y la región Andina con 114 (Naranjo y Bravo 2004). Este número representa el 69.09% de las aves acuáticas presentes en el país, el cual es un porcentaje que reviste gran importancia y que recalca la valor de conservar este tipo de hábitats para la preservación de estas especies (Naranjo y Bravo 2004).

La situación para las aves del país no es bueno (Renjifo *et al.* 2002), puesto que las causas de la disminución de las especies incluidas en la lista Renjifo *et al.* (2002) permanece en vigencia a pesar de los diferentes esfuerzos por la conservación de este grupo taxonómico en el país. La estrategia nacional para la conservación de las aves de Colombia (Renjifo *et al.* 2000) y propuestas como la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia (MMA 2002), manifiestan el interés por la conservación de las aves y ecosistemas. Sin embargo, el panorama se torna más serio para las especies de la región andina en donde se ha perdido una proporción sustancial de humedales importantes como hábitat para aves acuáticas (Naranjo y Bravo 2004).

A pesar de los esfuerzos de los diferentes grupos de investigación y conservación de la diversidad ornitológica del país, el conocimiento sobre la dinámica de las comunidades aviarias de ecosistemas marinos y humedales interiores es todavía deficiente (Naranjo y Bravo 2004). Las transiciones espacio-temporales en el uso de distintos hábitats y la falta de documentación sobre las dinámicas de las poblaciones a lo largo del año son algunos de los espacios a llenar en cuanto a investigaciones, en procura de un mejoramiento en el manejo y funcionamiento de los humedales y los ambientes fluviales y litorales de territorio nacional.

Desde la escuela de ingeniería de Antioquia, Arroyave *et al.* (2006) plantearon un panorama del impacto de las carretas sobre la fauna silvestre y así mismo formula unas medidas de manejo que ayudarían a mitigar tales efectos. Sin embargo, los autores argumentan, la falta de información para el país respecto de este tema y recomiendan el desarrollo de investigaciones que evalúen el impacto ambiental causado por estructuras viales en el país y que a su vez dichos estudios, formulen aportes para una adecuada gestión ambiental de proyectos de desarrollo vial.

El Instituto Nacional de Vías INVIAS y el Ministerio de Transporte, desarrollaron la “Guía De Manejo Ambiental de proyectos de Infraestructura Subsector Vial”, que es una base teórica ambiental de importancia, para la base conceptual de este estudio Invias (1997).

3.5. CONTEXTO REGIONAL: CARRETERAS Y SUS EFECTOS EN LA AVIFAUNA

Desde el año 2005, el Grupo de Observadores de Aves del Tolima GOAT, desarrolla en la zona de este estudio, los censos nacionales de aves acuáticas, información recopilada en (Castillo y Peña 2006) cuyos datos, se han convertido en la base de diferentes investigaciones de la ornitología del municipio de Ibagué, así como del Valle Alto del Magdalena. Además de esto el GOAT documentó que el área cultivada en Ibagué es de aproximadamente 11.000 ha, cubriendo cerca de la totalidad de lo que fue el bosque seco tropical del municipio, generando un ambiente propicio para el establecimiento de aves acuáticas residentes y migratorias (Sanabria *et al.* 2007). Sin embargo, estos agroecosistemas no generan condiciones de hábitat equivalentes a las de los humedales naturales, lo cual dificulta su uso para otras especies (Richardson y Taylor 2003).

El impacto de las carreteras sobre la avifauna no ha sido objeto de estudio en el municipio de Ibagué, lo que promueve la generación de investigación y discusión de esta temática a escala local. Algunos acercamientos a la avifauna asociada a los humedales artificiales de la zona de estudio se reflejan en trabajos como Losada y Molina (2011) quienes analizan la comunidad de aves en el Alto Valle del Magdalena presentes en la zona de vida denominada bosque seco tropical, sumado a esto un esfuerzo mayor por lograr un conocimiento total del estado de la ornitología del municipio de Ibagué fue llevada a cabo por (Parra *et al.* 2007) quien de los años 2004 a 2006 muestrearon 28 localidades ubicadas entre los 540 y 4400 m, en el municipio donde 3 de las 28 localidades muestreadas se evalúan también en el presente documento.

3.6. IMPACTO AMBIENTAL

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural (Cruz *et al.* 2009). Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social (Ramsar 2010). Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos o más a menudo, negativos (Conesa Fernández 2010). Por otra parte, Martínez y Damián (1999) describen el impacto ambiental como la transformación, modificación o alteración de cualquiera de los componentes del medio ambiente (biótico, abiótico y humano), como resultado del desarrollo de un proyecto en sus diversas etapas, la información sobre los impactos ambientales potenciales de una acción propuesta, forma la base técnica para comparaciones de alternativas, incluyendo la de no acción. Todos los efectos ambientales significativos, inclusive los beneficiosos, deben recibir atención; Cruz *et al.* (2009) señalaron el impacto ambiental, como la alteración, modificación o cambio en el ambiente o en alguno de sus componentes, que presenta cierta magnitud y complejidad, que es producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un

proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales, de esta manera, la evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción, mientras la declaración de impacto ambiental es la comunicación previa, que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación (Conesa Fernández 2010).

3.7. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Y SU IMPORTANCIA

Los proyectos de infraestructura vial generan diferentes efectos al ambiente, tales efectos deberían ser sometidos a un análisis de impacto ambiental, el cual es un estudio holístico y sistémico que se emplea con el fin de predecir los efectos potenciales y las consecuencias ambientales de una acción propuesta, analizando las posibles alternativas según las características físicas, biológicas, culturales y socioeconómicas de un lugar dado, con el propósito de identificar y evaluar los impactos tanto negativos como positivos que dichas obras pudieran forjar en el ambiente (Conesa Fernández 2010).

El objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en cualquier fase de un proyecto, aunque esta debe ser ejecutada preferiblemente en las etapas de planificación y diseño del mismo (Cruz *et al.* 2009), más tarde se vuelve muy costoso efectuar importantes cambios de diseño, seleccionar una propuesta alternativa, o decidir no continuar con un proyecto (Martínez y Damián 1999).

Los criterios y las metodologías de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto sobre el medio ambiente (Conesa Fernández 2010).

Una evaluación del impacto ambiental, ayuda a identificar los posibles efectos que una obra de infraestructura vial podría producir en la calidad del ambiente local, regional y/o nacional, así como en la salud y la seguridad humana (Martínez y Damián 1999). De esta manera la evaluación de impacto ambiental previene y reduce los riesgos potenciales al bienestar del ambiente

Según el Decreto 1220 del 21 de abril de 2005, en su Artículo 20 se define el estudio de impacto ambiental como un instrumento básico que facilita la toma de decisiones en cuanto a los proyectos, obras o actividades los cuales debido a sus características requieran de licencia ambiental, así mismo, el Artículo 3 del Decreto 1220 de 2005 que reglamenta la Ley 99 de 1993: “Concepto y alcance de la licencia ambiental. La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada. La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso,

aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad. La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental.”

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto ambiental de la construcción de la doble calzada Ibagué-Girardot sobre la avifauna asociada a localidades de las zonas bajas del municipio de Ibagué.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los cambios en composición y abundancia de las especies de aves antes, durante y después de la construcción de las vías.
- Identificar las diferencias entre las categorías ecológicas y los gremios tróficos de la avifauna en la zona de estudio, antes, durante y después de la construcción de las vías.
- Establecer y valorar los impactos ambientales de la construcción de la doble calzada Ibagué Girardot sobre la avifauna de las localidades presentes en la zona de estudio, planteando elementos desde la gestión ambiental con miras a mitigar, restaurar, corregir o dar continuidad, a los impactos ambientales identificados en la zona de estudio.

5. METODOLOGÍA

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Ibagué se encuentra ubicado, en la parte central de la región andina de Colombia, en la vertiente oriental de la cordillera Central y en el valle del río Magdalena, en el departamento del Tolima. Tiene una extensión de 149.800 ha. Contaba con una población de 548.209 habitantes (Proyección DANE 2014), con aproximadamente el 74% de su área vinculada con la cuenca mayor del río Coello.

Las localidades analizadas se ubican en la parte baja del municipio de Ibagué, en el sector conocido como Picalaña en los lugares: El Toro y la Esmeralda, humedales artificiales asociados al distrito de riego para el cultivo del arroz, localizadas entre los 750 y 930 metros sobre el nivel del mar, en la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T). Dichas localidades, presentan un paisaje compuesto por un mosaico que incluye: cultivos de arroz y sorgo, relictos de bosques secundarios, zonas de vegetación en regeneración y pasturas para la ganadería.

Las localidades tratamiento son las lagunas conocidas como complejo lagunar El Toro (N 4° 20' 30.80'' W 075° 06' 19.84'', 771 m) y la laguna La Esmeralda (N 4° 23' 21.43'' W 075° 08' 56.81'', 924 m). La laguna El Toro presenta un espejo de agua máximo de 12 ha y una distancia a la doble calzada de 250 m, mientras que la laguna La Esmeralda cuenta con un espejo de agua máximo de 5 ha y se encuentra a 170 m de distancia a la doble calzada. Por otra parte, se cuenta con dos lagunas control (Figura 1), puesto que no se encuentran cerca a la doble calzada y no han sido sometidas al impacto de obras civiles recientes. Estas localidades, también de origen artificial y asociadas a cultivos de arroz son el complejo lagunar Picalaña (N 4° 24' 09.07'' W 075° 08' 14.37'', 922 m), con un espejo de agua de 10 ha y el complejo lagunar El Salado (N 4° 26' 52.92'' W 075° 06' 48.03'', 861 m), con un espejo de agua de 12 ha.

5.1.1. Descripción de la Obra Generadora del Impacto

Las obras de infraestructura total del INCO contrato 007 - 2007 fueron:

Doble Calzada: en rodadura asfáltica Longitud de 2.07 Km, dos carriles, bermas en ambas calzadas, berma interna con un ancho de 1.80m, berma externa con un ancho de 0.50m, a un ancho de calzada de 7.30m ancho promedio del separador central (verde) entre 3 -6 m según el sector.

Ciclo ruta: Por la margen derecha en el sentido Girardot-Ibagué con un ancho de 2.5m, y una longitud total de 19.6 Km

Intersecciones Viales: Seis intersecciones viales (glorietas).

Retornos viales: Cuatro retornos a lo largo del tramo.

Puentes vehiculares: tres puentes vehiculares

Puente de ciclo ruta: un puente de ciclo ruta y cinco puentes peatonales.

Alcantarillas: 17 alcantarillas de cajón o circulares según el caso.

Cunetas: 19 cunetas de un promedio de 500m.

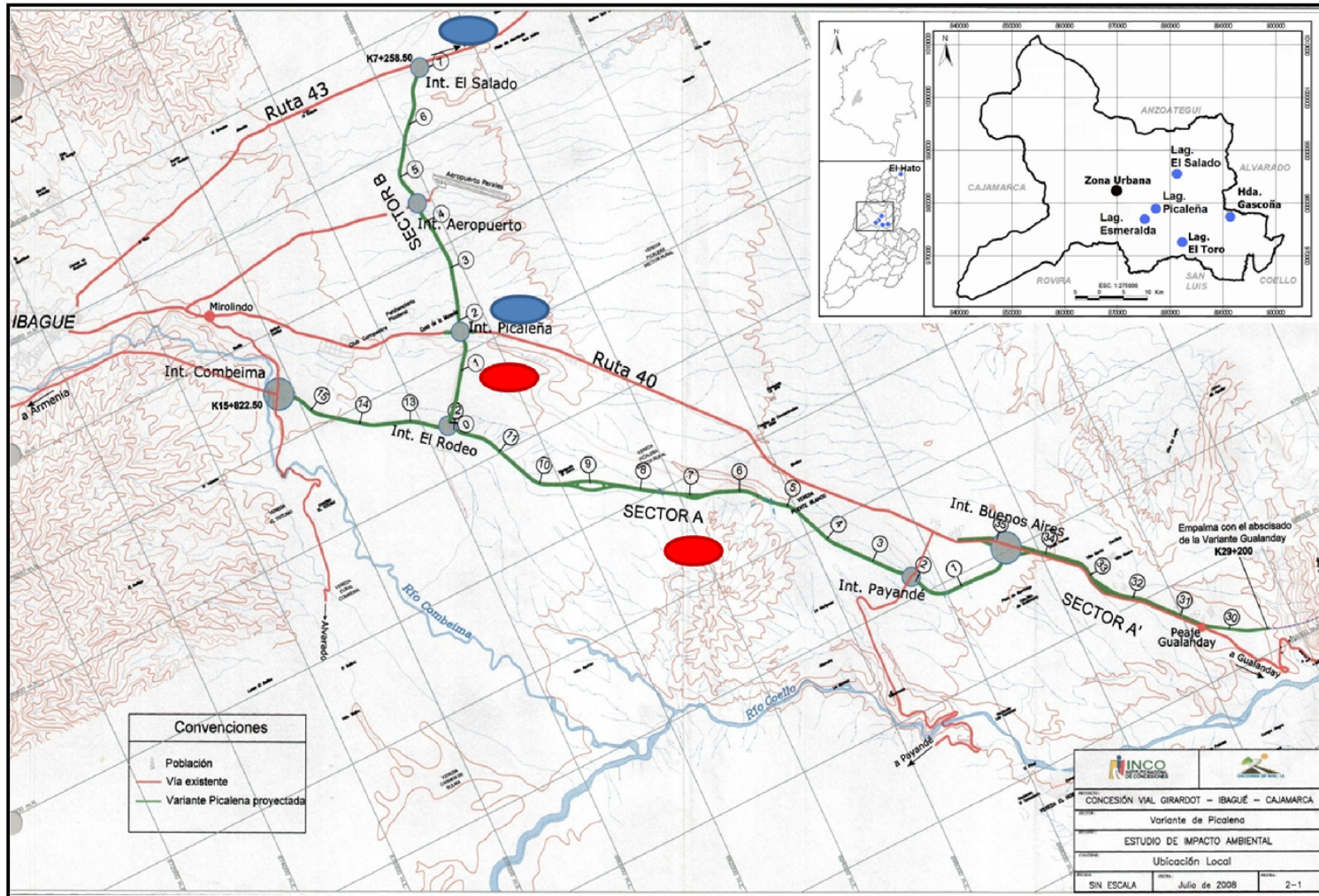


Figura 1. Ubicación de las localidades del estudio en un mapa de coberturas de la zona norte del municipio de Ibagué, ovalo rojo (localidades tratamiento) localidades que serán evaluadas por el impacto de la nueva carretera, ovalo azul (localidades control) las localidades que no fueron influenciadas por la construcción de la vía.

5.2. MÉTODOS DE CAMPO Y ANÁLISIS DE DATOS

5.2.1. Cambios en la composición y abundancia de las aves

Con el propósito de analizar los cambios en composición y abundancia de las especies de aves antes, durante y después de la construcción de las vías, fueron usados los datos del Grupo de Observadores de Aves del Tolima (GOAT), quienes desde el año 2004 llevaron a cabo semestralmente los Censos Nacionales de Aves Acuáticas (CNAA), alrededor de las lagunas artificiales que sirven de distritos de riego para el cultivo del arroz. A pesar de las dificultades logísticas por la construcción de la carretera, los censos se adelantaron de conformidad con las metodologías establecidas y cuya información permitió definir si hubo impacto o no la construcción de la doble calzada en la dinámica de las comunidades de aves en las localidades estudiadas.

Como elemento principal para el desarrollo de este trabajo se hará uso de la base de datos del (GOAT) específicamente con los datos obtenidos de los (CNAA), realizados durante los años 2005 a 2012. Censos que fueron tomados dos veces al año en los meses de febrero y julio bajo la siguiente metodología.

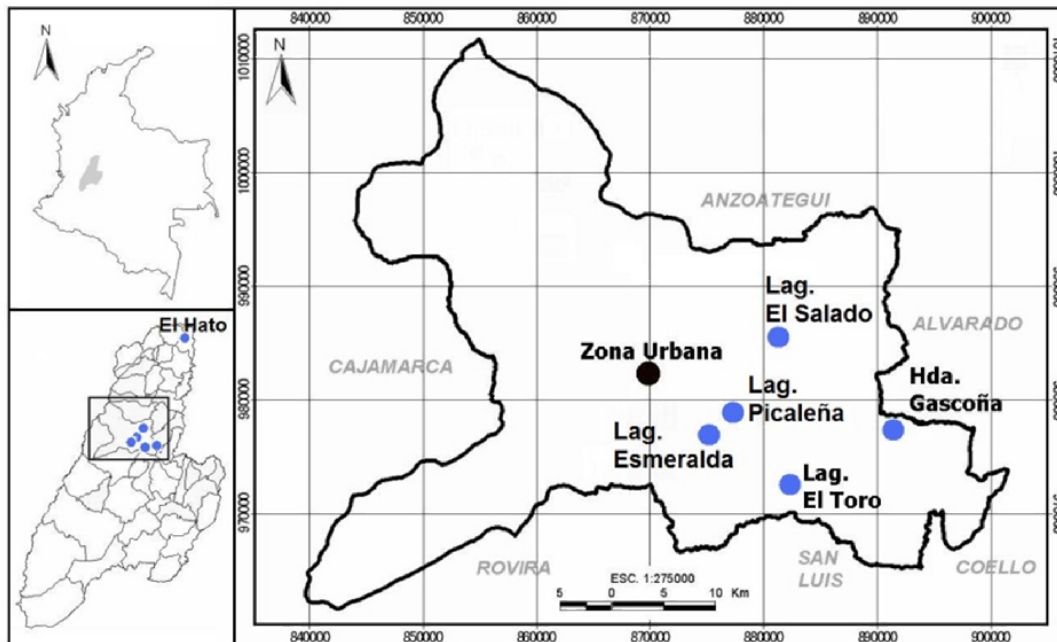


Figura 2. Localidades monitoreadas por el GOAT en los Censos Nacionales de Aves Acuáticas

5.2.2. Censo de aves y esfuerzo de muestreo

Cada jornada se desarrolló siguiendo una metodología de censo por transectos las localidades del (GOAT) usualmente cubren entre 3.5-4 km, tratando de rodear los humedales, observando la vegetación que bordea la laguna y buscando especies al interior

del espejo de agua y el hábitat aledaño al humedal. De manera general todo el mosaico del paisaje representativo de la localidad debe haber sido recorrido al final de la jornada. Durante el trayecto se registran todas las especies de aves vistas y escuchadas, al igual que el número de individuos por especie.

Los censos se realizaron en horas de la mañana a partir de las 06:00, con el fin de estar presente durante el pico de actividad de las aves al comienzo del día. Como medida estándar para los CNAA se recomienda un máximo de ocho horas de censo. Las jornadas del GOAT promedian las cinco horas.

5.2.3. Análisis de la Diversidad

Para evaluar el posible cambio en la abundancia de individuos por localidad antes y después de las obras se realizaron pruebas *t* de Student no pareadas previa verificación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, con el uso del programa Infostat 2011e. Con el objeto de analizar el posible cambio en la diversidad por localidad antes y después de las obras se realizó la prueba de *t* de diversidad (Shanon) incorporada en el programa Past 2.13

Para cada laguna, se graficaron los datos de abundancia y diversidad en el tiempo y se compararon las tendencias encontradas. Finalmente, se analizó la composición de especies en las lagunas, antes y después del impacto, a través del índice de similitud de Bray - Curtis.

5.2.4. Categorías Ecológicas

A cada especie de aves le fue asignada una categoría ecológica, utilizando la variable cualitativa categoría ecológica propuestas por Stiles y Bohórquez (2000) complementadas por Laverde-R. *et al.* (2005), con revisiones en Hilty y Brown (1986) y observaciones en campo. Las categorías ecológicas empleadas para este estudio: **Ia**, especies restringidas al bosque primario o poco alterado; **Ib**, especies no restringidas al bosque primario o poco alterado; **II**, especies de bosque secundario o bordes de bosque, o de amplia tolerancia; **III**, especies de áreas abiertas; **IVa**, especies acuáticas asociadas a cuerpos de agua sombreados o con la vegetación densa al borde del agua; **IVb**, especies acuáticas asociadas a cuerpos de agua sin sombra, orillas abiertas o con vegetación baja; **Vb**, especies aéreas indiferentes a la presencia de bosque.

5.2.5. Gremios Tróficos de las Aves

Así mismo, a cada ave registrada se le asignó uno de los gremios tróficos conductuales o grupos de dieta propuestos por Renjifo (1999), complementados por datos bibliográficos de Hilty y Brown (1986). Teniendo en cuenta lo anterior, las especies se clasificaron en: Carnívoro **C**, Carroñero **Cr**, Frugívoro **F**, Frugívoro-Granívoro **F-G**, Frugívoro-Insectívoro **F-I**, Frugívoro-Insectívoro-Granívoro **F-I-G**, Granívoro **G**, Insectívoro **I**, Insectívoro-Granívoro **I-G**, Invertebrados acuáticos **Iac**, Invertebrados, pequeños vertebrados **Ipv**, Nectarívoro-Frugívoro-Insectívoro **N-F-I**, Nectarívoro-Insectívoro **N-I**, Omnívoro **O** y Piscívoro **P**.

5.2.6. La gestión ambiental como herramienta para la conservación de la avifauna EIA

A fin de lograr el planteamiento de los elementos de la gestión ambiental con miras a mitigar, restaurar, corregir o dar continuidad, a los impactos ambientales identificados en la zona de estudio medidos sobre la avifauna acuática, se desarrolló la evaluación de impacto ambiental, empleando y adecuando la metodología Conesa Fernández (2010) (Figura 3), enfocada únicamente en la evaluación de los impactos que afecten de manera positiva o negativa a la comunidad de aves presente en el área de estudio identificados mediante esta metodología

La evaluación de impacto ambiental se valorará cualitativa y cuantitativamente mediante los siguientes términos de referencia:

5.2.7. Valoración Cualitativa

Se buscó obtener una posible estimación de los efectos que recibió el ambiente, se deben catalogar las variables con etiquetas como baja, media o alta y a partir de esta información se obtiene la valoración cualitativa del impacto ambiental.

Los índices cualitativos para valorar los impactos ambientales sufridos por cada factor ambiental se calculan sobre la base de varios criterios de valoración tales como, aumento o disminución: de ruidos, cobertura vegetal, área, corredores biológicos, especies migratorias, especies endémicas, especies en la categorías ecológicas, especies en los gremios tróficos, así mismo se valoró cualitativamente los cambios en la calidad del agua, el uso del suelo, la presencia de olores molestos y las variaciones del hábitat. Estos métodos pueden ser utilizados luego de la identificación y evaluación preliminar de impactos algunos de los factores cuantificables según Conesa Fernández (2010) (Tabla 1).

5.2.8. Valoración Cuantitativa

Los métodos de valoración cuantitativa de impactos ambientales se basan en indicadores de impacto, utilizados para cada factor ambiental. Tal como se mencionó anteriormente, esos indicadores pueden ser obtenidos a partir de modelos matemáticos predictivos para diferentes parámetros ambientales, algunos de los factores cualitativos según Conesa Fernández (2010) son: escalas jerárquicas de vegetación y fauna, aspecto visual del agua, olores, entre otros.

Una vez generada la línea base ambiental y desarrollada la evaluación de impacto ambiental mediante la metodología Conesa-Fernández, se procedió a comparar los resultados y registros observacionales obtenidos por el GOAT, con la información secundaria técnica y ambiental obtenida de entidades como el INCO, MADS, La Universidad del Tolima y CORTOLIMA de donde se obtuvo el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Coello (2007) y Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Totare (2007), así como el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ibagué, para de esta manera cuantificar los impactos

registrados en la variación de los elementos del paisaje como: calidad del agua, ruidos, cobertura vegetal, área, corredores biológicos, especies migratorias, especies endémicas, especies en la categorías ecológicas, especies en los gremios tróficos, así mismo se valoró cualitativamente los cambios en el uso del suelo, la presencia de olores molestos y las variaciones del hábitat en su variación de 2005 al 2012 en el área de estudio.

5.3. METODOLOGÍA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL V. CONESA FERNÁNDEZ- VÍTORA

5.3.1. Matriz de Valoración de Impactos

Tabla 1. Esquema valoración cualitativa EIA; Matriz de (Conesa – Fernández 2010) modificada.

			Importancia										IMPORTANCIA	CALIFICACION
			I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
COMPONENTE HIDRICO	AGUAS LAGUNAS	Calidad												
		Usos												
AIRE	CALIDAD	Ruidos												
		Olores molestos												
SUELO	Cobertura Vegetal													
	Uso del suelo													
	Área													
AVIFAUNA	Hábitat													
	Corredores Biológicos													
	Sp Migratorias													
	Sp Endémicas													
	Categorías													
	Diversidad gremios													

El cálculo de los impactos ambientales se obtiene de la expresión “Índice de importancia del Impacto (IMP)”, el cual permite clasificar el impacto en sus factores característicos: Intensidad (I), Extensión (EX), Momento o plazo de manifestación (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Recuperabilidad (MC).

$$IMP = + / - [(3 \times I) + (2 \times EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Importancia del impacto, es la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. Así se podrá definir los impactos como compatibles, moderados, severos o críticos.

Tabla 2. Calificación de los impactos.

Impacto significativo	(+/-)100 – 67 puntos
Impacto Medio	66– 33 puntos
Impacto Bajo	32 - 0 puntos

$$IMP = +/- [(3 \times I) + (2 \times EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Intensidad del impacto (I), se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor considerado. Rango de Intensidad

Tabla 3. Intensidad del Impacto.

RANGO	CALIFICACIÓN
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
TOTAL	12

Extensión del impacto (EX), se refiere al área de influencia del impacto en relación al entorno de la actividad. Rango de Extensión

Tabla 4. Extensión del Impacto.

RANGO	CALIFICACIÓN
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
TOTAL	8

Momento o plazo de manifestación del impacto (MO), es el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio ambiente considerado. Rango de Momento o plazo de manifestación.

Tabla 5. Plazo de manifestación del Impacto.

RANGO (t =años)	CALIFICACIÓN
Inmediato (t=0)	4
Corto plazo (t<1)	4
Mediano Plazo (5>t>1)	2
Largo Plazo (t>5)	1

Recuperabilidad del impacto (MC), es la posibilidad de recuperación, total o parcial, del factor afectado como resultado de la actividad desarrollada, es decir, la posibilidad de volver a las condiciones iniciales anteriores a la acción por medio de la intervención humana, por ejemplo, introduciendo medidas correctoras

Tabla 6. Recuperabilidad del impacto.

RANGO		CALIFICACIÓN
Totalmente recuperable	Inmediatamente	1
	A mediano Plazo	2
Parcialmente recuperable		4
Irrecuperable		8

Persistencia del impacto (PE), representa el tiempo que permanecería del efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado tornaría a las condiciones iniciales, previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

RANGO (t =años)	CALIFICACIÓN
Fugaz (PE<1)	1
Temporal (10>PE>1)	2
Permanente (PE>10)	4

Reversibilidad del impacto (RV), significa la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción perturbadora, representa la posibilidad de volver a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez a acción deja de actuar sobre el medio.

RANGO (t =años)	CALIFICACIÓN
Corto plazo (RV<1)	1
Mediano Plazo (10>RV>1)	2
Irreversible (RV>10)	4

Sinergia del impacto (SI), es la interdependencia entre dos o más efectos simples, siendo el mecanismo total de la manifestación de los efectos simples, inducidos por acciones que actúan simultáneamente, superior a la esperada de la manifestación de efectos cuando las acciones que la producen son independientes.

RANGO	CALIFICACIÓN
No sinérgico	1
Sinergismo moderado	2
Altamente sinérgico	4

Efecto del impacto (EF), se refiere a la relación causa efecto, es decir a la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.

RANGO	CALIFICACIÓN
Primario o directo	4
Secundario	1

Acumulación del impacto (AC), aumento gradual de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Rango de Acumulación

RANGO	CALIFICACIÓN
No Acumulativo	1
Acumulativo	4

Periodicidad del impacto (PR), representa la regularidad de revelación del efecto, bien sea de forma cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).

RANGO	CALIFICACIÓN
Impredecible	1
Cíclico o recurrente	2
Constante en el tiempo	4

6. RESULTADOS

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por el GOAT, los cuales fueron obtenidos durante ocho años consecutivos, se registró un total de 36918 individuos, pertenecientes a 225 especies de aves y 51 familias taxonómicas (Anexo 1). Las especies reportadas en este estudio corresponde al 76% de las aves del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Losada-Prado y Molina-Martínez 2011) y el 42% de las aves documentadas para el municipio de Ibagué (Parra-Hernández *et al.* 2007).

Entre las familias presentes en el área de estudio las más diversas, fueron: Tyrannidae (37 especies), Thraupidae (28 especies), Trochilidae (10 especies), Ardeidae (nueve especies), Cuculidae, Columbidae, Rallidae y Parulidae (ocho especies cada una), las demás familias presentaron menos de ocho especies (Figura 3). Así mismo, las familias más abundantes fueron Ardeidae e Icteridae (5839 y 4907 ind.), seguidas de Threskiornithidae (4434), Thraupidae (2545), Hirundinidae (1849) y Tyrannidae (1823). Las demás familias registraron menos de 1700 individuos (Figura 4).

Las especies más abundantes fueron *Phimosus infuscatus* (4434 individuos), *Chrysomus icterocephalus* (4425), *Bubulcus ibis* (2067), *Egretta thula* (1724) y *Vanellus chilensis* (1553), las demás especies registraron menos de 1000 individuos (Figura 5).

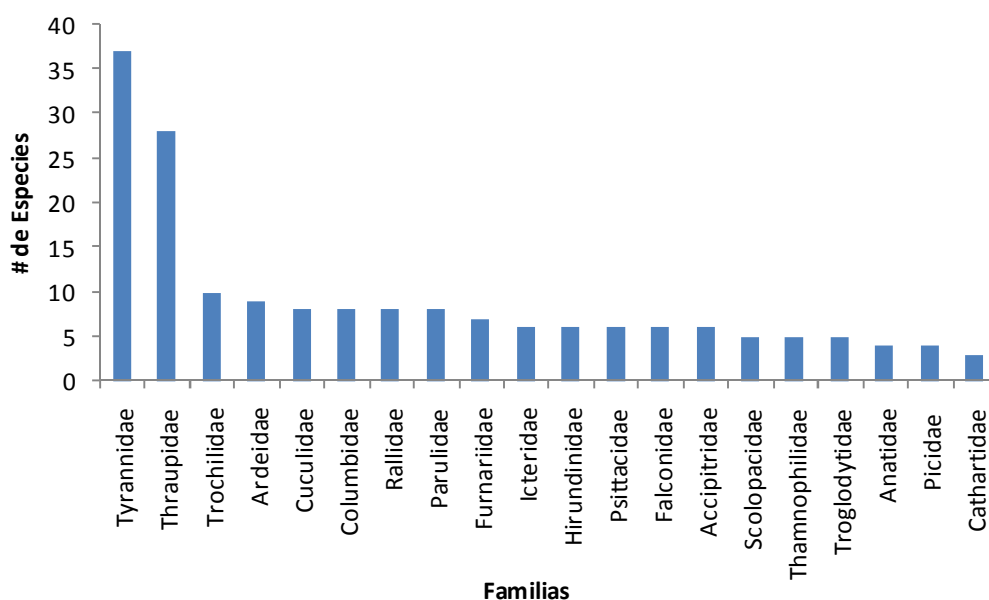


Figura 3. Riqueza de especies por familia.

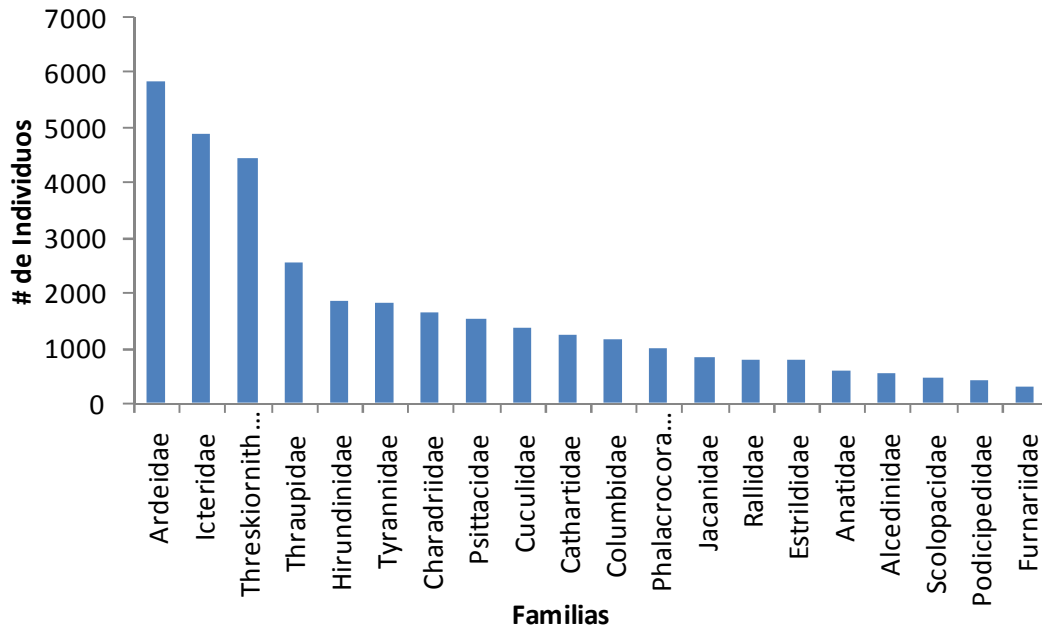


Figura 4. Número de individuos por familia

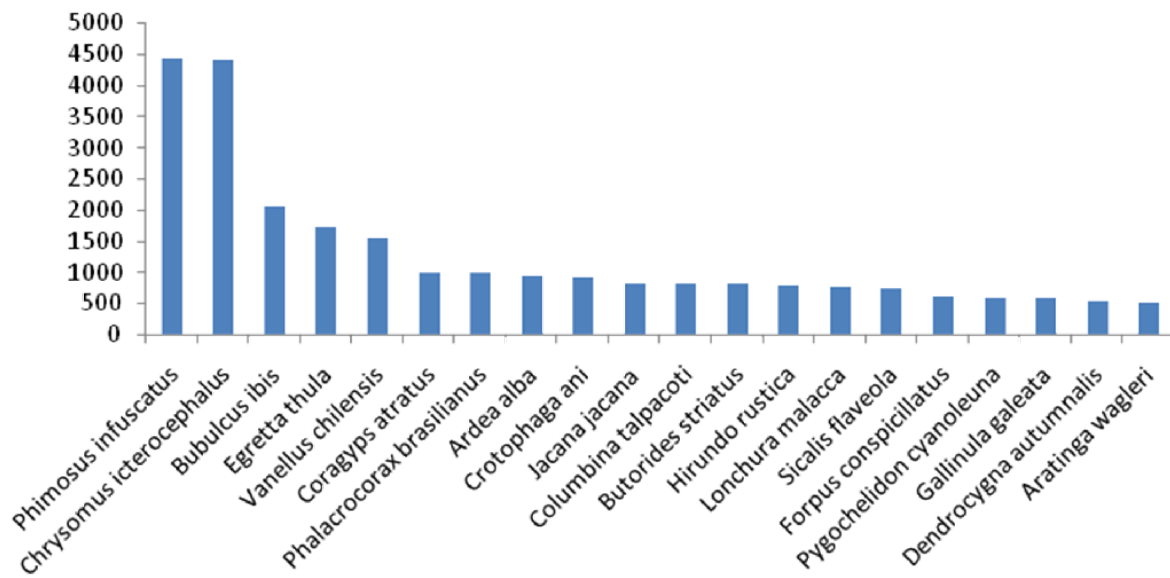


Figura 5. Número de individuos por especie para las especies más abundantes.

6.1. ANÁLISIS POR LOCALIDAD

6.1.1. Laguna El Toro

6.1.1.1. Resultados generales

Se desarrollaron análisis de diversidad y abundancia para esta localidad, donde se abarca un periodo de tiempo de ocho años (2005 – 2012) con el objeto de identificar los patrones de riqueza y abundancia de las familias en todo el estudio.

Para la localidad del Toro (2005 – 2012), las familias más diversas fueron Tyrannidae (26 especies), Thraupidae (21 especies), Ardeidae (8 especies), Columbidae y Trochilidae (7 especies cada una), las demás familias presentaron menos de siete especies (Figura 5). Así mismo, las familias más abundantes fueron Ardeidae (1393 individuos) Threskiornithidae (992 individuos), Psittacidae (679 individuos), Thraupidae (533), Icteridae (398) Tyrannidae (377) e Hirundinidae (370 individuos), las demás familias presentaron menos de 300 individuos (Figura 6).

Las especies más abundantes para la localidad del Toro (2005 – 2012) fueron *Phimosus infuscatus* (992), *Bubulcus ibis* (445), *Aratinga wagleri* (433) y *Ardea alba* (379) y *Chrysomus icterocephalus* (333) las demás especies registraron menos de 300 individuos.

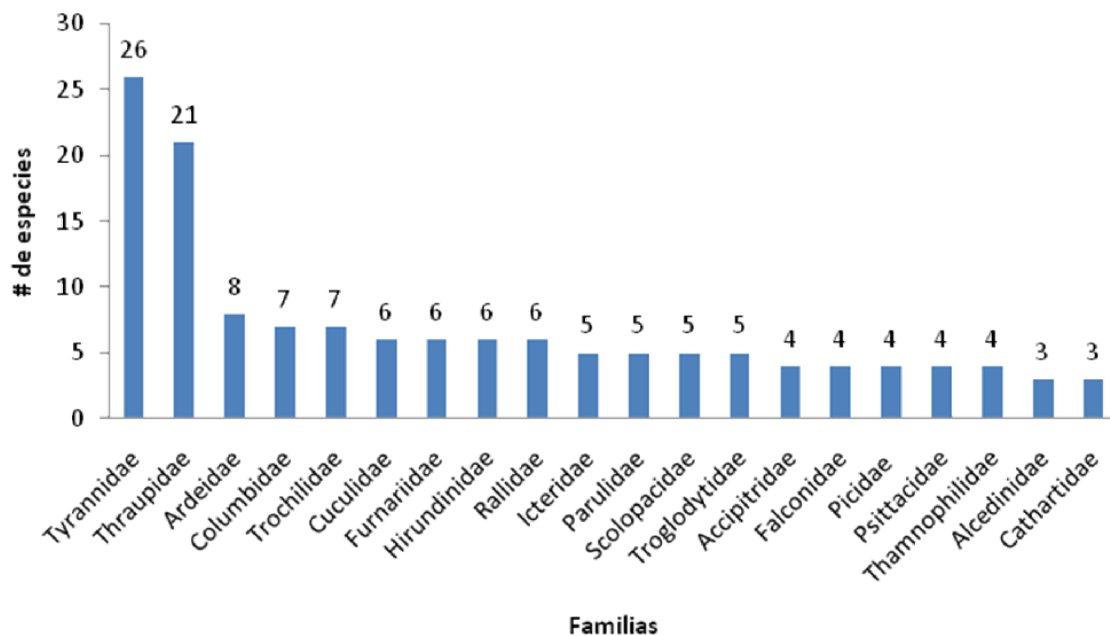


Figura 6. Riqueza de familias 2005 a 2012 Laguna El Toro.

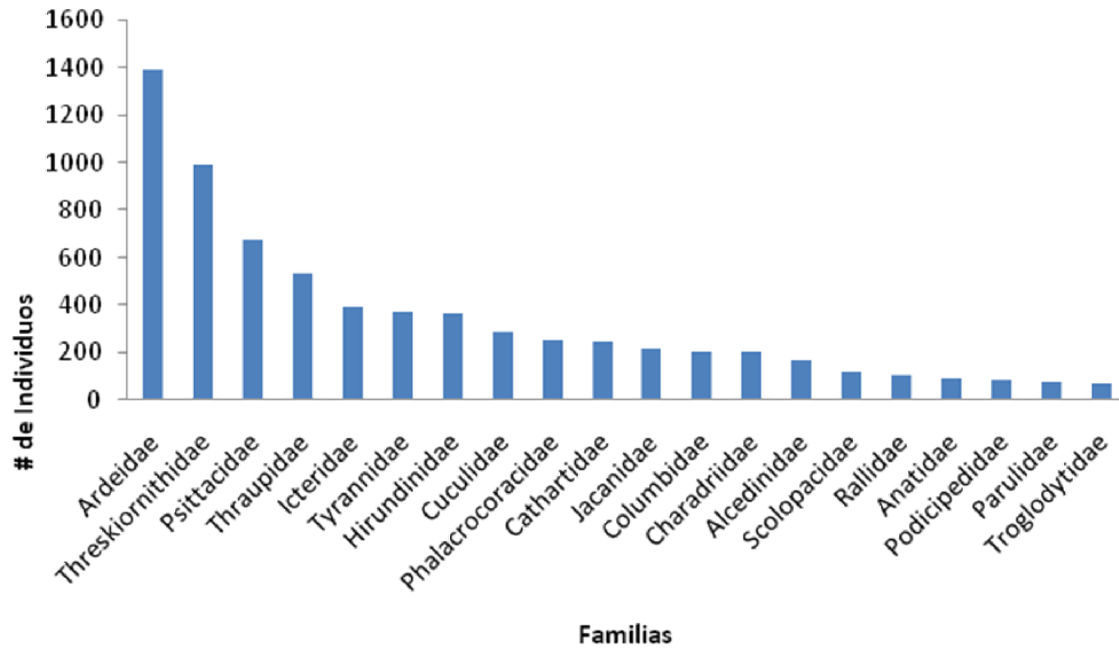


Figura 7. Abundancia por familias 2005 a 2012 Laguna El Toro.

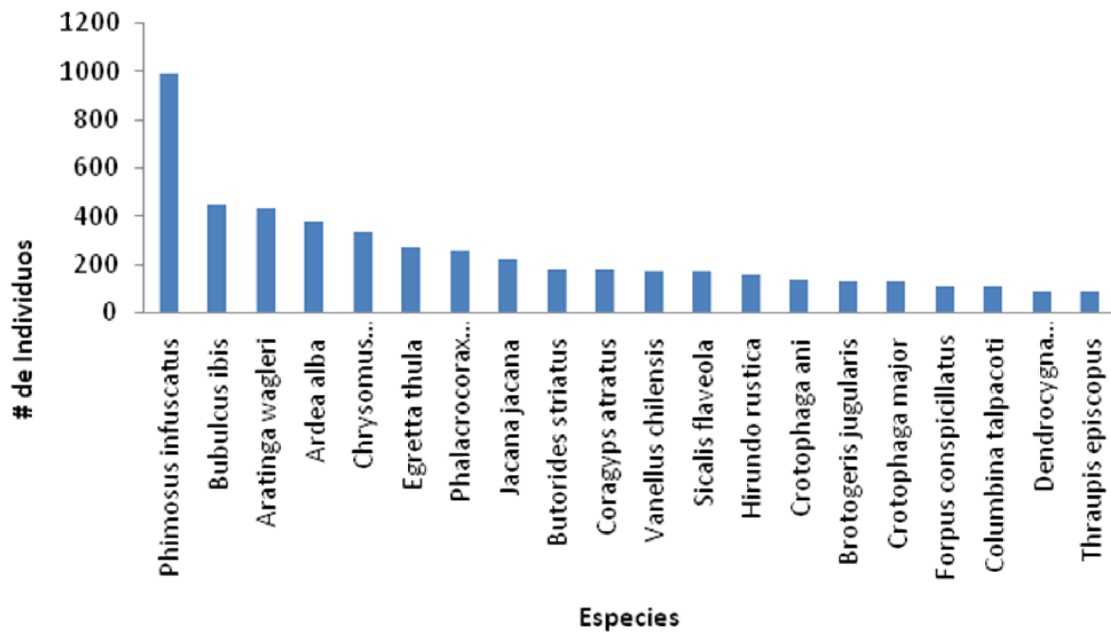


Figura 8. Especies mejor representadas 2005 a 2012 Laguna El Toro.

6.1.1.2. Resultados multitemporales

Por otra parte, se discrimino por cada etapa del estudio el comportamiento de las familias así: Antes (2007- 2008) Durante (2009 – 2010) Después (2011- 2012) para de esta manera determinar o no la afectación que pudiera generar la construcción de la vía en la comunidad de aves objeto de este estudio.

6.1.1.3. Representatividad

Según los estimadores no paramétricos basados en la abundancia Chao1 y Chao2, la representatividad general de los muestreos de aves para la localidad del Toro se encontró entre el 87 y 94% de las especies esperadas. A nivel de los períodos, las mayores representatividades fueron halladas en la temporada antes (92–93%) (Tabla 7), seguidas de durante (87-94%) (Tabla 8), y finalmente la temporada después (88–90%) (Tabla 9), Estos resultados sugieren la eficiencia en la detección de un gran porcentaje de las especies de aves presentes en la localidad del Toro.

Tabla 7. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna El Toro.

Antes		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	117	-
Chao 1	125.57	93%
Chao 2	127.2	92%

Tabla 8. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna El Toro.

Durante		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	136	-
Chao 1	145.05	94%
Chao 2	155.92	87%

Tabla 9. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna El Toro.

Después		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	121	-
Chao 1	133.83	90%
Chao 2	137.18	88%

6.1.1.4. Composición general

En la localidad del Toro para la temporada antes se obtuvo un número de 40 familias, para la temporada durante se registraron 41 familias, mientras que para la temporada después solo se registraron 38, de esta manera la diversidad, en las temporadas antes durante y después se evidencia que la familia Thraupidae, registró (15, 14, 16 especies respectivamente), Tyrannidae (14, 21, 14 especies respectivamente) y Ardeidae (8 especies en todas las temporadas evaluadas) a pesar de los cambios ocasionados por la construcción de la vía, estas se mantuvieron siempre como las tres familias más diversas (Tabla 10), así mismo se observó que las familias Tinamidae y Cardinalidae solo se registraron en la temporada antes (2007-2008) las familias Apodidae y Mimidae solo se registran en la temporada durante (2009-2010) y en la temporada después no se registran especies de la familia Anhingidae.

Para la Laguna el Toro el análisis multitemporal de abundancia en las familias se observó, un número de 2083 individuos en la temporada antes (2007- 2008), 1938 individuos en la temporada durante (2009 – 2010) y 1431 después (2011- 2012) con una pérdida de 612 individuos entre el antes y después de la construcción, la familia Ardeidae ocupó el primer lugar con (462, 341 y 218) individuos respectivamente, seguidamente se registra la familia Threskiornithidae con (304, 258 y 139) individuos respectivamente, resulta claro en el análisis que de antes a después las familias Ardeidae y Threskiornithidae perdieron entre 100 y 200 individuos respectivamente; por otra parte encontramos que la familia Thraupidae a través de las temporadas registró (129, 92 y 188) individuos respectivamente y la familia Tyrannidae registró (106, 124 y 72) individuos respectivamente (Tabla 11).

Tabla 10. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Toro. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).

RIQUEZA de Familias más representativas Localidad El Toro					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Thraupidae	15	Tyrannidae	↑ 21	Thraupidae	↑ 16
Tyrannidae	14	Thraupidae	↓ 14	Tyrannidae	↓ 14
Ardeidae	⇒ 8	Ardeidae	⇒ 8	Ardeidae	⇒ 8
Columbidae	6	Columbidae	5	Hirundinidae	↑ 6
Troglodytidae	5	Hirundinidae	5	Icteridae	5
Cuculidae	4	Icteridae	↑ 5	Columbidae	4
Falconidae	4	Rallidae	5	Cuculidae	4
Furnariidae	4	Cuculidae	4	Furnariidae	4
Icteridae	4	Furnariidae	4	Scolopacidae	4
Parulidae	4	Parulidae	4	Trochilidae	4
Psittacidae	4	Picidae	4	Troglodytidae	4

Tabla 11. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Toro. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Abundancia de Familias más representativas Localidad EL TORO					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Ardeidae	462	Ardeidae	↓ 341	Ardeidae	↓ 218
Threskiornithidae	304	Threskiornithidae	↓ 258	Threskiornithidae	↓ 139
Psittacidae	193	Thraupidae	↓ 188	Phalacrocoracidae	133
Thraupidae	129	Psittacidae	↓ 174	Psittacidae	↓ 126
Hirundinidae	115	Tyrannidae	124	Icteridae	↑ 106
Tyrannidae	106	Icteridae	↑ 99	Thraupidae	↓ 92
Cuculidae	90	Hirundinidae	↓ 85	Tyrannidae	72
Jacanidae	66	Cathartidae	73	Anatidae	66
Columbidae	59	Charadriidae	62	Cuculidae	56
Icteridae	59	Cuculidae	↓ 56	Hirundinidae	↓ 52

6.1.1.5. Diversidad Alfa

Al analizar la dinámica temporal de la comunidad de aves en esta laguna, se encontró que a través de 16 monitoreos, el número de especies muestra una tendencia a la estabilidad, mientras que la abundancia de individuos disminuye en un 21%, durante el periodo evaluado (Figuras 9 y 10). Por otro lado, los índices de diversidad de Shannon y Margalef indican una tendencia leve al aumento en la diversidad y riqueza de aves, aproximadamente del 4% (Figuras 11 y 12).

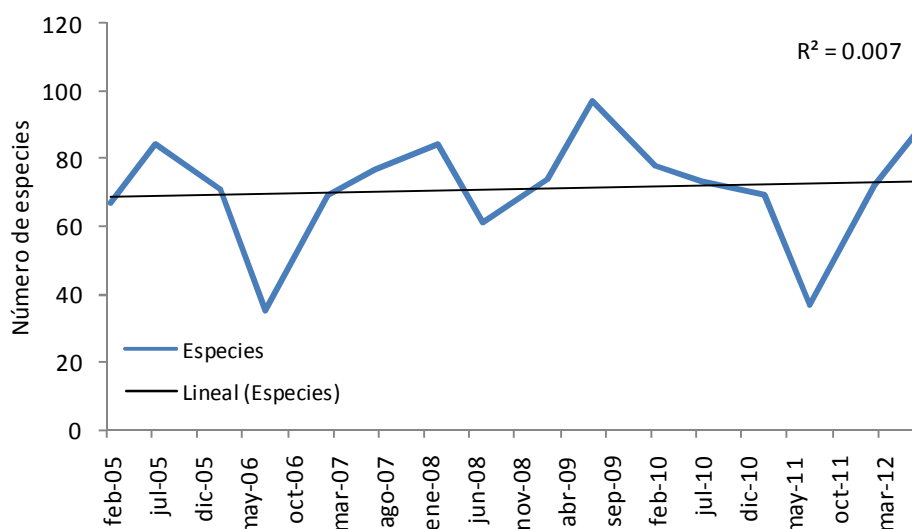


Figura 9. Dinámica temporal del número de especies en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.

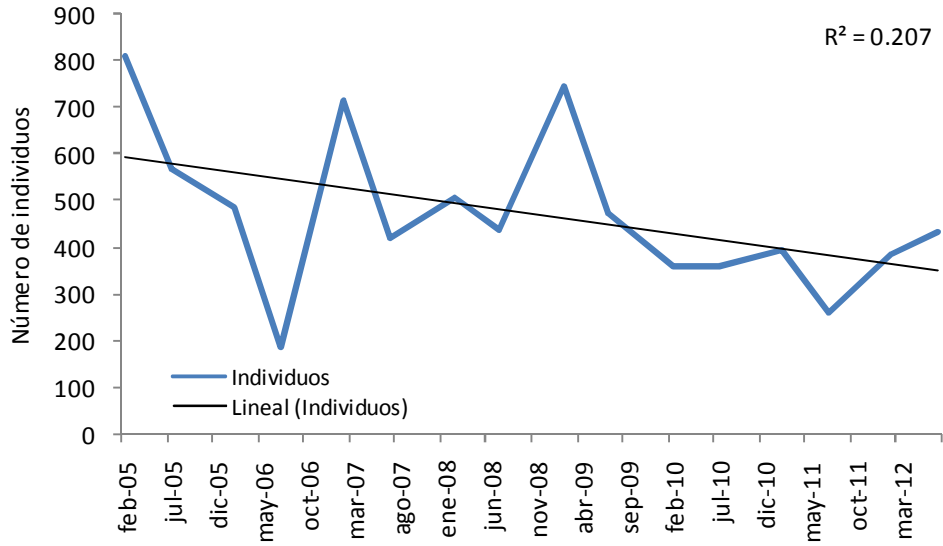


Figura 10. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.

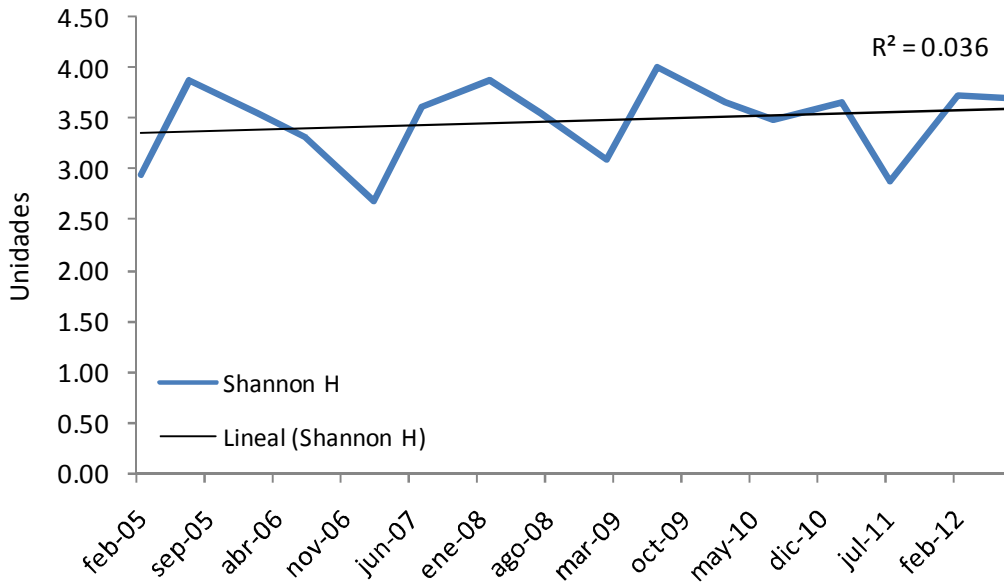


Figura 11. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.

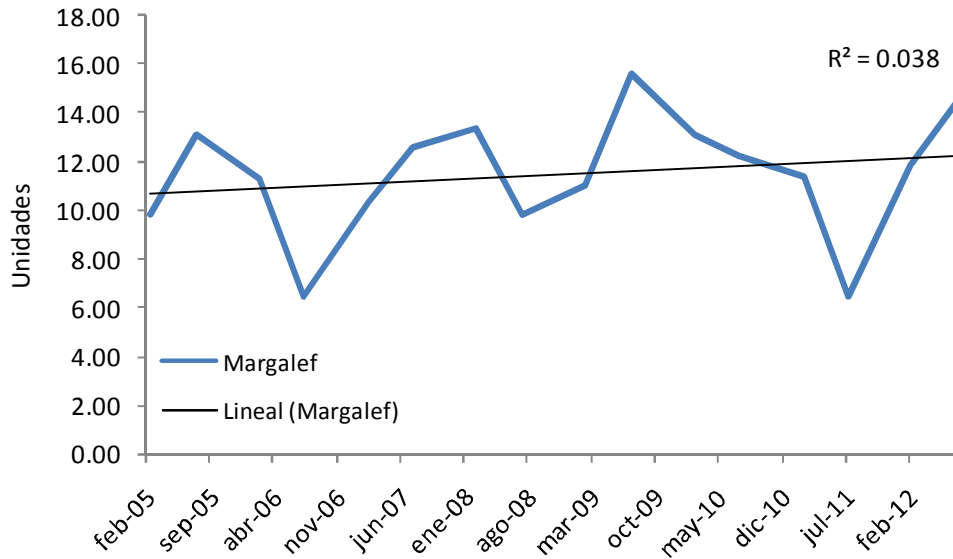


Figura 12. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna El Toro, entre los años 2005-2012.

Al reorganizar los datos en tres categorías, antes, durante y después del impacto, se encontró que el número de especies aumenta durante la fase de construcción y posteriormente, disminuye hasta un valor cercano al presentado antes de la obra. En contraste, el número de individuos disminuye progresivamente a través del tiempo (Figura 13).

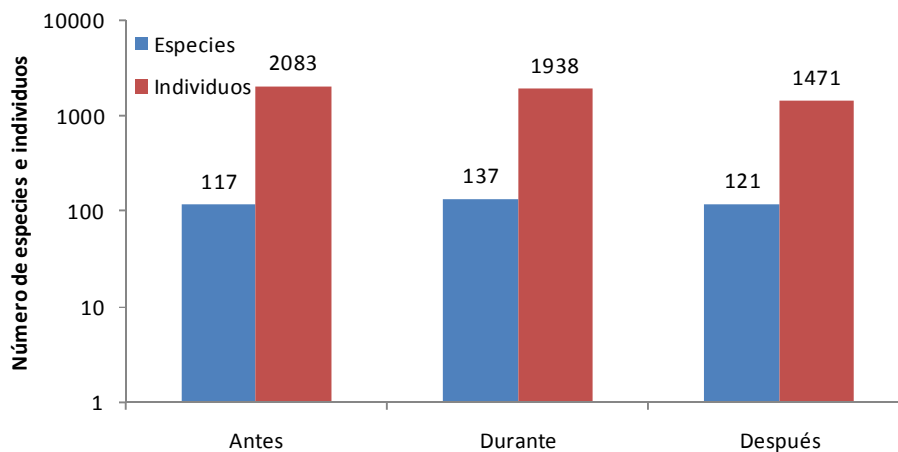


Figura 13. Número de especies e individuos en las categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.

De otro lado, el índice de Shannon presenta una tendencia al aumento a través de las épocas evaluadas, mostrando valores significativamente mayores durante y después de la construcción de la vía. Por el contrario, el índice de dominancia decrece constantemente y de manera significativa durante el periodo analizado (Figura 14, Tabla 12).

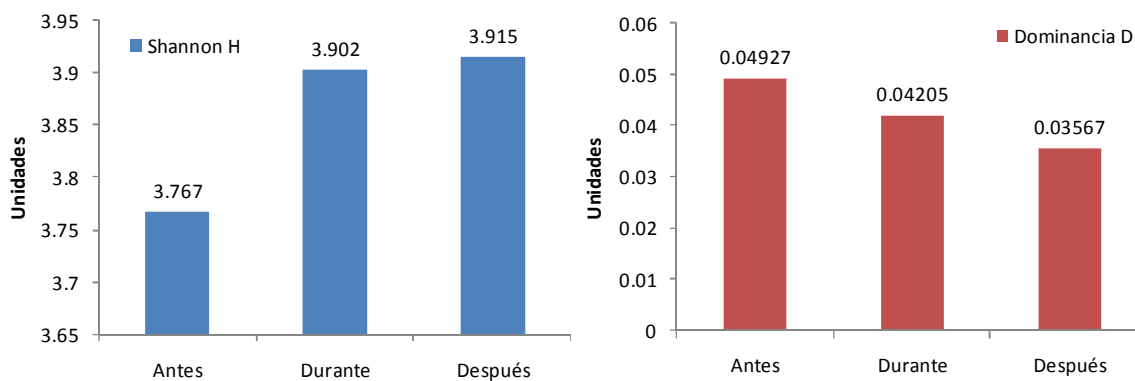


Figura 14. Índices de Shannon H' y Dominancia D, calculados para las tres categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.

Tabla 12. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.

Índice	Antes	Durante	t	g.l.	Valor P
Shannon H'	3.767	3.902	-3.0702	3993.7	0.0022
Dominancia D	0.049274	0.042052	2.3666	3959.3	0.0180
	Durante	Después	1.	2.	3.
Shannon H'	3.902	3.915	-0.27368	3313.5	0.7844
Dominancia D	0.042052	0.035668	2.4599	3407.1	0.0140
	Antes	Después	4.	5.	6.
Shannon H'	3.767	3.915	-3.2996	3339.1	0.0010
Dominancia D	0.049274	0.035668	4.7418	3482.9	2.2E-06

6.1.1.6. Diversidad Beta

El índice de similaridad de Bray-Curtis mostró que la mayor afinidad en la composición de especies se encuentra entre las categorías Antes-Durante (70%), seguido de Durante-Después (67%) y Antes-Después del impacto (61%) (Figura 15).

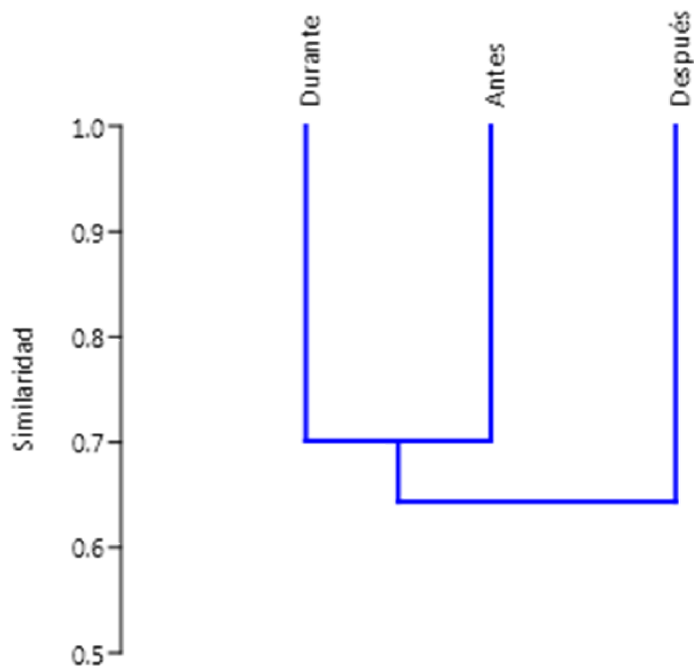


Figura 15. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Toro.

6.1.1.7. Categorías Ecológicas

Los registros multitemporales analizados para la determinar la riqueza a través de las categorías ecológicas presentes en la laguna El Toro discriminan dos grandes grupos en el primero de ellos se registran las categorías ecológicas donde hubo un aumento de especies de la temporada antes a las temporadas durante y después, como es el caso de las categorías: (III), (IVb), (Ib), (Vb) con porcentajes de aumento de especies entre el 10% y 50%; el segundo grupo se encuentra representado por aquellas categorías que perdieron especies a lo largo del estudio, para este caso encontramos las categorías: (II) y (IVa), quienes perdieron porcentajes del 15% y el 34% de las especies para todo el estudio, mientras que la categoría (Ia) se mantuvo constante (Tabla 13).

El análisis de la abundancia para las categorías ecológicas solo evidencia la pérdida de individuos con porcentajes entre el 52% y el 19% en (IVb), (III), (II), (IVa), (Vb) (Ia), la categoría (Ib) aunque en la temporada durante registro un aumento en el número de

individuos, tanto en la temporada antes como después registro la misma cantidad de individuos, por tanto no se registra porcentaje de cambio para esta categoría (Tabla 13).

Tabla 13. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Toro. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después	Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después
Ia	1	1	1	Ia	4	↑ 6	↓ 3
Ib	4	↑ 7	7	Ib	13	↑ 18	13
II	40	↓ 39	↓ 34	II	335	↑ 352	↓ 244
III	43	↑ 55	↓ 48	III	676	↑ 777	↓ 545
IVa	6	6	↓ 4	IVa	83	↓ 54	↓ 59
IVb	21	↑ 24	24	IVb	920	↓ 655	↓ 582
Vb	2	↑ 4	3	Vb	52	↑ 76	↓ 25

6.1.1.8. Gremios Tróficos

El análisis de riqueza en los gremios tróficos, en la localidad del Toro deja ver dos grandes grupos, el primero de ellos se encuentra conformado por aquellos gremios donde existe un porcentaje de pérdida de especies entre el 7% y 33%, entre ellos se encuentran los gremios F-I, P, F-G, Iac y O. El segundo grupo, está constituido por los gremios que aumentan en porcentajes entre el 14% y el 50%. Es importante mencionar que el gremio (F-I-G) que antes contaba con dos especies, desaparece durante la construcción de la obra (Tabla 14).

La abundancia de gremios tróficos en la localidad del Toro evidencia también dos grupos, sin embargo a diferencia de la riqueza, en este caso se presentan 11 gremios que presentan porcentajes de pérdida de individuos entre el 79% y 23% dentro de los cuales se encuentran los gremios: (P), (I), (Iac), (F), (F-I), (G), (O), (Cr), (C), (F-G) y (F-I-G) que perdió los tres individuos solo presentes en la temporada antes de la construcción, el segundo grupo donde se ubican los gremios que ganaron individuos se registran: (I_{pv}), (N-I) y (G-I), representados en la (Tabla 14).

Tabla 14. Riqueza y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Toro. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Gremio Trófico	Antes	Durante	Después	Gremio Trófico	Antes	Durante	Después
C	5	↑ 6	5	C	26	↑ 31	↓ 15
Cr	2	↑ 3	3	Cr	52	↑ 73	↓ 25
F	5	↑ 7	↑ 6	F	202	↓ 194	↓ 149
F-G	5	5	↓ 4	F-G	19	↑ 26	↓ 10
F-I-G	2			F-I-G	3		
F-I	22	↑ 23	18	F-I	167	↓ 148	↓ 34
N-F-I	1		1	N-F-I	1		1
G	5	↑ 8	↑ 7	G	137	↑ 148	↓ 80
I-G	1	1	1	I-G	5	5	19
I	44	↑ 54	↑ 51	I	473	↑ 515	↓ 363
Iac	3	↑ 3	↓ 2	Iac	328	↓ 282	↓ 160
Ipv	2	↑ 3	↑ 3	Ipv	12	↑ 22	↑ 71
N-I	2	↑ 4	↑ 4	N-I	6	6	↑ 10
O	4	↑ 5	↓ 3	O	86	↓ 77	↓ 72
P	14	14	↓ 13	P	566	↓ 411	↓ 380

6.1.1.9. Análisis de EIA evaluada según Conesa - Fernández, Laguna El Toro

El desarrollo de la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental propuesto para este estudio evidenció que de los 15 ítems analizados tres de estos se calificaron como impactos bajos: calidad y usos del agua de la laguna y presencia de olores molestos. Se calificaron como impacto medios, presencia de ruidos, afectación a corredores biológicos, y abundancia de especies migratorias, diversidad y abundancia tanto de gremios tróficos como de categorías ecológicas. Finalmente fueron calificados como impactos significativos los ítems: cambios en el uso del suelo, área y hábitat, así como la diversidad de especies de distribución restringida (Tabla 15).

Tabla 15. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad El Toro.

LAGUNA L TORO			Importancia										IMPORTANCIA	CALIFICACION
			I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
COMPONENTE HIDRICO	AGUAS LAGUNAS	Calidad	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1	17	Impacto Bajo
		Usos	3	2	4	1	1	2	1	4	2	1	21	Impacto Bajo
AIRE	CALIDAD	Ruidos	3	2	4	4	2	4	4	4	4	4	35	Impacto Medio
		Olores molestos	3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	17	Impacto Bajo
SUELO	Cobertura Vegetal		12	4	4	4	4	4	4	4	4	8	52	Impacto Medio
	Uso del suelo		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Área		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
AVIFAUNA	Hábitat		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Corredores Biológicos		12	4	4	4	4	4	4	4	4	8	52	Impacto Medio
	Abundancia de especies Migratorias		24	8	4	4	4	4	4	4	4	4	64	Impacto Medio
	Sp de Distribución Restringida: Endémicas y Casi Endémicas		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Diversidad Gremios Tróficos		3	8	2	4	4	4	4	4	4	8	45	Impacto Medio
	Abundancia Gremios Tróficos		24	8	2	4	4	4	4	4	4	8	66	Impacto Medio
	Diversidad Categorías Ecológicas		3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	35	Impacto Medio
	Abundancia Categorías Ecológicas		24	8	2	4	4	4	4	4	4	8	66	Impacto Medio

6.1.2. Laguna La Esmeralda

6.1.2.1. Resultados Generales

Se desarrollaron análisis de diversidad y abundancia para la Laguna La Esmeralda, donde se abarcó un periodo de tiempo de ocho años (2005 – 2012) con el objeto de identificar los patrones de riqueza y abundancia de las familias de esta localidad en todo el estudio.

En la temporalidad (2005 – 2012) de la localidad La Esmeralda, se registraron 7376 individuos pertenecientes a 39 familias registrando entre las más diversas Tyrannidae (20 especies) Thraupidae (19 especies), Ardeidae (8 especies), Cuculidae y Rallidae (7 especies cada una), las demás familias presentaron menos de siete especies (Figura 26). Así mismo, las familias más abundantes fueron Threskiornithidae (1046 individuos) Ardeidae (874 individuos), Icteridae (853 individuos), Hirundinidae (802), Thraupidae (645), Tyrannidae (484), las demás familias presentaron menos de 400 individuos (Figura 27).

Las especies más abundantes para la localidad del Toro (2005 – 2012) fueron *Phimosus infuscatus* (1046), *Chrysomus icterocephalus* (718), *Hirundo rustica* (407), *Bubulcus ibis* (371) y *Pygochelidon cyanoleuca* (344), las demás especies registraron menos de 300 individuos.

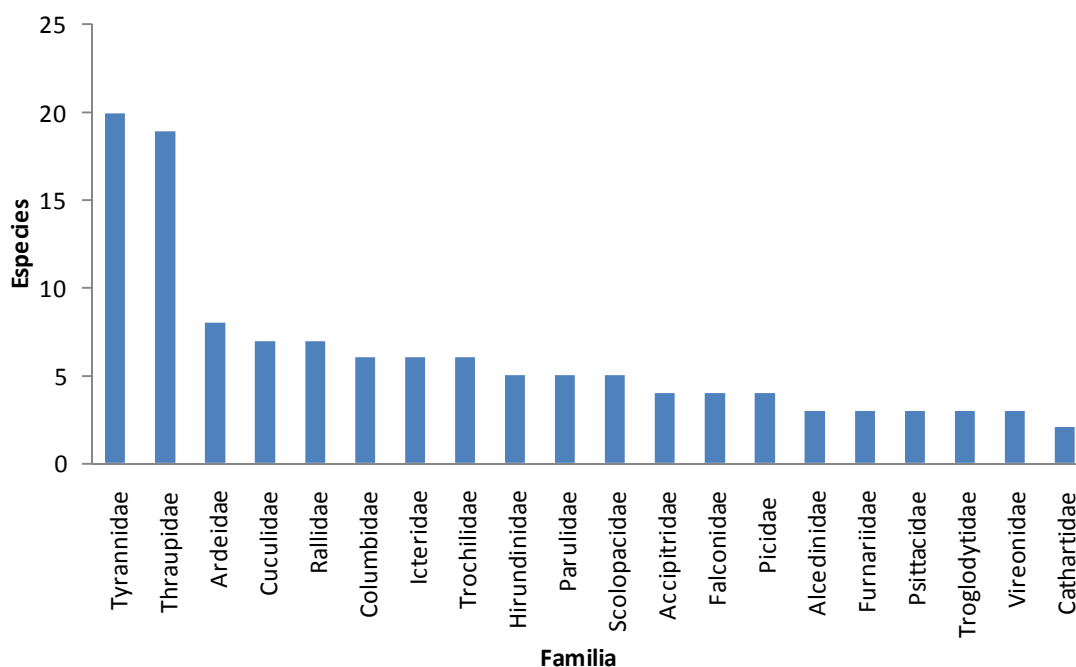


Figura 16. Riqueza de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna La Esmeralda.

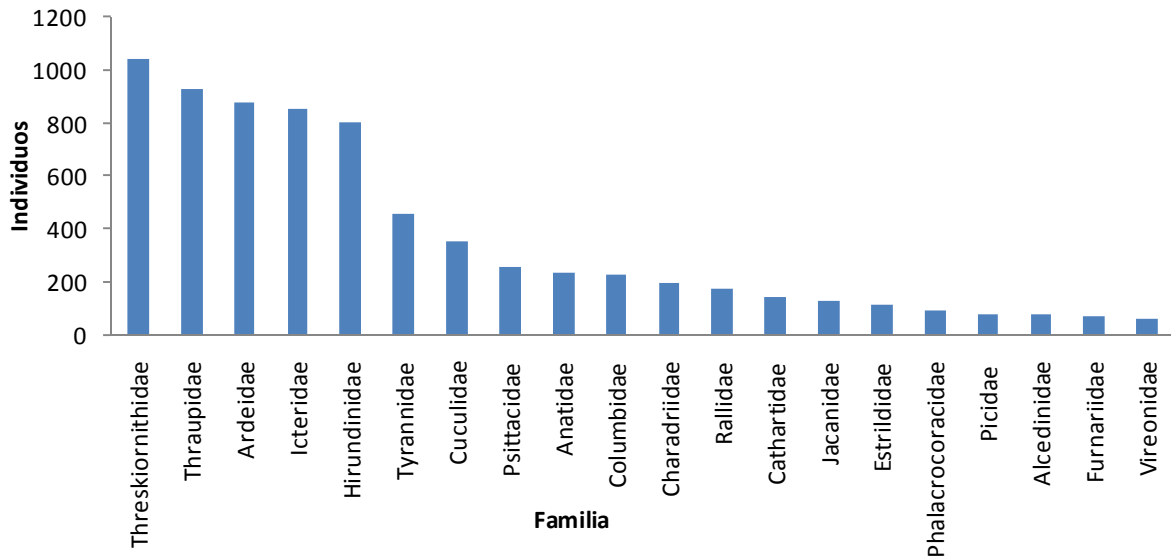


Figura 17. Individuos de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna La Esmeralda.

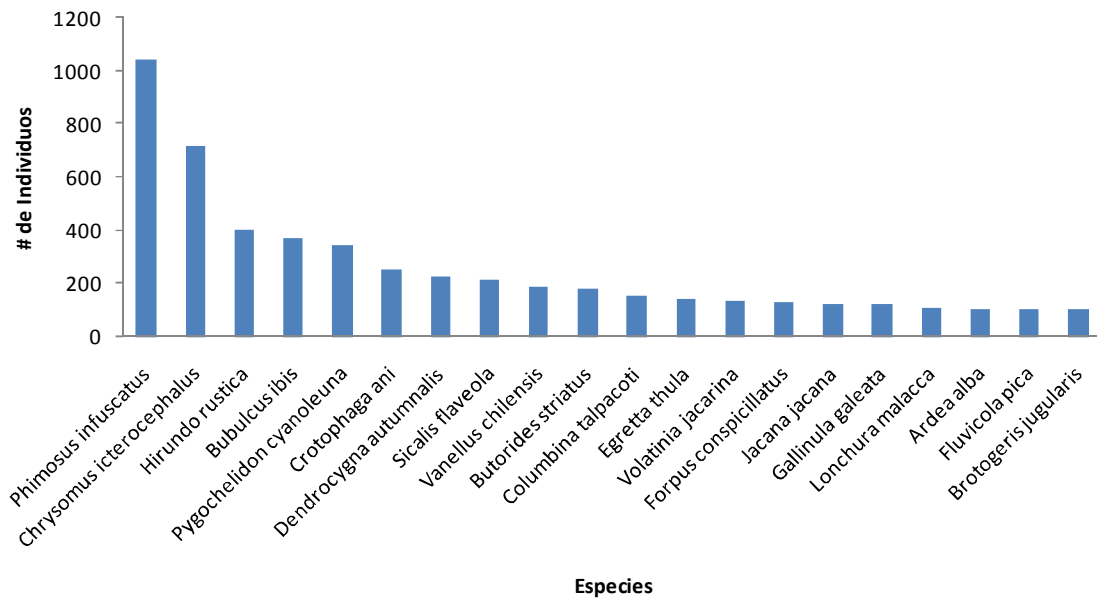


Figura 18. Individuos más representativos 2005 a 2012 Laguna La Esmeralda.

6.1.2.2. Resultados multitemporales

Se discrimino por cada etapa del estudio el comportamiento de las familias así: Antes (2007- 2008) Durante (2009 – 2010) Después (2011- 2012) para de esta manera determinar o no la afectación que pudiera generar la construcción de la vía en la comunidad de aves objeto de este estudio.

6.1.2.3. Representatividad

Según los estimadores no paramétricos basados en la abundancia Chao1 y Chao2, la representatividad general de los muestreos de aves para la localidad de La Esmeralda se encontró entre el 92-71%. A nivel de los períodos, las mayores representatividades fueron halladas en la temporada antes (92–90%) (Tabla 16), seguidas de durante (91-86%) (Tabla 17) y finalmente la temporada después (89–71%) (Tabla 18), Estos resultados sugieren la eficiencia en la detección de un gran porcentaje de las especies de aves presentes en la localidad de la Esmeralda.

Tabla 16. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna La Esmeralda.

Antes		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	102	-
Chao 1	110.75	92%
Chao 2	113.45	90%

Tabla 17. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna La Esmeralda.

Durante		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	98	-
Chao 1	107.55	91%
Chao 2	114.03	86%

Tabla 18. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna La Esmeralda.

Después		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	93	-
Chao 1	104.33	89%
Chao 2	131.25	71%

6.1.2.4. Composición general

En la localidad La Esmeralda para la temporada antes se obtuvo un número de 38 familias, para la temporada durante se registraron 36 familias, mientras que para la temporada después solo se registraron 36, de esta manera la diversidad en las temporadas antes durante y después se evidencia que la familia Thraupidae registró (14, 11, 11 especies respectivamente), Tyrannidae (14, 11, 13 especies respectivamente) y Ardeidae (7, 6, 7 especies respectivamente), a pesar de los cambios ocasionados por la construcción de la vía, estas se mantuvieron siempre como las tres familias más diversas (Tabla 19), así mismo se observó que la familia Fringilidae, solo se registró en la temporada antes (2007-2008). Las familias Galbulidae y Titiridae, solo se registran en la temporada durante (2009-2010), la familia Mimidae desaparece en la temporada después y la familia Cardinalidae solo se registra en la temporada durante.

Para la Laguna La Esmeralda el análisis multitemporal de abundancia en las familias se observó un número de 2776 individuos en la temporada antes (2007- 2008), 1509 individuos en la temporada durante (2009 – 2010) y 1821 después (2011- 2012) con una pérdida de 955 individuos entre el antes y después de la construcción, la abundancia de las familias en las diferentes temporadas vario principalmente entre las primeras cinco familias de cada periodo evaluado, en este caso la familia Threskiornithidae obtuvo número de individuos en las tres temporadas así: (762, 61, 114 respectivamente), la familia Hirundinidae registro las siguientes abundancias en las temporadas (506, 90 y 67 respectivamente) la familia Ardeidae con (302, 184 y 275 respectivamente), resulta claro en el análisis que de antes a después las familias Ardeidae y Threskiornithidae perdieron entre 600 y 27 individuos respectivamente sin embargo, las dos familias presenta un pico mínimo de individuos en la temporada durante que luego recupera un poco en la temporada después; por otra parte encontramos que la familia Thraupidae a través de las temporadas registró (181, 262 y 114) individuos respectivamente, caso contrario a las familias analizadas anteriormente pues esta, presenta un pico de mayor abundancia en la temporada durante, Tyrannidae registró (137, 118 y 119) individuos respectivamente (Tabla 20).

Tabla 19. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad La Esmeralda. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza de Familias más representativas Localidad La Esmeralda					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Thraupidae	14	Thraupidae	↓ 11	Tyrannidae	↑ 13
Tyrannidae	14	Tyrannidae	↓ 11	Thraupidae	11
Ardeidae	6	Ardeidae	↑ 7	Ardeidae	6
Hirundinidae	5	Icteridae	5	Rallidae	↑ 5
Icteridae	5	Columbidae	↑ 4	Columbidae	4
Rallidae	4	Cuculidae	↑ 4	Falconidae	4
Accipitridae	3	Rallidae	4	Icteridae	↓ 4
Alcedinidae	3	Accipitridae	3	Scolopacidae	4
Columbidae	3	Alcedinidae	3	Alcedinidae	3
Cuculidae	3	Hirundinidae	3	Cuculidae	↓ 3

Tabla 20. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad La Esmeralda. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Abundancia de Familias más representativas Localidad La Esmeralda					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Threskiornithidae	762	Thraupidae	↑ 262	Icteridae	↑ 434
Hirundinidae	506	Ardeidae	↓ 184	Ardeidae	↑ 275
Ardeidae	302	Icteridae	↓ 125	Tyrannidae	119
Thraupidae	181	Tyrannidae	↓ 118	Thraupidae	↓ 114
Tyrannidae	137	Cuculidae	111	Threskiornithidae	↑ 114
Icteridae	134	Psittacidae	102	Anatidae	↓ 107
Anatidae	112	Hirundinidae	↓ 90	Cuculidae	↓ 85
Cuculidae	72	Columbidae	↓ 63	Estrildidae	73
Psittacidae	67	Threskiornithidae	↓ 61	Hirundinidae	↓ 67
Columbidae	65	Charadriidae	49	Charadriidae	↑ 63

6.1.2.5. Diversidad Alfa

Al analizar la dinámica temporal de la comunidad de aves, se encontró que a través de los 15 monitoreos, el número de especies presenta una tendencia a la disminución, correspondiente al 23%, mientras que la abundancia de individuos se mantuvo durante el periodo evaluado (Figuras 19 y 20). Asimismo, los índices de diversidad de Shannon y Margalef advierten una tendencia a la reducción de la diversidad y riqueza de aves, entre el 18%-25% (Figuras 21 y 22).

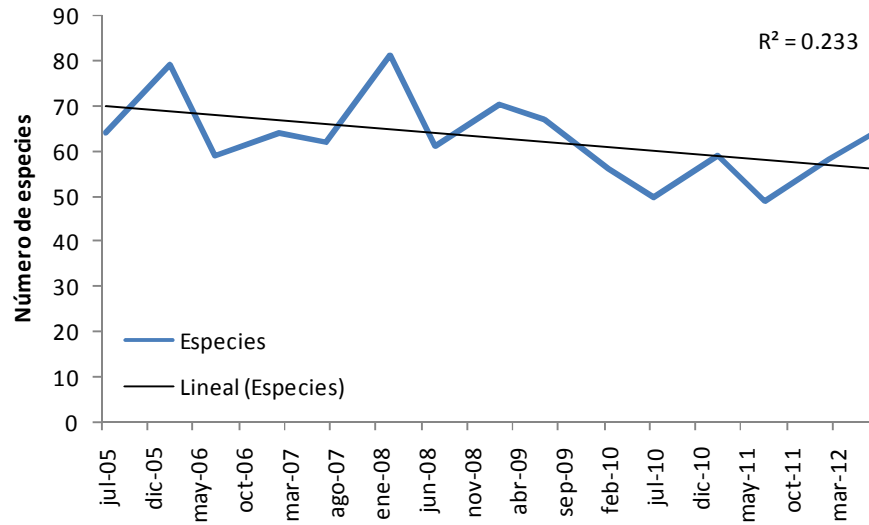


Figura 19. Dinámica temporal del número de especies en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.

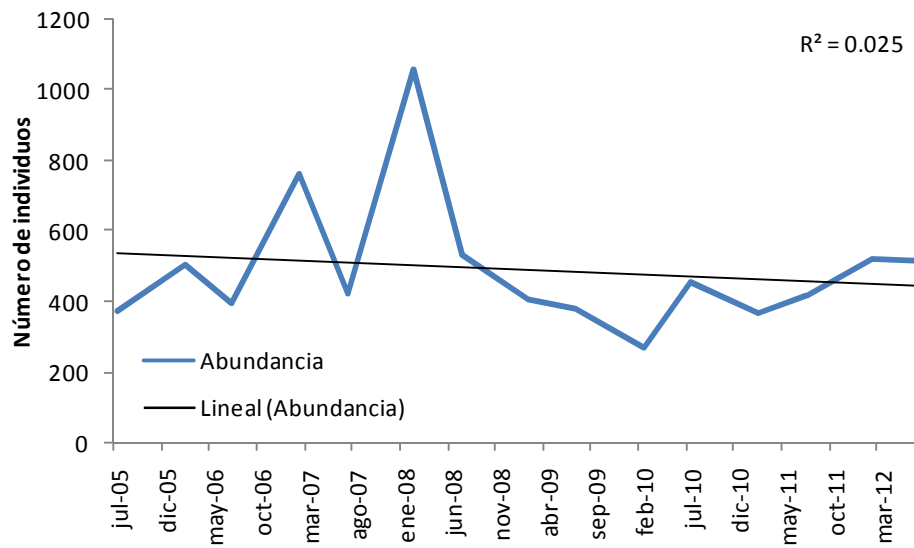


Figura 20. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.

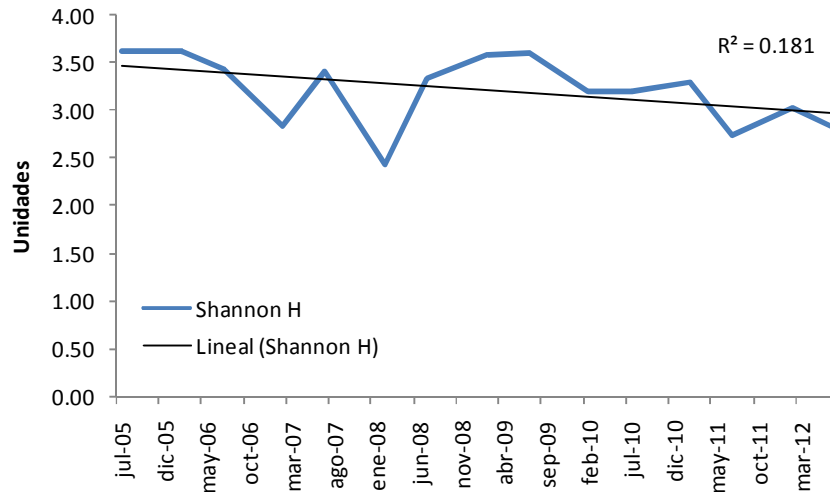


Figura 21. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.

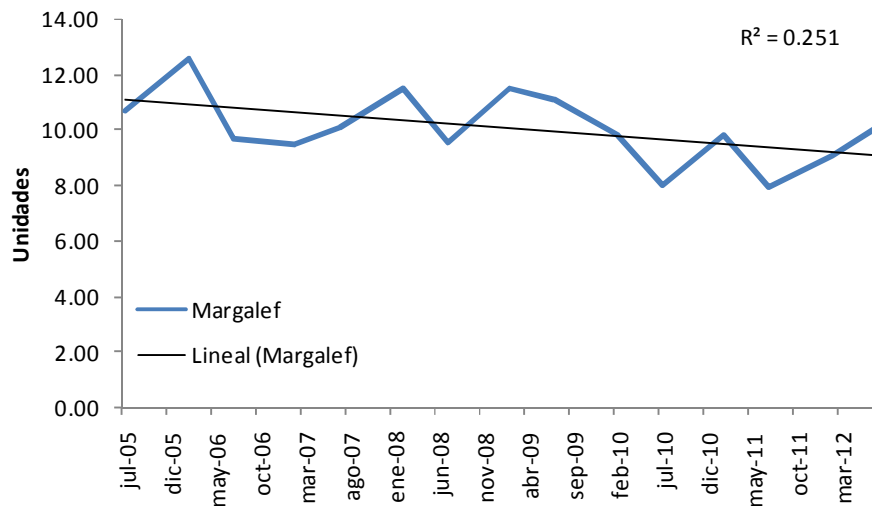


Figura 22. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna La Esmeralda, entre los años 2005-2012.

Al aumentar la resolución de la información y reagrupar los datos en tres categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, se observó que el mayor número de especies se encuentra antes del impacto y que ha disminuido a través del tiempo, mientras que la abundancia de individuos decreció durante la fase de construcción de la obra y se incrementó levemente después de la entrada en funcionamiento de la autopista (Figura 23).

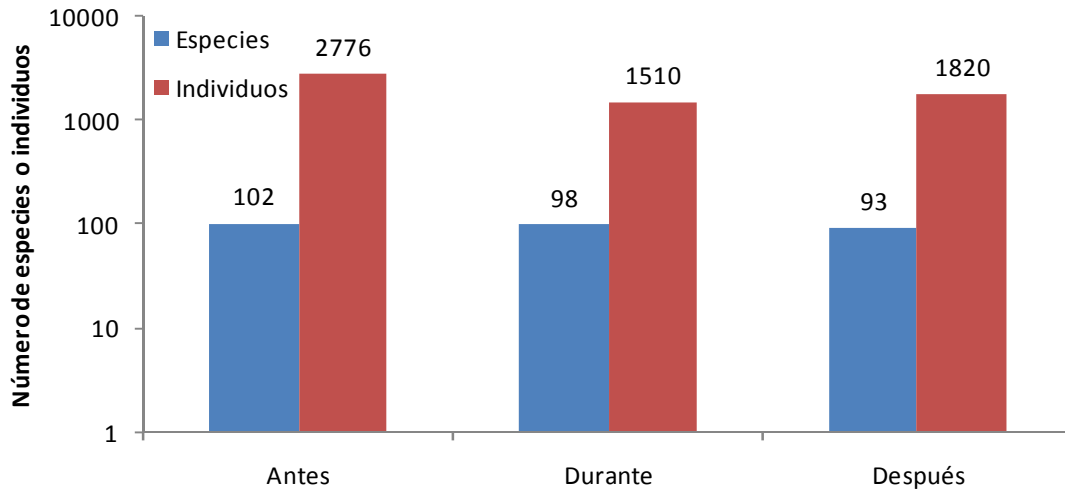


Figura 23. Número de especies e individuos en las categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda.

Por su lado, el índice de Shannon aumentó significativamente durante la fase de construcción de la obra y disminuyó después del impacto. No obstante, al comparar este mismo índice entre las categorías Antes y Después, se observa que el valor puntual es mayor después de la perturbación, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Figura 24, Tabla 21).

Con respecto al índice de Dominancia, este mostró una dinámica significativa entre categorías. La dominancia disminuyó fuertemente durante la fase de construcción de la doble calzada, y aumentó luego de la finalización de las obras; sin embargo, la dominancia no retornó a los valores encontrados antes del impacto (Figura 24, Tabla 21).

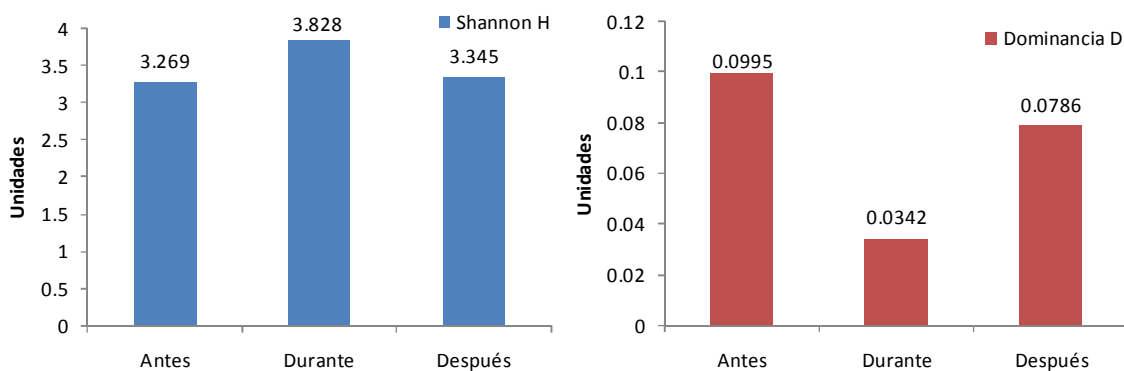


Figura 24. Índices de Shannon H' y Dominancia D, calculados para las tres categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda

Tabla 21. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda.

Índice	Antes	Durante	t	g.l.	Valor P
Shannon H'	3.268	3.828	-13.26	4061.4	2.36E-39
Dominancia D	0.099521	0.034239	14.65	3374.3	3.66E-47
	Durante	Después			
Shannon H'	3.828	3.345	10.725	3301.7	2.09E-26
Dominancia D	0.034239	0.078609	-10.613	2290.9	1.01E-25
	Antes	Después			
Shannon H'	3.268	3.345	-1.646	4141.3	0.099822
Dominancia D	0.099521	0.078609	3.629	4508.3	0.000288

6.1.2.6. Diversidad Beta

La mayor similitud en la composición de especies de aves, medida con el índice de Bray-Curtis, se encontró entre las categorías Durante-Después de la construcción de la autopista (55%), seguido de Antes-Después (51%) y Antes-Durante (49%), lo cual se ve reflejado en el dendrograma (Figura 41).

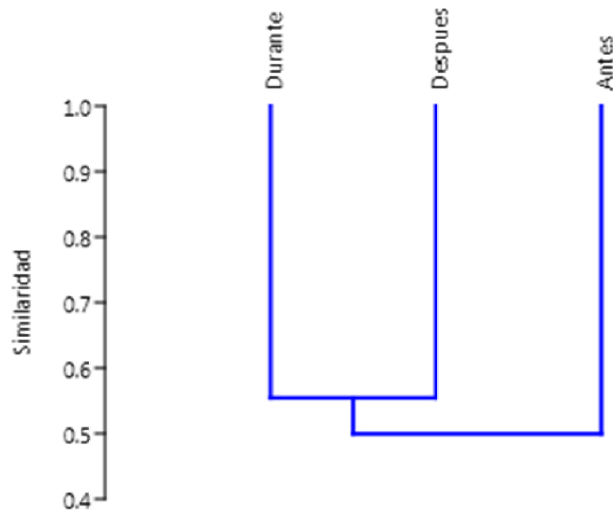


Figura 25. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna La Esmeralda.

6.1.2.7. Categorías Ecológicas

Los registros multitemporales analizados para la determinar la riqueza a través de las categorías ecológicas presentes en la laguna La Esmeralda discriminan dos grandes grupos en el primero de ellos se registran las categorías ecológicas donde hubo un aumento de especies de la temporada antes a las temporadas durante y después, como es el caso de las categorías: (IVb), (IVa), con porcentajes de aumento de especies entre el 5% y 20%; el segundo grupo se encuentra representado por aquellas categorías que perdieron especies a lo largo del estudio, para este caso encontramos las categorías (II), (III) y (Ib), quienes perdieron especies en porcentajes entre 6% y el 32% de las especies para todo el estudio, mientras que las categoría (Ia) y (Vb) se mantuvieron constantes (Tabla 22).

El análisis de la abundancia para las categorías ecológicas evidencia dos grupos entre los cuales se diferencian la categorías que perdieron individuos con porcentajes entre el 5% y el 69% en (III), (IVb), (II), (IVa), (Vb), la categoría ecológica (Ib) perdió la totalidad de sus especies en las temporadas antes y después; la categoría (Ia) aunque en la temporada durante no registró individuos, en la temporada antes comparada con después registro un aumento de individuos con un porcentaje de 33% (Tabla 22).

Tabla 22. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad La Esmeralda. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después	Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después
Ia	1	↓	1	Ia	2	↓	↑ 3
Ib	1	↓	↓	Ib	1	↓	↓
II	25	↓ 22	↓ 17	II	171	↓ 145	↓ 73
III	49	↓ 47	↓ 46	III	1272	↓ 936	↑ 1214
IVa	4	↑ 6	5	IVa	99	↓ 69	↑ 81
IVb	19	↑ 20	↑ 21	IVb	1186	↓ 316	↑ 435
Vb	3	3	3	Vb	45	↓ 44	↓ 14

6.1.2.8. Gremios Tróficos

El análisis de riqueza en los gremios tróficos en la localidad La Esmeralda deja ver dos grandes grupos el primero de ellos se encuentra conformado por aquellos gremios donde el análisis de temporadas antes durante y después muestra un porcentaje de pérdida de especies entre el 5% y el 50% donde se encuentran tres gremios: (I), (F-I) y (N-I); el segundo grupo conformado por los gremios cuyas especies en la temporalidades antes, durante y después aumentaron un 17% representando por el gremio (O), los demás gremios a pesar de sufrir cambios en la temporada durante no presentaron diferencias entre el antes y el después (Tabla 23).

La abundancia de gremios tróficos en la localidad La Esmeralda evidencia también dos grupos, sin embargo a diferencia de la riqueza, en este caso se presentan 10 gremios que presentan porcentajes de pérdida de individuos entre el 5% y 99% dentro de los cuales se encuentran los gremios: (C), (Cr), (F), (F-I), (G),(I), (Iac), (Ipv), (N-I) y (P); el segundo grupo donde se ubican los gremios que ganaron individuos con porcentajes de ganancia de 57% y 96% se registran los gremios: (F-G), (G-I) y (O), es importante resaltar que el gremio (F-I-G) solo se registra en la temporada durante, con un individuo (Tabla 23).

Tabla 23. y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad La Esmeralda. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Gremio Trófico	Antes	Durante	Después	Gremio Trófico	Antes	Durante	Después
C	6	5	6	C	25	↓ 21	↓ 12
Cr	2	2	2	Cr	43	↓ 40	↓ 12
F	4	↑ 5	↓ 4	F	85	↑ 107	↓ 49
F-G	2	↑ 4	↓ 2	F-G	3	↑ 11	↓ 7
F-I-G		↑ 1	↓	F-I-G		↑ 1	
F-I	19	↓ 14	↓ 12	F-I	153	↓ 145	↓ 85
G	9	↓ 8	↑ 9	G	229	↑ 317	↓ 172
I-G	1	1	1	I-G	3	↑ 33	↑ 73
I	38	↓ 36	36	I	885	↓ 477	↑ 755
Iac	2	2	2	Iac	780	↓ 67	↑ 132
Ipv	1	1	1	Ipv	112	↓ 12	↑ 107
N-I	2	2	1	N-I	8	↓ 3	↓ 1
O	5	5	↑ 6	O	108	↓ 59	↑ 336
P	11	↑ 12	↓ 11	P	342	↓ 217	↓ 33

6.1.2.9. Análisis de EIA según Conesa - Fernandez, Laguna La Esmeralda

El desarrollo de la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental propuesto para este estudio evidencio que de los 15 Items analizados cuatro de estos se calificaron como impactos bajos: los cambios en la calidad y usos del agua de la laguna, la presencia de olores molestos y la afectación a corredores biológicos; se calificaron como impacto medio los ítems: aumento o disminución de la diversidad de especies de distribución restringida y diversidad de Gremios Tróficos; finalmente fueron calificaron como impactos significativos los ítems: aumento o disminución de ruidos, de la cobertura vegetal, del uso del suelo, área, hábitat, abundancia de especies migratorias, abundancia de gremios tróficos y diversidad y abundancia de categorías ecológicas (Tabla 24).

Tabla 24. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa y modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad La Esmeralda.

LAGUNA LA ESMERALDA			Importancia										IMPORTANCIA	CALIFICACION
			I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
COMPONENTE HIDRICO	AGUAS LAGUNAS	Calidad	6	2	4	1	1	4	1	1	2	1	23	Impacto Bajo
		Usos	3	2	4	1	1	2	1	4	2	1	21	Impacto Bajo
AIRE	CALIDAD	Ruidos	24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
		Olores molestos	3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	17	Impacto Bajo
SUELO	Cobertura Vegetal		24	12	4	4	4	4	4	4	4	8	72	Impacto Significativo
	Uso del suelo		24	12	4	4	4	4	4	4	4	8	72	Impacto Significativo
	Área		24	12	4	4	4	4	4	4	4	8	72	Impacto Significativo
AVIFAUNA	Hábitat		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Corredores Biológicos		6	4	2	2	2	1	1	1	1	2	22	Impacto Bajo
	Abundancia de especies Migratorias		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Sp de Distribución Restringida: Endémicas y Casi Endémicas		6	2	2	4	4	2	1	4	4	8	37	Impacto Medio
	Diversidad Gremios Tróficos		12	8	2	4	4	4	4	4	4	8	54	Impacto Medio
	Abundancia Gremios Tróficos		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Diversidad Categorías Ecológicas		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Abundancia Categorías Ecológicas		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo

6.1.3. Laguna Picalaña

6.1.3.1. Resultados Generales

Se desarrollaron análisis de diversidad y abundancia para esta localidad, donde se abarca un periodo de tiempo de ocho años (2005 – 2012) con el objeto de identificar los patrones de riqueza y abundancia de las familias en todo el estudio.

Para la localidad de Picalaña (2005 – 2012), las familias más diversas fueron Tyrannidae (25 especies) Thraupidae (22 especies), Ardeidae (8 especies), Cuculidae (7 especies) y Columbidae (6 especies), las demás familias presentaron menos de seis especies (Figura 26). Así mismo, las familias más abundantes fueron Ardeidae (1602 individuos) Threskiornithidae (886 individuos), Icteridae (629 individuos), Phalacrocoracidae (599 individuos), Charadriidae (576 individuos) Tyrannidae (493 individuos), Thraupidae (475), Rallidae(452 individuos), las demás familias presentaron menos de 400 individuos (Figura 27).

Las especies más abundantes para la localidad de Picalaña (2005 – 2012) fueron *Phimosus infuscatus* (886), *Egretta thula* (799), *Phalacrocorax brasilianus* (599), *Bubulcus ibis* (445), *Vanellus chilensis* (526), *Chrysomus icterocephalus* (503), las demás especies registraron menos de 500 individuos (Figura 28).

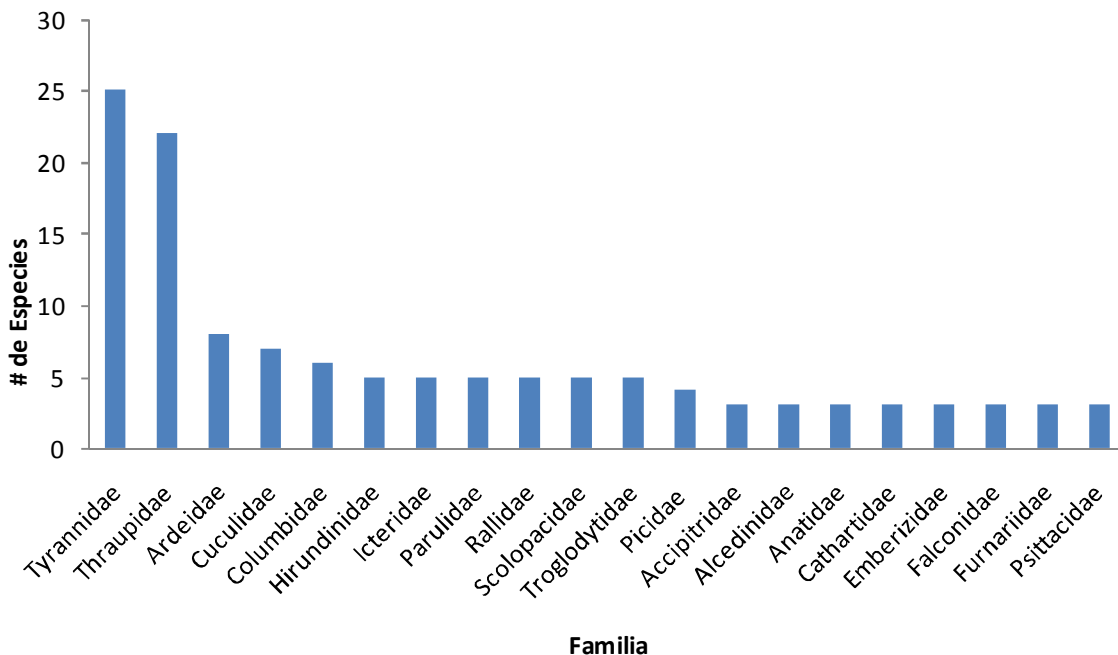


Figura 26. Riqueza de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna Picalaña.

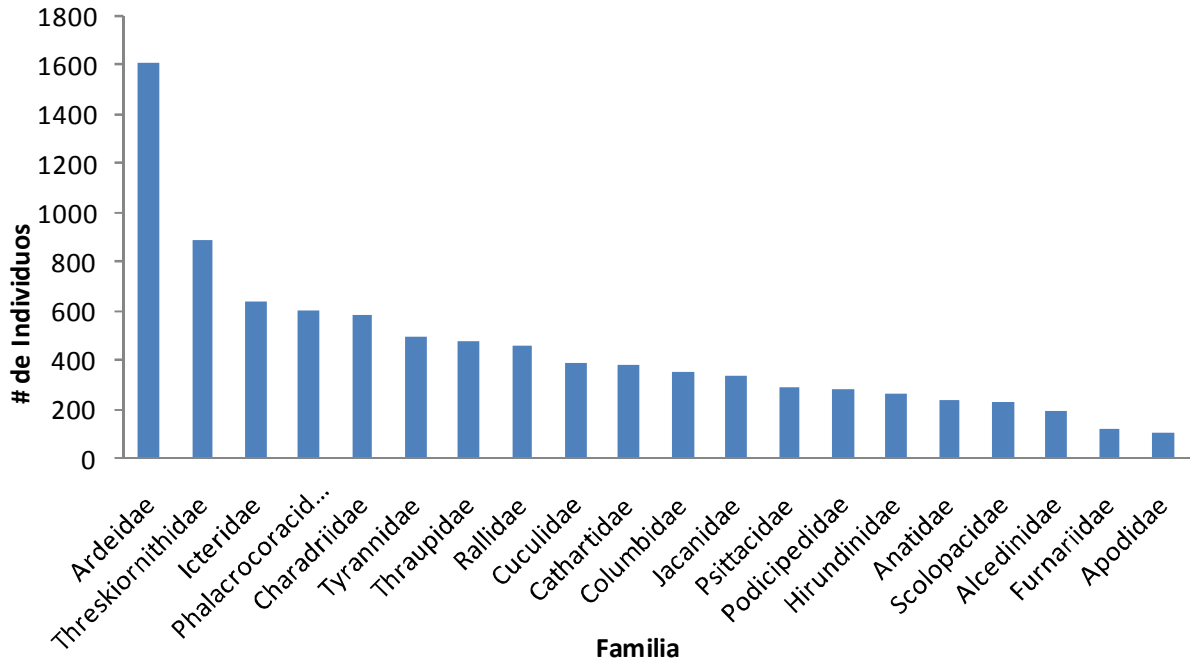


Figura 27. Individuos por familias más representativas 2005 a 2012 Laguna Picalaña.

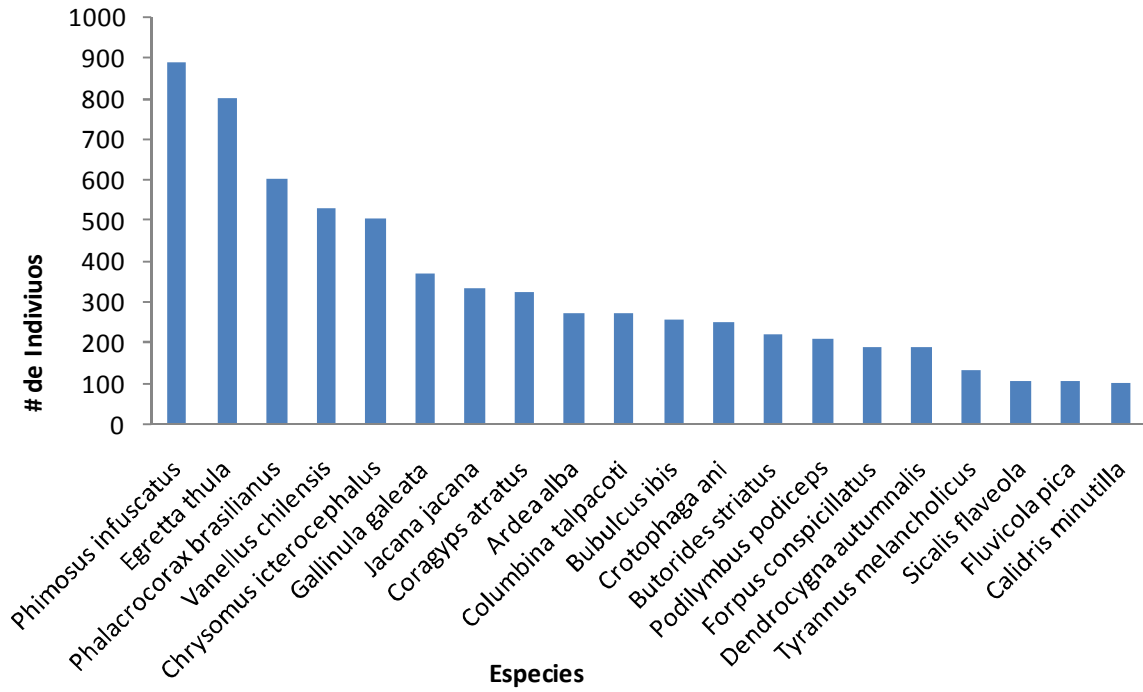


Figura 28. Abundancia de individuos más representativos 2005 a 2012 Laguna Picalaña.

6.1.3.2. Resultados multitemporales

Al igual que en las dos lagunas anteriores, se discriminó por cada etapa del estudio el comportamiento de las familias así: antes (2007- 2008) durante (2009 – 2010) después (2011- 2012) con el objeto de determinar, la afectación que pudiera generar la construcción de la vía en la comunidad de aves que habitan en la localidad de Picaleña.

6.1.3.3. Representatividad

Según los estimadores no paramétricos basados en la abundancia Chao1 y Chao2, la representatividad general de los muestreos de aves para la localidad de Picaleña se encontró entre el 95-81%. A nivel de los períodos, las mayores representatividades fueron halladas en la temporada antes (95–88%) (Tabla 25), seguidas de durante (91-81%) (Tabla 26), y finalmente la temporada después (87–86%) (Tabla 27). Estos resultados sugieren la eficiencia en la detección de un gran porcentaje de las especies de aves presentes en la localidad de Picaleña.

Tabla 25. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna Picaleña

Antes		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	107	-
Chao 1	113	95%
Chao 2	121.18	88%

Tabla 26. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna Picaleña.

Durante		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	111	-
Chao 1	121.93	91%
Chao 2	136.63	81%

Tabla 27. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna Picaleña.

Después		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	117	-
Chao 1	136	86%
Chao 2	133.91	87%

6.1.3.4. Composición general

En la Localidad de Picaleña, para la temporada antes se obtuvo un número de 37 familias, para la temporada durante se registraron 36 familias, mientras que para la temporada después se registraron 38 familias, de esta manera la diversidad, en las temporadas antes durante y después se evidencia que la familia Tyrannidae mantuvo siempre la mayor riqueza con (13, 14, 19 especies respectivamente), seguida también en las tres temporadas por Thraupidae quien registró (11, 12, 12 especies respectivamente) y Ardeidae (8, 7, 6 especies respectivamente) a pesar de los cambios ocasionados por la construcción de la vía, estas se mantuvieron siempre como las tres familias más diversas (Tabla 28), así mismo se observó que las familias Fringilidae y Haematopodidae, desaparecen en la temporada después (2011-2012) y las familias Laridae y Mimidae solo se registran en la temporada después.

Para la Laguna Picaleña el análisis multitemporal de abundancia en las familias se observó un número de 2805 individuos en la temporada antes (2007- 2008), 2524 individuos en la temporada durante (2009 – 2010) y 2039 después(2011- 2012) con una pérdida de 776 individuos entre el antes y después de la construcción, el orden de las familias varió de una temporada a la otra, registrando para la temporada antes las tres familias más abundantes: Threskiornithidae (474 individuos), Ardeidae (399 individuos) y Charadriidae (253), para la temporada durante: Ardeidae (596), Phalacrocoracidae (232) e Icteridae (168) y para la temporada después: Ardeidae (194), Rallidae (171) y Threskiornithidae (136) las demás familias obtuvieron un número de individuos menor a 130 (Tabla 29).

Tabla 28. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad Picalaña. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza de Familias más representativas Localidad Picalaña					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Tyrannidae	13	Tyrannidae	↑ 14	Tyrannidae	↑ 19
Thraupidae	11	Thraupidae	↑ 12	Thraupidae	12
Ardeidae	8	Ardeidae	↓ 7	Ardeidae	↓ 6
Cuculidae	5	Cuculidae	5	Cuculidae	↑ 6
Icteridae	5	Icteridae	5	Columbidae	5
Scolopacidae	5	Scolopacidae	5	Rallidae	↑ 5
Hirundinidae	4	Hirundinidae	4	Scolopacidae	5
Picidae	4	Parulidae	4	Icteridae	↓ 4
Troglodytidae	4	Rallidae	4	Picidae	4
Alcedinidae	3	Alcedinidae	3	Alcedinidae	3

Tabla 29. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad Picalaña. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Abundancia de Familias más representativas Localidad Picalaña					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Threskiornithidae	474	Ardeidae	↑ 596	Ardeidae	↓ 194
Ardeidae	399	Phalacrocoracidae	↑ 232	Rallidae	↑ 171
Charadriidae	253	Icteridae	↓ 168	Threskiornithidae	↑ 136
Phalacrocoracidae	191	Charadriidae	↓ 136	Charadriidae	↓ 127
Icteridae	175	Rallidae	↑ 136	Icteridae	↓ 119
Psittacidae	124	Threskiornithidae	↓ 129	Phalacrocoracidae	↓ 117
Cuculidae	123	Podicipedidae	109	Scolopacidae	112
Tyrannidae	123	Tyrannidae	↓ 108	Tyrannidae	↓ 107
Jacanidae	114	Jacanidae	↓ 102	Cathartidae	103
Rallidae	111	Thraupidae	101	Thraupidae	101

6.1.3.5. Diversidad Alfa

Al analizar la dinámica temporal de la comunidad de aves en esta laguna, se encontró que a través de 16 monitoreos, tanto el número de especies como la abundancia de individuos presentan una tendencia a la estabilidad (Figuras 29 y 30). Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon presenta una leve tendencia a la disminución, correspondiente a un 5%, mientras que la el índice de Margalef refleja un aumento del 1% en la riqueza de especies, durante el periodo evaluado (Figuras 31 y 32).

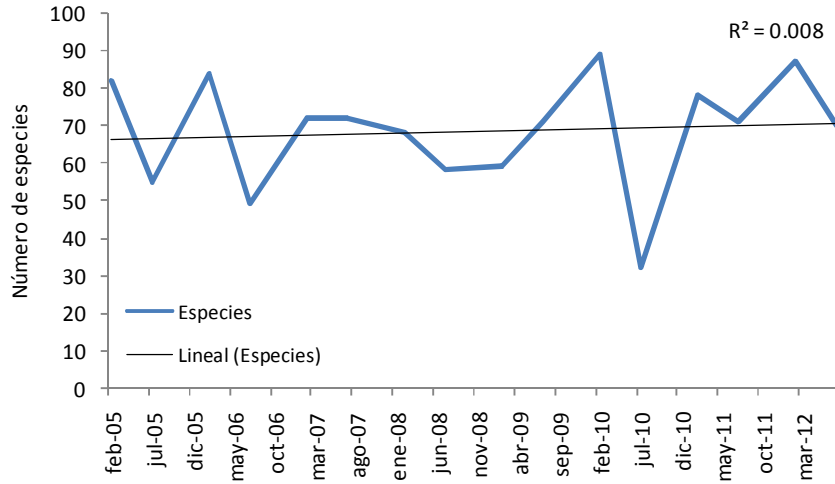


Figura 29. Dinámica temporal del número de especies en la laguna Picalaña, entre los años 2005-2012.

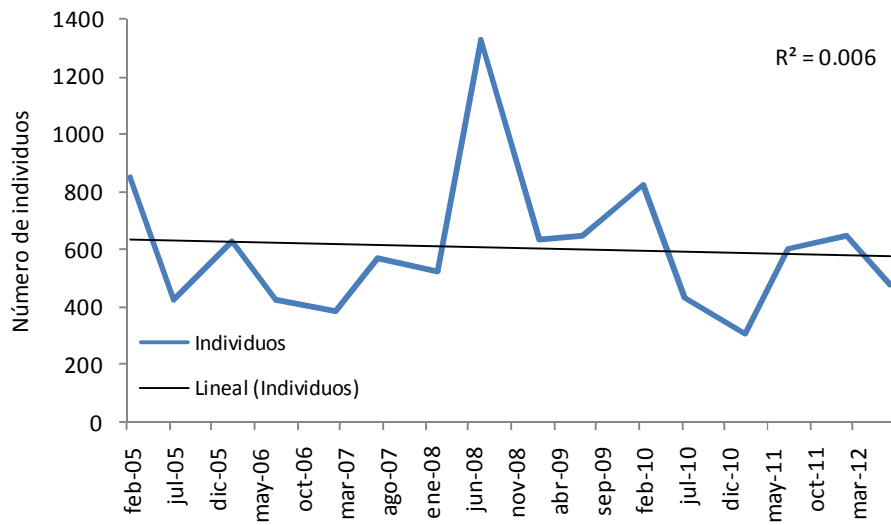


Figura 30. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna Picalaña, entre los años 2005-2012.

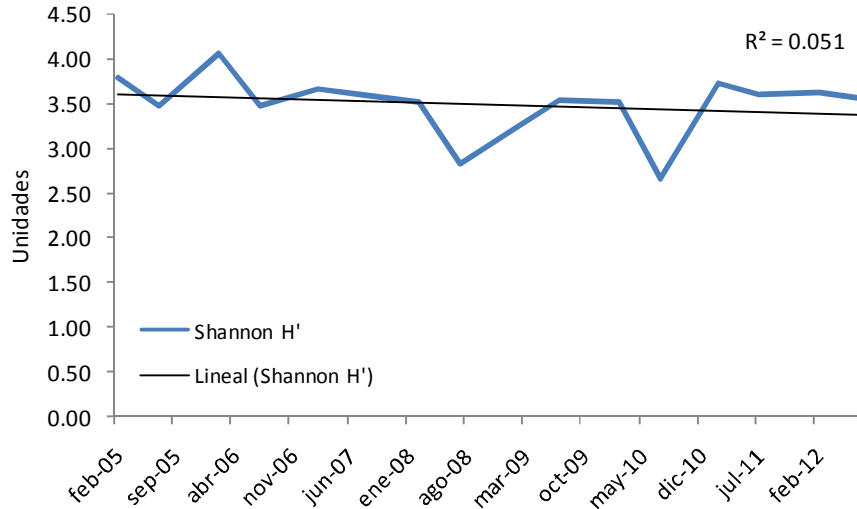


Figura 31. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna Picaleña, entre los años 2005-2012.

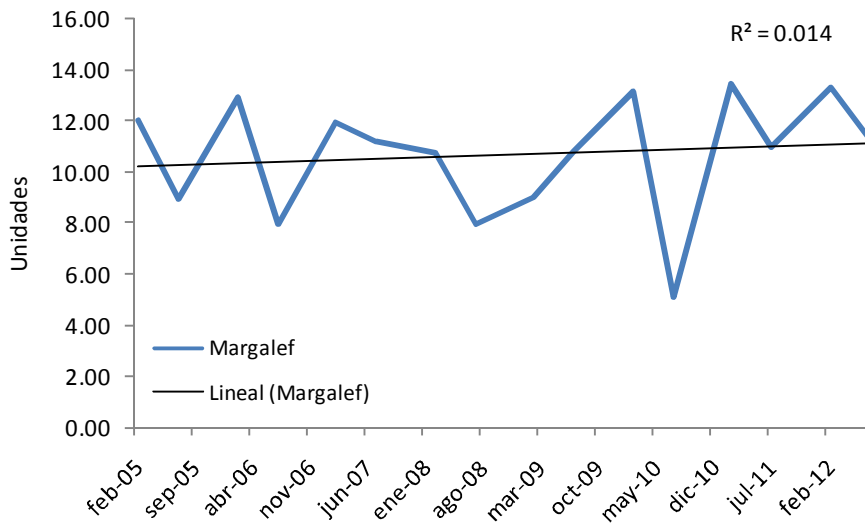


Figura 32. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna Picaleña, entre los años 2005-2012.

Al reorganizar los datos en tres categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, se encontró que el número de especies aumenta progresivamente a través de las categorías evaluadas, mientras que el número de individuos se reduce en casi una tercera parte durante (Figura 33).

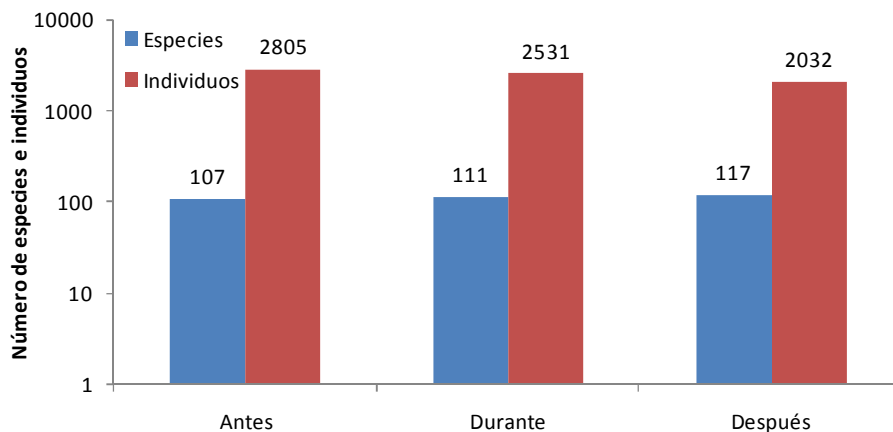


Figura 33. Número de especies e individuos en las categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna Picaleña.

Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon mostró una tendencia al aumento a través del tiempo, mientras que la dominancia disminuyó progresivamente. Los valores en estos índices fueron significativamente diferentes entre las categorías durante y después de la construcción de la vía (Figura 34, Tabla 30).

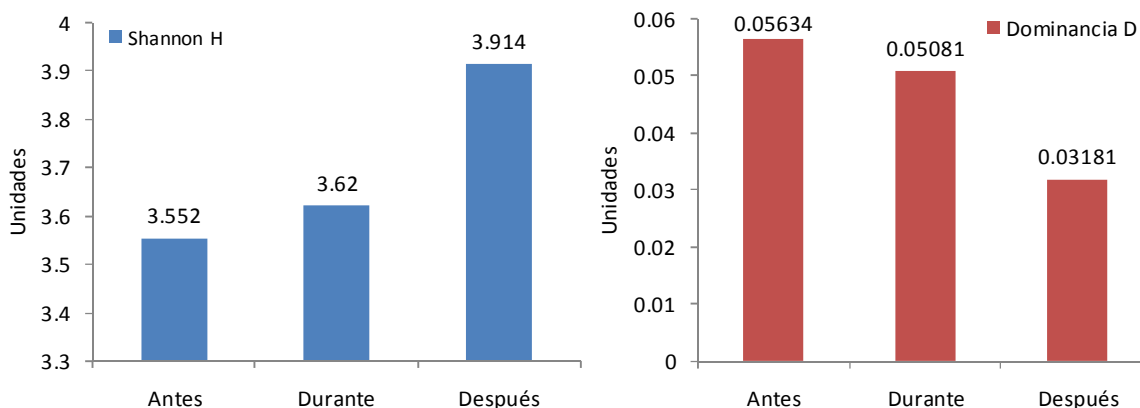


Figura 34. Índices de Shannon H' y Dominancia D, calculados para las tres categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna Picaleña.

Tabla 30. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, laguna Picaleña

Índice	Antes	Durante	t	g.l.	Valor P
Shannon H'	3.5518	3.6204	-1.8442	5307.3	0.065206
Dominancia	0.056343	0.050812	1.9138	5332.9	0.055702
	Durante	Después	7.	8.	9.
Shannon H'	3.6204	3.9141	-7.8937	4529.1	3.65E-15
Dominancia	0.050812	0.031809	8.5589	3765.3	1.64E-17
	Antes	Después	10.	11.	12.
Shannon H'	3.5518	3.9141	-9.8485	4715.4	1.15E-22
Dominancia	0.056343	0.031809	10.404	3985.6	4.95E-25

6.1.3.6. Diversidad Beta

El índice de similitud de Bray-Curtis mostró que la mayor afinidad en la composición de especies se encuentra entre las categorías Antes-Durante el impacto (68%), seguido de Durante-Después (65%) y Antes-Después (62%) (Figura 35).

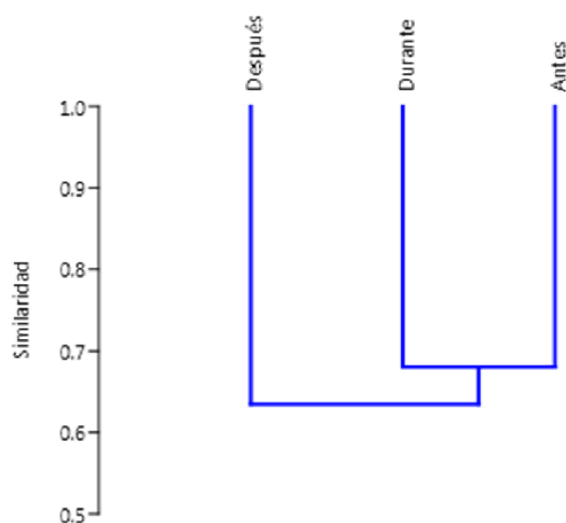


Figura 35. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna Picaleña

6.1.3.7. Categorías Ecológicas

Los registros multitemporales analizados para la determinar la riqueza a través de las categorías ecológicas presentes en la laguna de Picaleña discriminan dos grandes grupos en el primero de ellos se registran las categorías ecológicas donde hubo un aumento de especies de la temporada antes a las temporadas durante y después, como es el caso de las categorías: (III), (II), (Ib), con porcentajes de aumento de especies entre el 22% y 50%, es importante resaltar que para la categoría (Ib) en la temporada antes no presentaba especies, en la temporada durante se obtuvieron (3 especies) y después (2 especies); en el segundo grupo se encuentran aquellas categorías que perdieron especies a lo largo del estudio, para este caso encontramos las categorías: (IVb) y (Ia), quienes perdieron especies en porcentajes del 4% y el 100% para todo el estudio, mientras que la categoría (Vb) se mantuvo constante (Tabla 31).

El análisis de la abundancia para las categorías ecológicas evidencia dos grupos uno de ellos representado por aquellas categorías que perdieron individuos con porcentajes entre el 33% y el 100% en (Ia), (III), (IVb), la categoría ecológica (Ib) paso de no presentar individuos antes a registrar dos individuos después; el segundo grupo está conformado por las categorías ecológicas que ganaron individuos a lo largo del estudio como es el caso de (Ib), (II), (IVa) y (Vb); la categoría (Ia) perdió la totalidad de sus especies en la temporada después (Tabla 31).

Tabla 31. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad Picaleña. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después	Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después
Ia	1	1	↓	Ia	4	2	↓
Ib		↑ 3	↓ 2	Ib		↑ 3	↓ 2
II	24	↑ 26	↑ 30	II	24	↑ 151	↑ 157
III	48	↓ 45	↑ 49	III	1102	↓ 749	↓ 737
IVa	3	↑ 5	↑ 6	IVa	146	↓ 130	↑ 193
IVb	27	27	↓ 26	IVb	1322	↑ 1378	↓ 833
Vb	4	4	4	Vb	77	↑ 118	110

6.1.3.8. Gremios Tróficos

El análisis de riqueza en los gremios tróficos en la localidad de Picaleña evidencia dos grandes grupos el primero de ellos se encuentra conformado por aquellos gremios donde el análisis de temporadas antes durante y después muestra un porcentajes perdida de especies entre el 14% y el 50% donde se encuentran dos gremios: (I_{pv}) y (P); el segundo grupo conformado por los gremios cuyas especies en la temporalidades antes, durante y después aumentan en porcentajes entre el 11% y el 50%, entre ellos (C), (Cr), (F), (F-G), (F-I), (N-

F-I), (G), (Iac) y (O) es importante mencionar que los gremios (F-I-G), (G-I), (I) y (N-I) mantuvieron un número de especies constantes a lo largo del estudio (Tabla 32).

La abundancia de gremios tróficos en la localidad de Picaleña evidencia también dos grupos, sin embargo a diferencia de la riqueza, en este caso se presentan siete gremios que presentan porcentajes de pérdida de individuos entre el 13% y 67% dentro de los cuales se encuentran los gremios: (C), (F), (F-I), (I), (Iac), (N-I), y (P), en el segundo grupo se ubican los gremios que ganaron individuos, donde se registran: (Cr), (F-G), (N- F-I), (G) (G-I), (Ipv)y (O) el gremio (F-I-G) mantuvo constante el número de individuos durante todo el periodo del estudio (Tabla 32).

Tabla 32. Riqueza y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad Picaleña. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Gremio Trófico	Antes	Durante	Después	Gremio Trófico	Antes	Durante	Después
C	4	↑ 5	↓ 4	C	44	↓ 26	↓ 18
Cr	2	↑ 3	3	Cr	52	↓ 48	↑ 103
F	3	3	↑ 5	FR	135	↓ 55	↓ 45
F-G	2	1	↑ 4	F-G	6	↓ 1	↑ 32
F-I-G	1	1	1	F-I-G	1	1	1
F-I	17	↑ 21	↓ 19	F-I	188	↓ 156	↑ 163
N-F-I			1	N-F-I			↑ 7
G	8	↓ 7	↑ 9	G	128	↓ 92	↓ 136
G-I	1	1	1	G-I	18	↓ 4	↑ 36
I	46	46	46	I	758	↓ 693	↓ 623
Iac	3	3	↑ 4	Iac	527	↓ 245	↓ 206
Ipv	2	2	↓ 1	Ipv	66	↑ 90	↑ 78
N-I	1	1	1	N-I	2	↓ 1	1
O	3	↑ 5	↑ 6	O	225	↑ 238	↑ 228
P	14	↓ 12	12	P	655	↑ 881	355

6.1.3.9. Análisis de EIA según Conesa - Fernández, Laguna Picaleña

El desarrollo de la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental propuesto para este estudio evidenció que de los 15 ítems analizados 10 de estos se calificaron como impactos bajos: calidad y usos del agua de la lagunas, presencia de ruidos y olores molestos, cambios en la cobertura vegetal, el uso del suelo y área, afectación a corredores biológicos, diversidad y abundancia de gremios tróficos. Se calificó como impacto medio los ítems: abundancia de especies migratorias y diversidad y abundancia de categorías ecológicas; finalmente fueron calificaron como impactos significativos los ítems: hábitat y diversidad

de especies de distribución restringida; es importante resaltar que la presencia de especies de distribución restringida y la abundancia y diversidad de las categorías ecológicas se diagnosticaron como impactos positivos (Tabla 33).

Tabla 33. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad Picalaña.

LAGUNA DE PICALAÑA			Importancia										IMPORTANCIA	CALIFICACION
			I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
COMPONENTE HIDRICO	AGUAS LAGUNAS	Calidad	3	2	4	1	1	4	1	1	1	1	19	Impacto Bajo
		Usos	3	2	4	1	1	4	1	1	1	1	19	Impacto Bajo
AIRE	CALIDAD	Ruidos	3	2	4	1	1	4	4	4	4	2	29	Impacto Bajo
		Olores molestos	3	2	4	1	1	4	1	1	1	1	19	Impacto Bajo
SUELO	Cobertura Vegetal		3	2	2	4	2	2	1	1	4	2	23	Impacto Bajo
	Uso del suelo		3	2	2	4	2	2	1	1	4	2	23	Impacto Bajo
	Área		3	2	2	4	2	2	1	1	4	2	23	Impacto Bajo
AVIFAUNA	Hábitat		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo
	Corredores Biológicos		3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	14	Impacto Bajo
	Abundancia de especies Migratorias		24	8	4	4	4	4	4	4	4	4	64	Impacto Medio (+)
	Sp de Distribución Restringida: Endémicas y Casi Endémicas		24	8	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Impacto Significativo (+)
	Diversidad Gremios Tróficos		3	2	2	4	2	2	1	1	1	2	20	Impacto Bajo
	Abundancia Gremios Tróficos		3	2	2	4	2	2	1	1	1	2	20	Impacto Bajo
	Diversidad Categorías Ecológicas		24	8	4	4	4	4	4	4	4	4	64	Impacto Medio (+)
	Abundancia Categorías Ecológicas		24	8	4	4	4	4	4	4	4	4	64	Impacto Medio (+)

6.1.4. Laguna El Salado

6.1.4.1. Resultados Generales

Los análisis de diversidad y abundancia para esta localidad, abarcan un periodo de tiempo de ocho años (2005 – 2012) con el objeto de identificar los patrones de riqueza y abundancia de las familias en todo el estudio.

Para la localidad del Salado (2005 – 2012), las familias más diversas fueron Tyrannidae (24 especies) Thraupidae (23 especies), Ardeidae (8 especies), Trochilidae (7 especies), las demás familias presentaron menos de siete especies (Figura 36). Así mismo, las familias más abundantes fueron Icteridae (3027 individuos), Ardeidae (1790 individuos), Threskiornithidae (1510 individuos), Thraupidae (890), Charadriidae (668) Estrildidae (566), las demás familias presentaron menos de 500 individuos (Figura 37).

Las especies más abundantes para la localidad del Salado (2005 – 2012) fueron *Chrysomus icterocephalus* (2871), *Phimosus infuscatus* (1510), *Bubulcus ibis* (996), *Vanellus chilensis* (665), *Lonchura malacca* (566) y *Egretta thula* (512) las demás especies registraron menos de 500 individuos (Figura 38).

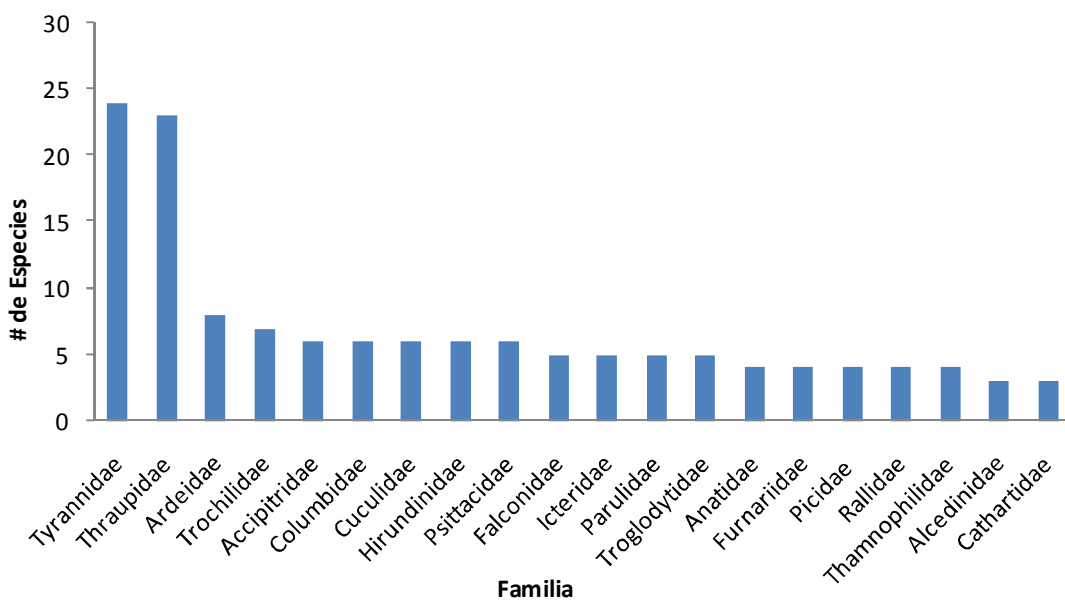


Figura 36. Riqueza de familias más representativas 2005 a 2012 Laguna El Salado.

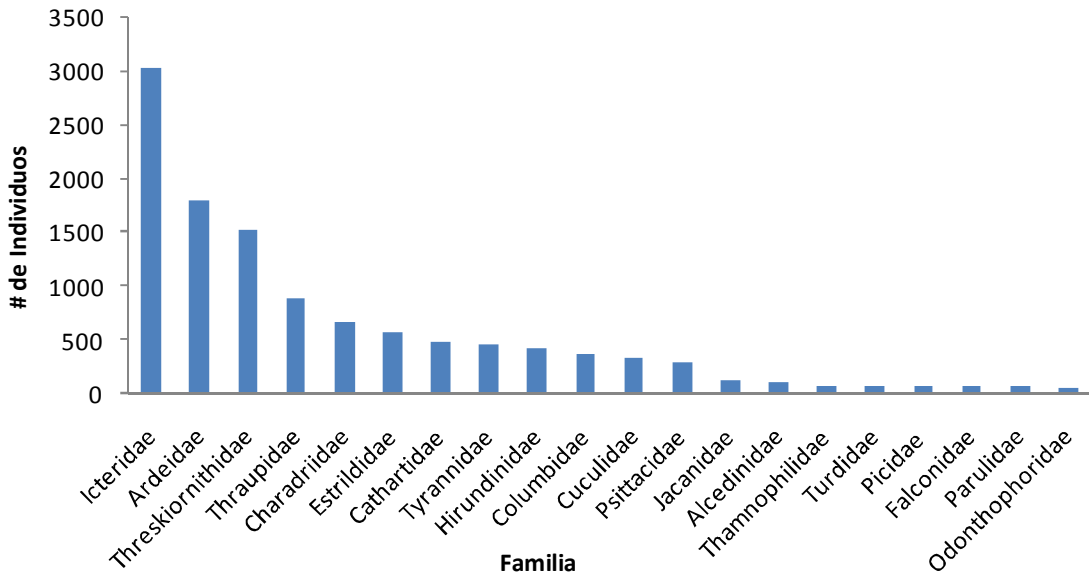


Figura 37. Individuos por familias más representativas 2005 a 2012 Laguna El Salado.

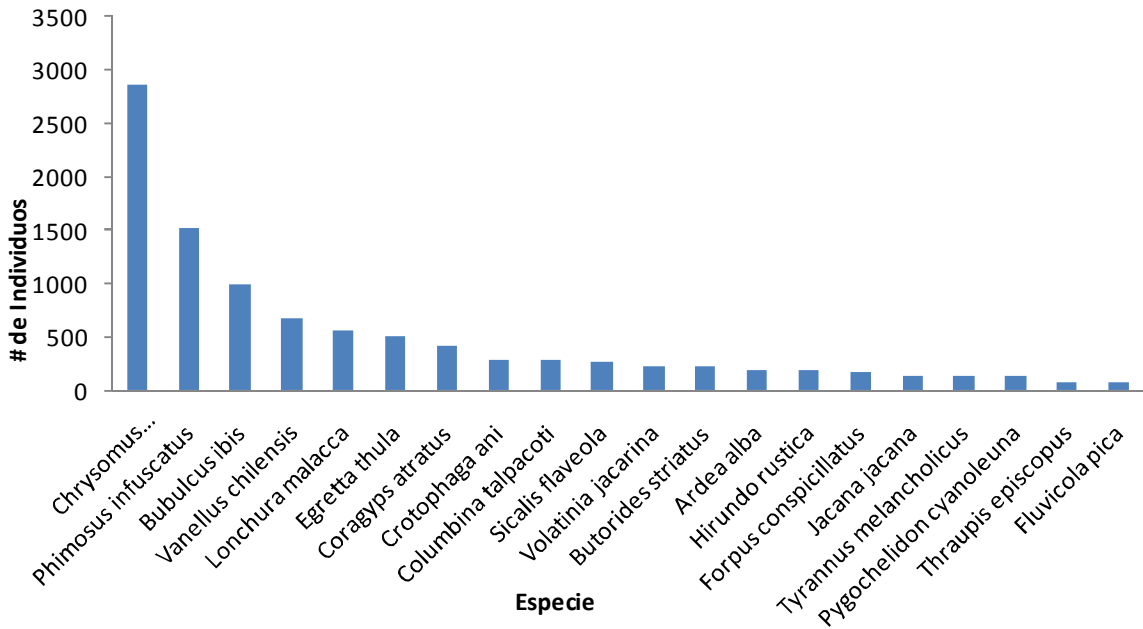


Figura 38. Individuos más representativos 2005 a 2012 Laguna El Salado.

6.1.4.2. Resultados multitemporales

Con el objeto de entender mejor los cambios en la dinámica poblacional de las aves en la localidad, se discrimino por cada etapa del estudio el comportamiento de las familias así: antes (2007- 2008) durante (2009 – 2010) después (2011- 2012) para de esta manera determinar o no la afectación que pudiera generar la construcción de la vía en la comunidad de aves para la localidad El Salado.

6.1.4.3. Representatividad

Según los estimadores no paramétricos basados en la abundancia Chao1 y Chao2, la representatividad general de los muestreos de aves para la localidad del toro se encontró entre el 80-92%. A nivel de los períodos, las mayores representatividades fueron halladas en la temporada antes (92–84%) (Tabla 34), seguidas de durante (89-81%) (Tabla 35), y finalmente la temporada después (82–85%) (Tabla 36), Estos resultados sugieren la eficiencia en la detección de un gran porcentaje de las especies de aves presentes en la localidad del Salado.

Tabla 34. Representatividad del muestreo temporada antes (2007- 2008) Laguna El Salado.

Antes		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	134	-
Chao 1	146.05	92%
Chao 2	159.64	84%

Tabla 355. Representatividad del muestreo temporada durante (2009- 2010) Laguna El Salado.

Durante		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	118	-
Chao 1	132.06	89%
Chao 2	146.56	81%

Tabla 36. Representatividad del muestreo temporada después (2011- 2012) Laguna El Salado.

Después		
Índice	Número de especies	Representatividad
Especies observadas	121	-
Chao 1	133.83	90%
Chao 2	137.18	88%

6.1.4.4. Composición general

En la localidad del Salado para la temporada antes se obtuvo un número de 39 familias, para la temporada durante se registraron 34 familias, mientras que para la temporada después se registraron 36, de esta manera la diversidad, en las tres temporadas se evidencia que la familia Thraupidae registro (19, 21, 15 especies respectivamente), Tyrannidae (16, 17, 14 especies respectivamente) y Ardeidae (7, 6, 7 especies respectivamente) es importante resaltar que la familia Apodidae quien solo fue registrada en la temporada después (Tabla 37), así mismo se observó que las familias Cardinalidae, Cracidae y Tityridae solo se registraron en la temporada antes (2007-2008) la familia Tinamidae no se registran en la temporada durante (2009-2010).

Para la Laguna El Salado el análisis multitemporal de abundancia en las familias se observó un número de 4245 individuos en la temporada antes (2007- 2008), 2562 individuos en la temporada durante (2009 – 2010) y 3026 después (2011- 2012) con una pérdida de 1219 individuos entre el antes y después, la familia Icteridae ocupó el primer lugar con (1427, 385 y 494) individuos respectivamente, seguidamente se registra la familia Threskiornithidae con (538, 476 y 299) individuos respectivamente, resulta claro en el análisis que de antes a después la familia Threskiornithidae, perdió alrededor de 200 individuos, mientras que la familia Ardeidae aumento alrededor de 100 individuos; por otra parte encontramos que la familia Charadriidae, a través de las temporadas registró un aumento de alrededor de 200 individuos (Tabla 38).

Tabla 37. Riqueza de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Salado. Especies que aumentan (flecha verde) Especies que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza de Familias más representativas Localidad El Salado					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Thraupidae	19	Thraupidae	↑ 21	Thraupidae	15
Tyrannidae	16	Tyrannidae	↑ 17	Tyrannidae	14
Ardeidae	7	Ardeidae	↓ 6	Ardeidae	↑ 7
Hirundinidae	6	Icteridae	5	Cuculidae	↑ 6
Columbidae	5	Accipitridae	4	Columbidae	4
Cuculidae	5	Columbidae	↓ 4	Hirundinidae	4
Parulidae	5	Hirundinidae	↓ 4	Icteridae	↓ 4
Psittacidae	5	Psittacidae	↓ 4	Parulidae	↓ 4
Accipitridae	4	Rallidae	4	Psittacidae	4
Falconidae	4	Troglodytidae	4	Alcedinidae	3

Tabla 38. Abundancia de familias más representativas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012. Localidad El Salado. Individuos que aumentan (flecha verde) Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Abundancia de Familias más representativas Localidad El Salado					
Familias	Antes	Familias	Durante	Familias	Después
Icteridae	1427	Threskiornithidae	↓ 476	Ardeidae	↑ 640
Threskiornithidae	538	Icteridae	↓ 385	Icteridae	↑ 494
Ardeidae	523	Ardeidae	↓ 368	Charadriidae	↑ 300
Estrildidae	288	Charadriidae	244	Threskiornithidae	↓ 299
Thraupidae	264	Estrildidae	177	Thraupidae	212
Cathartidae	209	Thraupidae	↓ 165	Cuculidae	116
Hirundinidae	186	Tyrannidae	↓ 100	Estrildidae	↓ 101
Tyrannidae	161	Cuculidae	96	Tyrannidae	↓ 97
Columbidae	114	Cathartidae	95	Hirundinidae	↓ 90
Psittacidae	87	Psittacidae	↓ 77	Psittacidae	↑ 84

6.1.4.5. Diversidad Alfa

Al analizar la dinámica temporal de la comunidad de aves en esta laguna, se encontró que a través de 15 monitoreos, el número de especies presenta tendencia a la estabilidad, mientras que la abundancia de individuos tiende a disminuir en un 12 % (Figuras 39 y 40). Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon aumenta en 8% a través del tiempo, mientras que el índice de Margalef tiende a la estabilidad durante el periodo evaluado (Figuras 41 y 42).

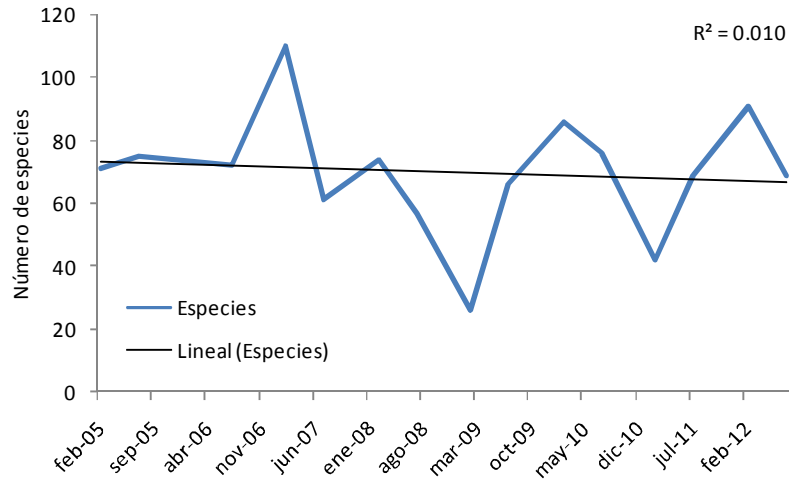


Figura 39. Dinámica temporal del número de especies en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.

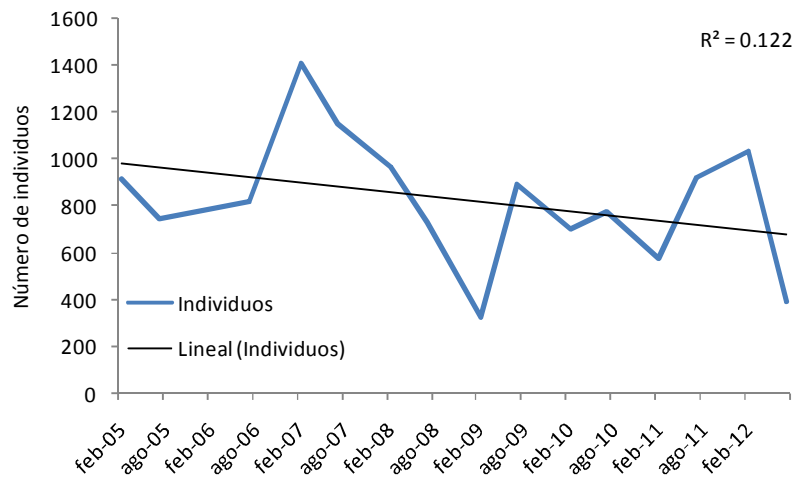


Figura 40. Dinámica temporal del número de individuos en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.

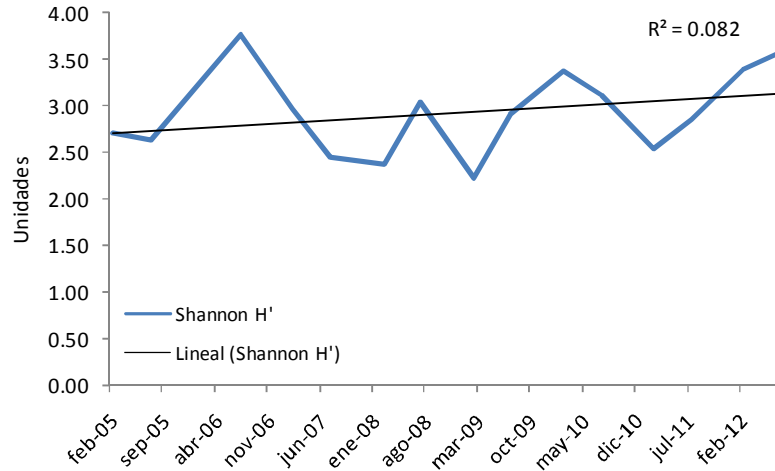


Figura 41. Dinámica temporal del índice de Shannon en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012

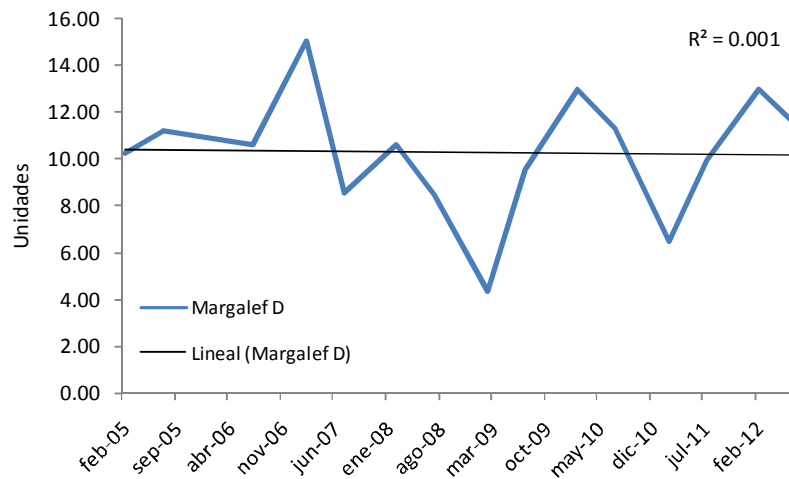


Figura 42. Dinámica temporal del índice de Margalef en la laguna El Salado, entre los años 2005-2012.

Luego de reorganizar los datos en tres categorías, antes, durante y después de la construcción de la doble calzada, se encontró que el número de especies mostró un decrecimiento continuo, al igual que la abundancia de individuos, la cual disminuye en un 32% (Figura 43).

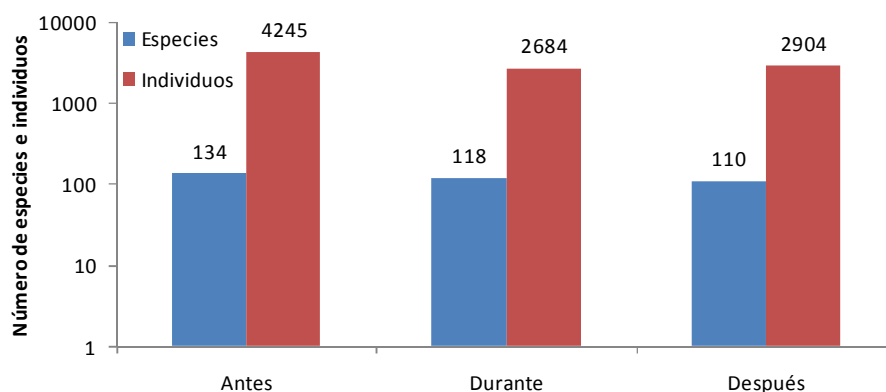


Figura 43. Número de especies e individuos en las categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado.

Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon mostró un aumento significativo entre las categorías Antes-Durante, pero sin diferencia estadística entre las épocas Durante-Después. Esta mayor diversidad de Shannon se encuentra asociada con la disminución significativa en el índice de Dominancia entre las mismas épocas (Figura 44, Tabla 39).

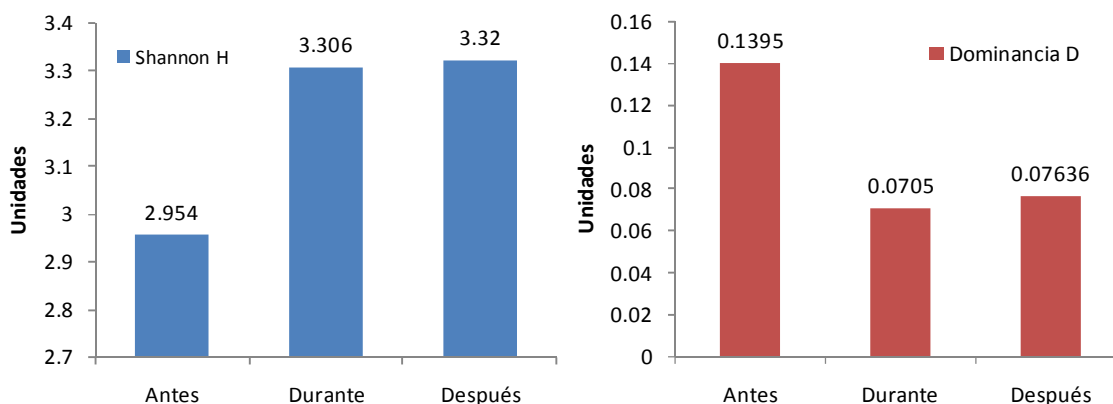


Figura 44. Índices de Shannon H' y Dominancia D, calculados para las tres categorías, Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado.

Tabla 39. Prueba de t para los índices de Shannon y Dominancia, entre pares de categorías Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado.

Índice	Antes	Durante	t	g.l.	Valor P
Shannon H'	2.9538	3.3056	-8.7362	6471.5	3.03E-18
Dominancia D	0.13945	0.070501	14.71	5976.5	3.82E-48
	Durante	Después	13.	14.	15.
Shannon H'	3.3056	3.3201	-0.35734	5567.3	0.72085
Dominancia D	0.070501	0.076363	-1.8082	5458	0.070633
	Antes	Después	16.	17.	18.
Shannon H'	2.9538	3.3201	-9.1965	6865	4.82E-20
Dominancia D	0.13945	0.076363	12.877	6576.4	1.72E-37

6.1.4.6. Diversidad Beta

El índice de similitud de Bray-Curtis mostró que la mayor afinidad en la composición de especies se encuentra entre las categorías Durante-Después (71%), seguido de Antes-Durante (61%) y Antes-Después (61%) (Figura 45).

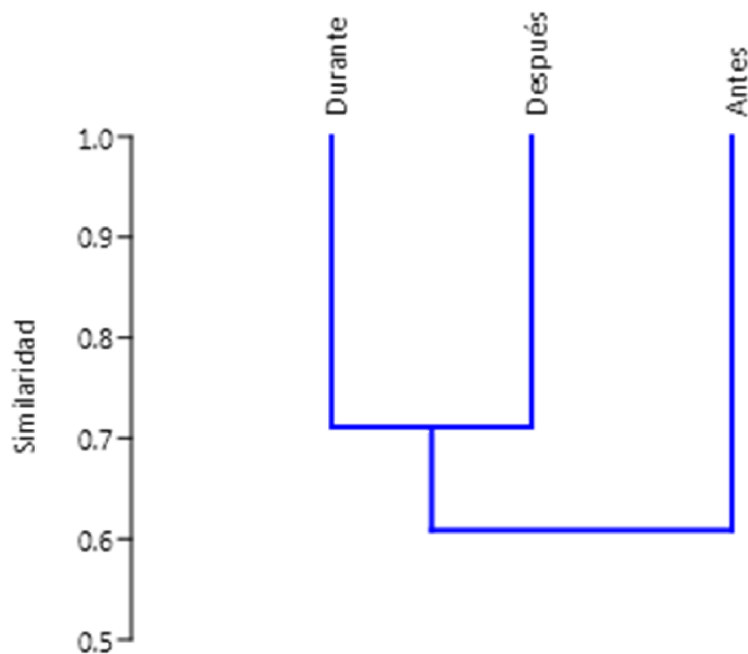


Figura 45. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para los ensamblajes de aves encontrados Antes, Durante y Después de la construcción de la doble calzada, laguna El Salado.

6.1.4.7. Categorías Ecológicas

Los registros multitemporales analizados para la determinar la riqueza a través de las categorías ecológicas presentes en la laguna El Salado discriminan dos grandes grupos en el primero de ellos se registran las categorías ecológicas donde hubo un aumento de especies de la temporada antes a las temporadas durante y después, como es el caso de la categoría: (Vb) con porcentajes de aumento de especies del 50%; el segundo grupo se encuentra representado por aquellas categorías que perdieron especies a lo largo del estudio, para este caso encontramos las categorías: (II), (III) y (IVa), quienes perdieron porcentajes del 2% y el 35% de las especies para todo el estudio, mientras que las categorías (Ia), (Ib) y (IVb) se mantuvieron constantes para todo el estudio (Tabla 40).

El análisis de la abundancia para las categorías ecológicas evidencia dos grupos uno de ellos representado por aquellas categorías que perdieron individuos con porcentajes entre el 25% y el 45% en (Ib), (II), (III), (IVa) y (Vb); el segundo grupo está conformado por las categorías ecológicas que ganaron individuos a lo largo del estudio con porcentajes del 11% y 70%, como es el caso de (Ia), y (IVb) (Tabla 40).

Tabla 40. Riqueza y Abundancia de las Categorías Ecológicas antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Salado. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza				Abundancia			
Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después	Categorías Ecológicas	Antes	Durante	Después
Ia	1	1	1	Ia	3	↑ 5	↑ 10
Ib	3	↑ 5	↓ 3	Ib	7	↑ 24	↓ 4
II	43	↓ 33	↓ 28	II	227	↓ 147	↑ 160
III	61	↓ 54	↓ 51	III	2880	↓ 1757	↓ 1590
IVa	5	5	↓ 4	IVa	52	↓ 34	↑ 39
IVb	19	↓ 17	↑ 19	IVb	867	↓ 643	↑ 966
Vb	2	↑ 3	↑ 4	Vb	209	↓ 74	↑ 135

6.1.4.8. Gremios Tróficos

El análisis de riqueza en los gremios tróficos en la localidad del Salado deja ver dos grandes grupos el primero de ellos se encuentra conformado por aquellos gremios donde el análisis de temporadas antes durante y después muestra un porcentajes perdida de especies entre el 13% y el 50% donde se encuentran ocho gremios: (C), (F), (F-G), (F-I), (G), (I), (I_{pv}) y (N-I); el segundo grupo conformado por los gremios cuyas especies en la temporalidades antes, durante y después aumentan en porcentajes entre el 33% y el 50% donde se destacan los gremios (Cr) y (FI-G), los demás gremios registrados en la localidad permanecieron constantes durante todo el estudio (Tabla 41).

La abundancia de gremios tróficos en la localidad del Salado evidencia también dos grupos, sin embargo a diferencia de la riqueza, en este caso se presentan 10 gremios que presentan porcentajes de pérdida de individuos entre el 11% y 65% dentro de los cuales se encuentran los gremios: (C), (Cr), (F), (F-I), (G), (I-G) (I), (Iac), (N-I) y (P); el segundo grupo donde se ubican los gremios que ganaron individuos se registran: (F-G), (F-I-G), (Ipv) y (O), el gremio (N-F-I) permaneció constante (Tabla 41).

Tabla 41. Riqueza y Abundancia de los Gremios Tróficos antes 2007-2008, durante 2009-2010 y después 2011-2012 Localidad El Salado. Especies e Individuos que aumentan (flecha verde) Especies e Individuos que disminuyen (Flecha roja).

Riqueza					Abundancia						
Gremios Tróficos	Antes	Durante	Después		Gremios Tróficos	Antes	Durante	Después			
C	8	↓	6	↓	5	C	27	↓	26	↓	24
Cr	2	↑	3		3	Cr	209	↓	74	↑	95
F	7		7	↓	6	F	113	↓	97	↑	98
F-G	7	↓	4	↑	5	F-G	13	↓	11	↑	18
F-I-G	1		1	↑	2	F-I-G	1		1	↑	2
F-I	25	↑	27	↓	17	F-I	225	↓	207	↓	183
N-F-I	1		1		1	N-F-I	4	↓	1	↑	4
G	11	↓	8	↓	7	G	279	↓	264	↓	218
I-G	1		1		1	I-G	288	↓	177	↓	101
I	47	↓	41		41	I	1932	↓	804	↑	1156
Iac	1		1		1	Iac	538	↓	299	↑	476
Ipv	3	↓			2	Ipv	9	↓		↑	22
N-I	4	↓	2	↑	3	N-I	8	↓	5	↓	4
O	4	↑	5		4	O	36	↓	28	↑	86
P	12	↓	11		12	P	563	↑	690	↑	417

6.1.4.9. Análisis de EIA evaluada según Conesa, Laguna El Salado

El desarrollo de la metodología de evaluación de impacto ambiental propuesto para este estudio evidencio que de los 15 ítems analizados 10 de estos se calificaron como impactos bajos: cambios en la calidad y usos del agua de la lagunas, presencia de ruidos y olores molestos, cambios en la cobertura vegetal, el uso del suelo y área, afectación a corredores biológicos y presencia de especies de distribución restringidas; se calificó como impacto medio los ítems: aumento y disminución en la abundancia de especies migratorias el cual se diagnosticó como impacto positivo, diversidad y abundancia de gremios tróficos y diversidad y abundancia de categorías ecológicas (Tabla 42).

Tabla 42. Matriz de Valoración de Impactos, evaluada Según Conesa modificada para el análisis de los impactos en la comunidad aviar en la localidad El Salado.

LAGUNA EL SALADO			Importancia										IMPORTANCIA	CALIFICACION
			I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
COMPONENTE HIDRICO	AGUAS LAGUNAS	Calidad	3	2	4	1	1	4	1	1	1	1	19	Impacto Bajo
		Usos	3	2	4	1	1	4	1	1	1	1	19	Impacto Bajo
AIRE	CALIDAD	Ruidos	3	2	4	1	1	4	1	1	1	1	19	Impacto Bajo
		Olores molestos	2	2	4	1	1	4	1	1	1	1	18	Impacto Bajo
SUELO	Cobertura Vegetal		3	2	2	4	2	2	1	1	4	2	23	Impacto Bajo
	Uso del suelo		3	2	2	4	2	2	1	1	4	2	23	Impacto Bajo
	Área		3	2	2	4	2	2	1	1	4	2	23	Impacto Bajo
AVIFAUNA	Hábitat		6	2	2	1	1	4	1	1	1	1	20	Impacto Bajo
	Corredores Biológicos		3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	16	Impacto Bajo
	Abundancia de especies Migratorias		24	8	4	4	4	4	4	4	4	2	62	Impacto Medio (+)
	Sp de Distribución Restringida: Endémicas y Casi Endémicas		3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	16	Impacto Bajo
	Diversidad Gremios Tróficos		3	8	2	4	4	4	4	4	4	4	41	Impacto Medio
	Abundancia Gremios Tróficos		3	8	2	4	4	4	4	4	4	4	41	Impacto Medio
	Diversidad Categorías Ecológicas		3	8	2	4	4	4	4	4	4	4	41	Impacto Medio
	Abundancia Categorías Ecológicas		3	8	2	4	4	4	4	4	4	4	41	Impacto Medio

7. DISCUSIÓN

Tanto la familia Tyrannidae como Thraupidae se hallan entre las más abundantes y diversas del Neotrópico (Hilty y Brown 1986). Muchas de las especies dentro de estas familias se encuentran asociadas a bordes de bosque y áreas abiertas, por lo cual muestran una tolerancia a la intervención. Es por esto que, estas familias pueden ser muy abundantes en paisajes transformados, como aquellos que rodean las lagunas cuatro lagunas objeto de estudio en el presente trabajo y que presentan similitud con lo reportado por otros investigadores para el área de estudio, (Losada-Prado y Molina-Martínez 2011) y (Parra-Hernández *et al.* 2007).

Según los estimadores basados en la abundancia e incidencia (Chao1 y Chao2), la representatividad en las cuatro lagunas se encontró entre el 70–92%, lo que reafirma el hecho de que la mayoría de las especies de aves presentes en la totalidad del área de estudio, fueron registradas durante la totalidad de los muestreos.

7.1. CONTRASTE ENTRE LOCALIDADES TRATAMIENTO Y CONTROL

Las localidades tratamiento Toro y La Esmeralda, no evidenciaron impactos consistentes entre épocas ni entre las localidades. Por ejemplo, la etapa de construcción afectó de manera distinta las comunidades de aves establecidas, observándose un mayor impacto negativo sobre la localidad de menor área (La Esmeralda), mientras que en El Toro la riqueza de especies tendió al aumento, comportándose quizás como un sumidero de especies, posiblemente a causa de las coberturas boscosas cercanas. Por otro lado, luego de la entrada en funcionamiento de la vía, la riqueza y la abundancia de especies tienden a la disminución en ambas localidades, indicando un fuerte impacto negativo a largo plazo, situación que concuerda con lo descrito por Alves da Rosa y Bager (2012) quienes demuestran que las tasas de riqueza de aves y la pérdida de especies por los efectos de las carreteras podrían cambiar de acuerdo a la estacionalidad y tipo de hábitat.

Teniendo en cuenta los gremios y las categorías ecológicas, se encontró que aunque en su mayor parte tienden a la reducción del número de individuos, la riqueza de los grupos responde distintamente a la construcción de la vía, observándose que algunos parecen ser beneficiados por el aumento de la homogeneidad en el paisaje, mientras que otros, posiblemente asociados a bosque y bordes de bosque tienden a la disminución del número de especies, situación que se asimilar a lo hallado por Belise y Clair (2001), quienes sostienen que las aves de áreas pequeñas y abiertas en paisajes fragmentados puede tener un efecto barrera acumulativo sobre el movimiento, principalmente mediante la inhibición de la dispersión entre los parches tendiendo en la mayoría de los casos a la disminución en el número de especies.

Aunque la construcción de la doble calzada afectó visiblemente la riqueza y abundancia de las especies en las comunidades de aves de las localidades El Toro y La Esmeralda, el posible cambio en la cobertura vegetal y la disponibilidad de recursos pudo haber favorecido la colonización de especies de áreas abiertas y especies generalistas, así como en la pérdida de aves especialistas o asociadas a sucesiones vegetales avanzadas. Este

recambio de especies fue notorio principalmente en la localidad La Esmeralda, en donde la composición varió en más de un 50%, entre antes y después del impacto, sumado a esto, esta localidad es la que presenta una mayor cercanía a la carretera lo cual podría aumentar el efecto de la obra de infraestructura sobre las aves, como lo reportado por Alves da Rosa y Bager (2012) quienes manifiestan un mayor efecto de las carreteras sobre las aves aquellas que se encuentran a una distancia menor a los 150mts.

Analizando el comportamiento de la avifauna en la localidad control de Picalaña se identifica un efecto opuesto a lo evidenciado en las localidades tratamiento, Esmeralda y Toro, lo anterior atribuido posiblemente al aumento en la riqueza de especies, gremios y categorías, en relación a la presencia continua y progresiva de vegetación ribereña y de regeneración aledaña a esta localidad, lo que en las etapas de construcción y funcionamiento de la vía pudo haber brindado refugio a las especies e individuos, que debieron migrar de zonas aledañas, por la puesta en marcha de la doble calzada.

La localidad El Salado manifiesta unos impactos y afectación a la fauna que a pesar que se presentaron en la misma temporalidad que el desarrollo de la carretera, sus efectos se relacionan más con la dinámica interna de la localidad ligados al sistema del cultivo de arroz y el incremento en la urbanización aledaña, (Sanabria et al. 2007), dinámica que podría estar relacionada con el momento o plazo del impacto, dado que la construcción de obras lineales, generan procesos de asentamiento y desarrollo urbano, Conesa (2010) por tanto la activación del cultivo y a la urbanización en la localidad del salado podría asociarse con la sinergia del impacto de la doble calzada.

Una vez identificados y evaluados los impactos generados en la comunidad aviar por causa de la construcción y funcionamiento de la vía, fue evidente que la EIA no se prestaría para los fines de mitigar, corregir o compensar los daños, pues para el momento del desarrollo del presente estudio, dichos impactos ya llevaban alrededor de cuatro años de haberse desarrollado, sin embargo el proceso de identificación y evaluación de impactos con la metodología desarrollada evidencio que en el caso de la avifauna, esta metodología se queda corta en el análisis de los efectos de este tipo de obras sobre la comunidad estudiada, en tanto que los impactos calificados como bajos en el largo plazo tendrían implicaciones en la distribución de la comunidad en el largo plazo.

Por otro lado la metodología EIA, analiza la comunidad de aves, por medio de un método general y solo previo a la construcción y en este sentido se observó una tendencia al aumento de la riqueza, lo que podría ser leído como un impacto positivo, sin embargo los análisis de los datos en el antes durante y después muestran una variación en el ensamblaje de las especies, conduciendo a un recambio en la población lo cual está relacionado con la pérdida de especies de hábitats de bosques y borde de bosque y la ganancia de especies de áreas abiertas o con mayor tolerancia a ambientes con intervención antrópica lo que claramente es un efecto negativo para el estado de conservación de la biodiversidad.

Por lo anterior es necesario tener en cuenta que al momento de realizar una EIA sobre poblaciones de fauna y flora, las metodologías de evaluación presentan vacíos de información que podrían desencadenar en una valoración inadecuada de los efectos del proyecto sobre la biodiversidad, por tanto unas acciones planes y programas insuficientes

para la mitigación, compensación y/o corrección de los daños, proponemos, a partir de este estudio la combinación de estrategias metodológicas de evaluación de impacto y de análisis estadísticos en las diferentes etapas del desarrollo de las obras, para de esta manera realizar una gestión ambiental verdadera y eficaz que promueva el desarrollo de la mano de la conservación de la biodiversidad.

7.2. ANÁLISIS POR LOCALIDAD

7.2.1. Laguna El Toro

7.2.1.1. Resultados multitemporales

Para la Laguna El Toro en las tres temporadas Antes (2007- 2008) Durante (2009 – 2010) Después (2011- 2012) entre las familias más diversas y abundantes se registran Thraupidae, Tyrannidae, Ardeidae y Threskiornithidae dada la alta distribución de estas, en áreas abiertas y/o con altos niveles de intervención antrópica (Kocioleck y Cleverger 2011); así mismo tanto la disminución en el número de familias como en el número de individuos a través de la diferentes temporadas evaluadas, podría estar relacionado con la migración o desaparición local de algunas especies, por efecto de la reducción en la cobertura vegetal, reducción en el tamaño de los parches y/o reducción en la calidad del hábitat (Fahrig 2003), (Zurita y Bellocq 2007).

Por otra parte la presencia exclusiva de las familias Tinamidae y Cardinalidae en la temporada antes, la presencia de las familias Apodidae y Mimidae en la temporada durante y la llegada de la familia Anhingidae en la temporada después, podría estar relacionado no con efectos por la construcción de la carretera, por el contrario, dada su baja densidad o presencia ocasional en la zona de estudio este fenómeno, se asociaría a una baja detectabilidad de ciertas especies en el área de estudio.

Al analizar la diversidad Alfa, tanto el índice de Shannon como Margalef indicaron una leve tendencia al aumento a través de todo el estudio (2005-2012), resultados que fueron corroborados por el análisis multitemporal donde se evidencia una disminución en el número de individuos a razón del impacto ocasionado por las actividades relacionadas con el desarrollo de la vía, para el análisis a través de las temporadas el aumento de Shannon podría estar relacionado con el aumento en la equitatividad y corroborado con la disminución significativa de la dominancia (Magurran, 1988). La disminución en el número de individuos en esta laguna podría estar asociada a los efectos de desconexión de algunas poblaciones y la reducción en el movimiento de la avifauna (Simmons *et al.* 2010).

Por otro lado, al evaluar la composición de especies en El Toro en las tres temporadas, se identificó un mayor recambio en la época después del impacto, lo cual sugiere un efecto importante de la fase de funcionamiento de la autopista, sobre la estructura de la comunidad de aves en esta laguna. Estos resultados indican que el cambio en la cobertura promueve la generación de nuevos recursos en el ambiente, como el incremento de especies de pastos y herbáceas y el aumento de borde de bosque, ofertando alimento y espacio a especies de áreas abiertas. Una evidencia de esto es la encontrada por Zurita y Bellocq (2007), quienes

trabajaron con rapaces en el estudio de la fragmentación de la Selva Paranaense; mostrando que el ensamblaje de rapaces cambia por la fragmentación de dicha selva, de tal manera que las especies de áreas abiertas llegan a colonizar las áreas deforestadas. De igual forma, este efecto fue observado en el análisis multitemporal por categorías ecológicas, donde el 57% de estas presentó un aumento en la riqueza después de la construcción de la doble calzada, incluyendo algunas especies que podrían beneficiarse de la alteración en el ecosistema.

En el caso de los gremios tróficos el 79% disminuyó su número de individuos entre las épocas antes y después del impacto. Dentro de los gremios que aumentaron su abundancia se encuentra I-G, representado por una sola especie, *Lonchura malacca*, la cual es un ave exótica asociada a los cultivos de arroz que posiblemente se favoreció con la fragmentación del hábitat y la creación de pastizales en los costados de la vía (Carantón *et al.* 2008; Certuche *et al.* 2010). La reducción en la abundancia puede ser el resultado de la disminución de recursos necesarios para el desarrollo de los ciclos de vida o por la inhibición de la movilidad, a causa de la presencia de caminos y carreteras que se comportan como barreras lineales que dificultan el paso de las aves, tal como lo documentado por Laurance *et al.* (2004), quienes estudiaron los efectos de los caminos sobre el desplazamiento de aves de sotobosque de la Amazonia Brasileira, encontrando que las especies frugívoras y de borde no vieron reducida su movilidad, mientras que las especies más afectadas fueron las insectívoras.

Por otro lado, aunque el 93% de los gremios se mantiene a lo largo de las épocas evaluadas, algunos grupos presentan una tendencia al aumento en el número de especies, mientras que otros disminuyen su riqueza. Estos resultados se encuentran relacionados con el recambio de especies discutido anteriormente y que podría estar asociado con la pérdida o transformación de cobertura vegetal (Fahrig 2003). No obstante, el aumento en gremios de especialistas como insectívoros, frugívoros y granívoros, indica que esta localidad podría estar actuando como un sumidero, recibiendo individuos de especies provenientes de hábitat cercanos, que al haber sido impactados, se trasladan hacia la escasa cobertura boscosa presente alrededor de esta laguna, que además es la más distantes al área de la intervención con la carretera, situación que concuerda con los resultados de Palomino & Carrascal (2007), quienes evaluaron la distancia entre las carretas y ciudades cercanas a las poblaciones de aves y como estas influyen en el mosaico del paisaje en el centro de España; mostrando que las ciudades y carreteras en una distancia desde los 300 Km², altera los patrones de riqueza, abundancia total de aves y abundancia de los gremios de aves que son particularmente sensibles a las perturbaciones humanas y que a pesar que las distancias del impacto varían entre diferentes grupos de especies, las comunidades de bosque caducifolios muestran mayor resiliencia, a los efectos negativos de las ciudades y las carreteras.

7.2.1.2. EIA matriz de Leopold, evaluada según Conesa, Localidad El Toro

Después de identificar los impactos ocasionados por la doble calzada Ibagué - Girardot en las poblaciones de aves presentes en el área de estudio, (según la matriz de Leopold) y posteriormente evaluados (según la matriz de Conesa); se sugiere que los impactos a corto y mediano plazo, se consideran impactos significativo e impacto medio, así mismo se denominan efectos de impacto bajo aquellos cuyas afectaciones se verán en el largo plazo.

En La Laguna El Toro, para la etapa durante y después del impacto, aquellos impactos como afectación en la calidad y uso de agua de las lagunas y presencia de olores molestos, cuya valoración cuantitativa resultó en una calificación de impacto bajo según Conesa (2010), además de no evidenciar efectos en el corto o mediano plazo, no presentaron repercusión alguna en el análisis de la composición de la avifauna; aquellos impactos como: presencia de ruidos, afectación a corredores biológicos y abundancia de especies migratorias, diversidad y abundancia tanto de gremios tróficos como de categorías ecológicas; reflejaron efectos que se calificaron como impacto medio en un lapso de tiempo a mediano plazo y que se reflejó no solo la variación en el ensamblaje de las aves, también evidenció cambios significativos en el paisaje y biodiversidad en general presente en el área de estudio, en las temporadas durante y después de la construcción de la vía. Una evidencia de esto es la encontrada por Kumar y Shahabuddin (2006), quienes desarrollaron su trabajo en bosque seco de la India, en el cual comparaban el ensamblaje de las aves en espacios intervenidos y sin intervención, encontrando que algunas especies de las categorías ecológicas restringidas al interior de bosque así como las especies insectívoras mostraban un recambio de especies en los sectores susceptibles a intervención antrópica, dejando demostrado los efectos significativos en la composición de especies de aves de los bosques secos tropicales a través de la alteración de la estructura de la vegetación.

Finalmente se calificaron como impactos significativos en el corto plazo, los cambios en el Uso del Suelo, el área, el hábitat, así como la diversidad de especies de distribución restringida lo cual se encuentra en concordancia con lo expuesto por Fahrig (2003), acerca del aislamiento de poblaciones debido a la fragmentación del paisaje por la construcción de una carretera, además de los trabajos de Kociolek y Clever (2011) que revisan información acerca de cambio en la cobertura y uso del hábitat por las aves debido a los impactos ocasionados por las carreteras.

7.2.2. Laguna La Esmeralda

7.2.2.1. Resultados multitemporales

En las tres temporadas Antes (2007- 2008) Durante (2009 – 2010) Después (2011- 2012) evaluadas para definir el impacto generado por la construcción de la malla vial, en cercanías a la Laguna La Esmeralda entre las familias más diversas y abundantes se registran, Thraupidae, Tyrannidae, Ardeidae y Threskiornithidae dada la alta distribución de estas, en áreas abiertas y/o con altos niveles de intervención antrópica (Bautista y García 2004); así mismo tanto la disminución en el número de familias como en el número de individuos a través de las diferentes temporadas evaluadas, podría estar relacionado con la migración o desaparición local de algunas especies, por efecto de la reducción en la cobertura vegetal, reducción en el tamaño de los parches y/o reducción en la calidad del hábitat (Fahrig 2003), (Zurita y Bellocq 2007).

Al analizar la diversidad Alfa, tanto el índice de Shannon como Margalef indicaron una tendencia a la reducción a través de todo el estudio (2005-2012), resultados que fueron corroborados por el análisis multitemporal donde se evidencia una disminución en los individuos y las especies, aunque los individuos tienden a aumentar en la fase de

funcionamiento de la vía. La disminución en el número de individuos en esta laguna podría estar asociada a los efectos de desconexión de algunas poblaciones y la reducción en el movimiento de la avifauna, lo que concuerda con Lauraence (2009), quien en su revisión bibliográfica manifiesta que los impactos ocasionados por obras de infraestructura son más severos en las selvas tropicales por la baja capacidad de las aves en el trópico adaptarse a bordes de bosque, dadas las características específicas que el interior del bosque les proporciona haciendo nulo en movimiento de la fauna a diferentes gradientes de vegetación.

La evaluación en la composición de especies en La Esmeralda en las tres temporadas, evidenció un mayor recambio en la época antes del impacto, lo cual refleja un impacto importante de la fase de construcción y funcionamiento de la autopista, sobre la estructura de la comunidad de aves en esta laguna. Estos resultados indican que la disminución en la cobertura y el cambio del uso del suelo, promueve la concentración de individuos en los pequeños relictos de vegetación cercana a la laguna y la llegada de especies indiferentes a la presencia de vegetación y con hábitos mayormente acuáticos. Una evidencia de esto es la encontrada por Brotons y Herrando (2001), quienes desarrollaron su estudio al norte de la Península Ibérica; encontrando que las poblaciones de aves asociadas a un área de mosaico entre bosques de reforestación con pino y otra asociadas a cultivos agrícolas decrecen en la medida en que incrementa la fragmentación del hábitat, la pérdida del área y la conectividad del paisaje, disminuye la riqueza y abundancia poblacional, obligando a las especies impactadas a migrar a espacios que oferten sus requerimientos biológicos. De igual forma, este efecto fue observado en el análisis multitemporal por categorías ecológicas, donde el 43% de estas presentó una disminución en la riqueza después de la construcción de la doble calzada y el aumento de las categorías de hábitos acuáticos quienes al parecer se beneficiaron de la pérdida de cobertura vegetal en el área de estudio.

En el caso de los gremios tróficos el 71% disminuyó su número de individuos entre las épocas antes y después del impacto. La reducción en la abundancia puede ser el resultado de la disminución de recursos necesarios para el desarrollo de los ciclos de vida o por la inhibición de la movilidad, a causa de la presencia de caminos y carreteras incrementan los niveles de ruido por el tráfico vehicular, tal como lo descrito por Aippersbach *et al.* (2012), quienes manifiestan los impactos del ruido en la avifauna del Parque Nacional Metropolitano en la ciudad de Panamá, y como los efectos de la construcción de rotondas y ampliación de las vías afecta la diversidad y abundancia de las aves al interior de esta zona protegida caracterizada como bosque seco tropical.

Por otro lado, aunque el 72% de los gremios se mantiene a lo largo de las épocas evaluadas, algunos grupos presentan una tendencia al aumento en el número de especies, mientras que otros disminuyen su riqueza. Estos resultados se encuentran relacionados con el recambio de especies discutido anteriormente y que podría estar asociado con la pérdida o transformación de cobertura vegetal, (Fahrig 2003). No obstante, el aumento en gremios de especialistas como insectívoros, frugívoros y granívoros, indica que esta localidad podría estar actuando como un sumidero, recibiendo individuos de especies provenientes de hábitat cercanos, que al haber sido impactados, se trasladan hacia la escasa cobertura boscosa presente alrededor de esta laguna, tal como lo documentado por Speziale *et al.* (2008), quienes estudiaron los efectos de los caminos sobre el desplazamiento del Cóndor de los Andes en la Patagonia Argentina, encontrando que algunas especies realizan

migraciones locales evitando los claros de las carreteras con el fin de optimizar la consecución de recurso y prefieren espacios arbolados para disminuir su detección.

7.2.2.2. EIA matriz de Leopold, evaluada según Conesa, Localidad La Esmeralda

En La Laguna La Esmeralda, para la etapa durante y después del impacto, aquellos impactos como calidad y usos del agua de la lagunas, presencia de olores molestos y afectación a corredores biológicos cuya valoración cuantitativa resulto en una calificación de Impacto bajo según Conesa (2010), además de no presentar efectos en el corto o mediano plazo, no presentaron repercusión alguna en el análisis de la composición de la avifauna; aquellos impactos como: diversidad de especies de distribución restringida y diversidad de Gremios Tróficos; reflejaron efectos que se calificaron como impacto medio en un lapso de tiempo a mediano plazo y que se reflejó no solo la variación en el ensamblaje de las aves, también evidenció cambios significativos en el paisaje y biodiversidad en general presente en el área de estudio, en las temporadas durante y después de la construcción de la vía. Una evidencia de esto es la encontrada por Parris y Schneider (2008), quienes desarrollaron su trabajo en el sureste de Australia, en el cual evaluación la afectación del ruido es dos especies de aves mostró que una de las especies en el corto plazo cantaba con mayor frecuencia, mientras que la otra especie no parecía verse afectada por el tráfico, sin embargo al aumentar el nivel del tráfico y el volumen de ruido en la carretera disminuyo la capacidad de detección de las especies, por tanto concluyeron que el ruido del tráfico podría dificultar la detección de los cantos por sus congéneres obstaculizando su establecimiento en el territorio y su reproducción.

Finalmente se calificaron como Impactos Significativos en el corto plazo, Presencia de Ruidos, cambios en la cobertura vegetal, el Uso del Suelo, Área, Hábitat, Abundancia de Especies Migratorias, Abundancia de Gremios Tróficos y Diversidad y Abundancia de Categorías Ecológicas, lo cual se encuentra en concordancia con lo expuesto por Fahrig (2003), acerca del aislamiento de poblaciones debido a la fragmentación del paisaje por la construcción de una carretera, además de los trabajos de Kocioleck y Clever (2011) que revisan información acerca de cambio en la cobertura y uso del hábitat por las aves debido a los impactos ocasionados por las carreteras.

7.2.3. Laguna Picaleña

7.2.3.1. Resultados multitemporales

Para la Laguna de Picaleña en las tres temporadas Antes (2007- 2008) Durante (2009 – 2010) Después (2011- 2012) entre las familias más diversas y abundantes se registran Thraupidae, Tyrannidae, Ardeidae y Threskiornithidae dada la alta distribución de estas, en áreas abiertas y/o con altos niveles de intervención antrópica (Kocioleck y Cleverger 2011); así mismo tanto el aumento en el número de familias como en el número de especies a través de la diferentes temporadas evaluadas, podría estar relacionado con la migración parcial de algunas especies dada la oferta de cobertura vegetal y los bajos niveles de perturbación ocasionada por la construcción de la vía en esta laguna, pese a esto se observó

una disminución en el número de individuos lo que podría estar relacionado con una afectación positiva al ensamblaje de especies entre las familias (Laurance *et al.* 2004)

Por otro lado, al evaluar la composición de especies en Picalaña en las tres temporadas, se identificó un mayor recambio en la época después del impacto, lo cual sugiere un efecto importante, dado que esta es una laguna control para el estudio, y que el impacto en la composición del ensamblaje de aves no se refiere específicamente a un impacto negativo, por el contrario podría tratarse del aumento en la riqueza a lo largo del estudio como consecuencia de dos factores importantes, el primero de ellos relacionado con un hábitat que amortigua los impactos sufridos por las otras dos lagunas analizadas anteriormente; el segundo tendría que ver con la dinámica propia de la laguna atendiendo posiblemente a el recambio en los lotes del cultivo de arroz, en la hacienda donde se localiza esta laguna y el hecho que varios lotes de terreno cercanos al espejo de agua fueron dejados en rastrojar y ahora presentan vegetación de regeneración donde anteriormente se cultivaba el grano. De igual forma, este efecto fue observado en el análisis multitemporal por categorías ecológicas, donde el 57% de estas presentó un aumento en la riqueza durante la etapa de funcionamiento de la vía, lo cual nuevamente estaría en relación con el comportamiento de Picalaña como refugio de las poblaciones afectadas negativamente por la doble calzada Ibagué – Girardot en los sectores de El Toro y La Esmeralda, tal como lo documentado por Speziale *et al.* (2008), quienes estudiaron los efectos de los caminos sobre el desplazamiento del Cóndor de los Andes en la Patagonia Argentina, encontrando que algunas especies realizan migraciones locales evitando los claros de las carreteras con el fin de optimizar la consecución de recurso y prefieren espacios arbolados para disminuir su detección.

7.2.3.2. EIA matriz de Leopold, evaluada según Conesa Localidad Picalaña

En Picalaña, para la etapa durante y después del impacto, aquellos impactos como calidad y usos del agua de la lagunas, presencia de ruidos y olores molestos, cambios en la cobertura vegetal, el uso del suelo y área, afectación a corredores biológicos, diversidad y abundancia de gremios tróficos, cuya valoración cuantitativa resultó en una calificación de impacto bajo según Conesa (2010), no presentaron repercusión alguna en el análisis de la composición de la avifauna; aquellos impactos como: abundancia de especies migratorias y diversidad y abundancia de categorías ecológicas los cuales reflejan impactos positivos en la dinámica de las poblaciones de aves en la laguna.

7.2.4. Laguna El Salado

7.2.4.1. Resultados multitemporales

Para la Laguna El Salado en las tres temporadas Antes (2007- 2008) Durante (2009 – 2010) Después (2011- 2012) entre las familias más diversas y abundantes se registran Thraupidae, Tyrannidae, Ardeidae y Threskiornithidae dada la alta distribución de estas, en áreas abiertas y/o con altos niveles de intervención antrópica (Kocioleck y Cleverger 2011); así mismo tanto la disminución en el número de familias como en el número de individuos a

través de la diferentes temporadas evaluadas, podría estar relacionado con la intensificación en el área de siembra del cultivo de arroz en la Hacienda La Argentina, lugar donde se ubica la esta laguna.

Al analizar la diversidad Alfa, tanto el índice de Shannon, indica una leve tendencia al aumento, mientras que Margalef tiende a la estabilidad en todo el estudio (2005-2012), resultados que fueron corroborados por el análisis multitemporal donde se evidencia una disminución en el número de especies e individuos, lo cual a pesar de no estar relacionado con la construcción de la vía, dado que está en una laguna control para el estudio, si evidencia una problemática propia de la dinámica de El Salado, pues es un área con una densidad de siembre del cultivo de arroz bastante fuerte, haciendo que a través de los ocho años que se desarrolló el estudio se evidenciara un incremento en el área de siembra, relacionado directamente con la disminución de la vegetación relictual asociada al espejo de agua, así mismo el aumento de Shannon podría estar relacionado con el aumento en la equitatividad y corroborado con la disminución significativa de la dominancia (Magurran, 1988).

Por otro lado, al evaluar la composición de especies en El Salado en las tres temporadas, se identificó un mayor recambio en la época antes, lo cual sugiere un aumento exponencial en el lote de cultivo en la última década; este efecto fue observado también en el análisis multitemporal por categorías ecológicas, donde el 43% de estas presentó una disminución en la riqueza en el época después.

7.2.4.2. EIA matriz de Leopold, evaluada según Conesa, localidad El Salado

En la localidad El salado, para la etapa durante y después del impacto, aquellos impactos como calidad y usos del agua de la lagunas, presencia de ruidos y olores molestos, cambios en la cobertura vegetal, el uso del suelo y área, afectación a corredores biológicos y presencia de especies de distribución restringidas, cuya valoración cuantitativa resulto en una calificación de impacto bajo según Conesa (2010). Además de no presentar efectos en el corto o mediano plazo, no presentaron repercusión alguna en el análisis de la composición de la avifauna; aquellos impactos como: abundancia de especies migratorias el cual se diagnosticó como impacto positivo, diversidad y abundancia de gremios tróficos y diversidad y abundancia de categorías ecológicas; reflejaron efectos que se calificaron como impacto medio en un lapso de tiempo a mediano plazo y que se reflejó no solo la variación en el ensamblaje de las aves, también evidenció cambios significativos en el paisaje y biodiversidad en general presente en el área de estudio, con la salvedad que alguno de ellos fueron considerados como impactos positivos dado el incremento en la zona de especies migratorias.

8. CONCLUSIONES

El estudio revela la existencia de cambio en los patrones y dinámica de la diversidad de aves, posiblemente a causa de la construcción de un tramo de la autopista.

Las aves de borde de bosque fueron las más afectadas, mientras que las especies acuáticas asociadas a cuerpos de agua sin sombra mostraron un aumento.

El posible cambio en la cobertura vegetal y la disponibilidad de recursos pudo haber favorecido la colonización de especies de áreas abiertas y especies generalistas, así como en la pérdida de aves especialistas o asociadas a sucesiones vegetales avanzadas.

Los efectos de la construcción de vías son aparentemente más severos en ecosistemas relictuales o pequeños, como la localidad La Esmeralda, en donde disminuyeron las categorías de aves no restringidas al interior, de borde de bosque y de áreas abiertas.

Hábitats mejor representados podrían sobreponerse al disturbio en términos de riqueza, pero la entrada de especies generalistas puede modificar fuertemente el ensamblaje de especies, alterando procesos ecológicos a escala local.

Aunque El Salado fue tratado como localidad control, finalmente se observó que no se comportó con tal, por el contrario evidenció afectos similares a los observados en las localidades Toro y Esmeralda, dado los procesos de ampliación de la zona de cultivo de arroz e incremento urbanístico, efectos que podrían estar asociados con la Sinergia de la construcción de la vía.

Las dos metodologías desarrolladas en este estudio para las localidades Toro y Esmeralda, evidencian la ocurrencia de impactos ambientales relacionados con las fases de construcción y funcionamiento de la doble calzada Ibagué – Girardot.

La Evaluación de Impacto Ambiental con base en los datos analizados en el presente estudio, es congruente con la valoración y el diagnóstico de los impactos registrados a escala multitemporal de la doble calzada, sobre las dinámicas de las poblaciones de aves.

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental convencionales analizan la comunidad de aves, por medio de un método general y previo a la construcción lo que puede generar interpretaciones subjetivas de algunos patrones ecológicos.

9. RECOMENDACIONES

Al momento de identificar las posibles afectaciones del desarrollo de una obra sobre la biodiversidad, no basta con implementar una metodología de EIA, pues estas además de solo ser planteadas antes de la afectación, carecen de análisis objetivos sobre los elementos de estudio, en donde no es posible definir entrevistas u otros métodos de identificación de impactos, lo que hace indispensable la implementación de análisis concluyentes que incidan en la implementación de acciones y planes de manejo encaminados hacia un verdadero desarrollo sostenible.

Teniendo en cuenta que este estudio solo midió la dinámica poblacional en comunidades de aves a través del tiempo, es necesario que estudios posteriores evalúen simultáneamente a escalas de tiempo multitemporal cambios a nivel de paisaje y de otras especies faunísticas.

A pesar de la trascendencia de estudios como este, que infieren acerca de la problemática de las carreteras en la biodiversidad, son aún muy pocas las referencias sobre este tema en el trópico y específicamente en paisajes con algún grado de intervención antrópica, lo que hace indispensable que estudios similares se desarrollen a lo largo del territorio nacional.

Finalmente este documento proporciona una referencia acerca de la necesidad de realizar monitoreos faunísticos serios y con criterios técnicos y científicos en todos los ecosistemas que podrían llegar a ser intervenidos por una obra de infraestructura, puesto que generó evidencias acerca de la afectación a la fauna por una red vial en un ecosistema tradicionalmente intervenido.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, M. (1998). Segregación del nicho en la comunidad de aves acuáticas del agroecosistema arrocero en Cuba. Tesis Doctoral. Universidad de la Habana, Cuba. 110 pp.

Alexander Aippersbach A., Morden A., Wilkenfeld D., (2012). Exploring the Impacts of Road Development on Parque Natural Metropolitano. *Smithsonian tropical research institute*.

Alves da Rosa, C y Bager, A (2012). Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. *Journal of environmental management*. 97: 1-5

Arroyave, M. P.; Gómez, C.; Gutiérrez, M. E.; Múnera, D.P; Zapata P. A.; Vergara, I. C; Andrade, L. M. y Ramos, K. C. (2006). Impactos De Las Carreteras Sobre La Fauna Silvestre Y Sus Principales Medidas De Manejo Revista Eia, Issn 1794-1237 Número 5 P. 45-57. Junio 2006 Escuela De Ingeniería De Antioquia, Medellín (Colombia).

Bautista, L. M., García, J.T., Calmaestra, R. G., Palacín, C., Martín, C., Morales, M. B., Bonal, R., Viñuela, J. (2004). Effect of weekend road traffic on the use of space by raptors. *Conservation Biology*. 18: 726-732

Bejarano-Bonilla D., J. F. García-Pérez, A. M. González-Prieto, J. M. Machado-Hernández, G. O. Oyuela-Torres, A. Yate-Rivas. (2005). Informe Final. Estudio preliminar de fauna y flora de la Reserva Natural Ibanasca, Capítulo Fauna, Cortolima, Unión Temporal Ibanasca, Ibagué, 190pp.

Bélisle, M. and C. C. St. Clair. (2001). Cumulative effects of barriers on the movements of forest birds. *Conservation Ecology* 5(2): 9.

Blanco, D.E., B. López-Lanús, R.A. Dias, A. Azpiroz F. Rilla. 2006. Uso de arroceras por chorlos y playeros migratorios en el sur de América del Sur. Implicancias de conservación y manejo. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina

BirdLife International. (2008 a). State of the world's birds: indicators for our changing world. BirdLife International, Cambridge, United Kingdom.

BirdLife International. (2008 b). Common birds are declining in North America. BirdLife International, Cambridge, United Kingdom.

Brotons, Â. Herrando, S. (2001). Reduced bird occurrence in pine forest fragments associated with road proximity in a Mediterranean agricultural area. *Landscape and Urban Planning*. 57: 77-89.

Butcher, G. S., and D. K. Niven. (2007). Combining data from the Christmas Bird Count and the Breeding Bird Survey to determine the continental status and trends of North American birds. National Audubon Society, New York.

Carantón Diego, Certuche K, Diaz C, Parra R, Sanabria J, Moreno M, (2008)"Aspectos Biológicos de una Nueva Población del Capuchino De Cabeza Negra (*Lonchuramalacca*, Estrildidae) En El Alto Valle Del Magdalena, Tolima". En: *Colombia Boletín Sao Issn: 0123-9082 Ed: V.18 Fasc.N/A P.54 – 63.*

Castillo, L.F. y V. Peña Herrera. 2006. Colombia: informe anual. Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2005 [en línea]. En López-Lanús B. y D.E. Blanco (eds.): El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2005; Una herramienta para la conservación. *Wetlands International, Buenos Aires, Argentina*

Causey, M.K. y J.B. Graves. 1969. Insectecidae residues in Least Bittern eggs. *Wilson Bulletin* 81: 340-341.

Certuche Katherine, Carantón D, Parra R, Moreno M, Diaz C, Sanabria J, (2010). "Biología Alimentaria Del Capuchino De Cabeza Negra (*Lonchura Malacca*, Estrildidae) En El Alto Valle Del Magdalena, Colombia". En: *Ornitología Colombiana Issn: 1794-0915 Ed: Universidad De Antioquia Fundación Proaves Asociación Colombiana De Ornitología V.9 Fasc.Na P.25 – 30.*

Conesa Fernández-Vítora, V. (2010) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ª edición Mundi-Prensa Libros, S.A Madrid España.

Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) (1996). Inventario de Fauna silvestre de las cuencas de los ríos Combeima, Toche y Tohecito: Investigación biológica de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. La Corporación. Ibagué, Tolima.

CORTOLIMA (2002) Plan de ordenación y manejo de la cuenca mayor POMCA del río Coello.

CORTOLIMA (2007) Plan de ordenación y manejo de la cuenca mayor POMCA del río Totare.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT. 2005). por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Abril 21 de 2005. Decreto número 1220.

Cruz Mínguez Vicente; Gallego M. Enrique; González de P. (2009). Luis Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Facultad de Informática Sistemas Informáticos. Universidad Complutense de Madrid

Czech, H.A. y K.C. Parsons. (2002). Agricultural wetlands and waterbirds: A review. *Waterbirds* 25 (Special Pub. 2) pág.: 56-63. Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. DANE:Proyecciones de Población departamentales y municipales por área 2005 - 2020». Consultado el 21 de Abril de 2015.

Dourojeanni Marc J. (1995). Evaluación ambiental de proyectos de carretera en la Amazonía: Conferencia presentada al Seminario Regional de Evaluación Ambiental de

Proyectos de Desarrollo en la Amazonía, organizado por el Tratado de Cooperación Amazónica con el patrocinio del Banco Mundial, en Tarapoto, Perú.

Eiseimann K. (2006). Evaluation of waterbirds populations and their conservation in Guatemala. *Waterbirds Conservation for the Americas*. 25 – 30.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487–515.

Fasola, M. y X. Ruiz. (1996). The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial Waterbirds* 19 (Special Pub. 1): 122-128.

Fedearroz (2007). El cultivo del arroz en Colombia. [Agosto 2007]. Federación nacional de arroceros. Disponible en <<http://www.fedearroz.com.co/>>

Foley A., DeFries, G., Asner C., Barford G., Bonan, S., Carpenter F., Coe G., Daily H., Gibbs J., Helkowski, T., Holloway E., Howard, Ch., Kucharik Ch., and Snyder K. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309:570–574

Forman, R. T. T. and L. E. Alexander. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecological Systems* 29:207–231.

Forman, R., D. Sperling, J. Bissonette, A. Clevenger, C. Cutshall, V. Dale, L. Fahrig, R. France, C. Goldman, K. Heanue, J. Jones, F. Swanson, T. Turrentine, and T. Winter. (2002). *Road ecology: science and solutions*. Island Press, Washington, D.C., USA.

González-Prieto A. M. (2004). Primeros aportes al conocimiento de la distribución de las aves de la Cuenca del río Coello mediante la aplicación de sistemas de información Geográfica (SIG). Tesis de grado (Biólogo). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología. Ibagué -Tolima, 112 pp.

Goosem, M. (1997). Internal fragmentation : the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. pp. 241- 255. En: *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. W. F. Laurance y R. O. Bierregard junior (eds). University of Chicago Press, Chicago.

Green A. and Figuerola J. (s/f) Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. – Documento de la Diputación de Almeida – España: 47-60.

Hansen, K. and Jensen, J. (1972). The vegetation on roadsides in Denmark. *Dansk Bot. Ark.* **28**, 1-61.

Hilty S. L. y W. L. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton Univ. Press. Princeton, New Jersey.

Hollamby S., Afema-Azihumi J., Waigo S., Cameron K., Gandolf A., Norris A. & Sikarsie J. 2006. Suggested Guidelines for Use of Avian Species as Biomonitors. *Environmental Monitoring and Assessment* 118(1-3).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (1998). El medio ambiente en Colombia. D. Ojeda *Ecosistemas* pp 278 -340

Instituto Nacional de Concesiones – INCO (2007). Contrato 007. Doble Calzada Girardot-Ibagué-Cajamarca. Estudio y Diseños Definitivos, Gestión Predial, Gestión Social, Gestión Ambiental, Financiación, Construcción, Rehabilitación, Mejoramiento, Operación y Mantenimiento.

Kociolek A. V., Clevenger A. P., Clair,† C. C. St., Proppe S. (2011). Effects of road networks on bird populations. *Conservation Biology* 25: 241-249

Kumar R., Shahabuddin G. (2006) Consequences of Rural Biomass Extraction for Bird Communities in an Indian Tropical Dry Forest and the Role of Vegetation Structure. *Conservation and Society* 4:4-562-59.

Lambertucci, S. A., K. L. Speziale, T. E. Rogers, and J. M. Morales. (2009). How do roads affect the habitat use of an assemblage of scavenging raptors? *Biodiversit y Conservation* 18:2063–2074.

Lara J. (1999). Depuración de aguas residuales municipales con Humedales artificiales. Tesis de Maestría. Instituto Catalán de Tecnológica, Universidad Politécnica de Cataluña.

Laurance, S.G.W., Stouffer, P.C., Laurance, W.F., 2004. Effects of road clearings on movement patterns of understory rainforest birds in Central Amazonia. *Conservation Biology* 18, 1099e1109.

Laurance, W.F., Goosem, M., Laurance, S.G.W., 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Tree* 24 (12), 659e699

Laverde-R., O., F.G. Stilesy C. Múnera-R. 2005. Nuevos registros e inventario de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, un área importante para la conservación de las aves (AICA) en Colombia. *Caldasia* 27:247-265.

López-Lanús B., P. G. Salaman, T. P. Cowley, S. Arango-Caro, L. M. Rengifo. (2000). The threatened birds of the Río Toche, Cordillera Central, Colombia. *Cotinga* 14:17-23

Losada-Prado S, y Y.G. Molina-Martínez. (2011). Avifauna del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Colombia): Análisis De La Comunidad. *Caldasia* 33(1):271-294

Losada-Prado S., A. M. González-Prieto, A. M. Carvajal-Lozano, Y. G. Molina-Martínez. (2005). Especies endémicas y amenazadas registradas en la cuenca del río Coello (Tolima) durante estudios rápidos en 2003. *Ornitología Colombiana* 3:78-80

Losada-Prado S., A. M. Carvajal-Lozano, Y. G. Molina-Martínez. (2005). Listado de especies de aves de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Biota Colombiana* 6:101-116

Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. New Jersey.

McKay, W.D. 1981. Notes on Purple Gallinules in Colombian rice fields. *Wilson Bulletin* 93: 267-271.

Martínez A. Soto; Damián H, S.A, (1999). *Catálogo de impactos Ambientales generados por las Carreteras y sus medidas de Mitigación*. Instituto mexicano del transporte secretaria de comunicaciones y transporte. Publicación Técnica No. 133

McGregor R. L., D. J. Bender, and L. Fahrig. (2008). Do small mammals avoid roads because of the traffic? *Journal of Applied Ecology* 45:117–123.

Ministerio de Transporte. INVIAS (1997). Instituto Nacional de Vías subdirección de conservación patrimonio vial red de carreteras nacionales Guía De Manejo Ambiental de Proyectos De Infraestructura Subsector Vial república de Colombia Santa fe de Bogotá D.C. Febrero de 1997

National Research Council. (2005). Assessing and managing the ecological impacts of paved roads. The National Academies Press, Washington, D.C.

Noss, R. F. (1993). Wildlife corridors. Pages 43-68 in D. S. Smith and P. C. Hellmund, editors. *Ecology of Greenways*. University of Minneapolis Press, Minneapolis, Minnesota, USA.

Parra-Hernández R. M., D Carantón., J. Sanabria, L. Barrera., A. Sierra., M. Moreno-Palacios, W. Santos., W. Figueroa., C. Díaz, V. Flórez., J. Certuche., H. Loaiza y B. Florido. (2007). Aves del Municipio de Ibagué- Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 8 (2) 199 – 220, 2007.

Parris K. M., Schneider A. (2009). Impacts of Traffic Noise and Traffic Volume on Birds of Roadside. *Traffic*. 14: 29

Pons, P., 2000. Height of the road embankment affects probability of traffic collision by birds. *BirdStudy* 47, 122–125.

Quevedo-Gil. A. (2002). Primer aporte sobre la composición taxonómica de la avifauna del municipio de Ibagué. Boletín Informativo Mensual Aleteo N° 3 [Marzo 2002]. Fundación ProAves Colombia. Disponible en www.proaves.org/

Ralph C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante, B. Milá. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres: Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-

159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46.

Richardson, A.J. y I.R. Taylor. (2003). Are rice fields in Southeastern Australia an adequate substitute for natural wetlands as foraging areas for egrets? *Waterbirds* 26(3): 353-363.

Reed, D. H. (2004). Extinction risk in fragmented habitats. *Animal Conservation* 7:11–191.

Reijnen, R., Foppen, R., Braak, C.T., Thissen, J., (1995). The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *J. Appl. Ecol.* 32, 187–202.

Renjifo L.M. (1999) Composition changes in a Subandean Avifauna after Long-Term forest fragmentation. *Conservation Biology*. 1124-1139

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. Kattany B. López-Lanús (Eds). (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Ritters, K. H., and J. D. Wickham. (2003). How far to the nearest road? *Frontiers in Ecology and Environment* 1:125–129.

Rodriguez, A., and M. Delibes. (2003). Population fragmentation and extinction in the Iberian lynx. *Biological Conservation* 109:321–331.

Sanabria-Mejía, J.; Moreno-Palacios, M.; Lugo-Camacho, A.; Florido-Cuellar, B. Díaz-Jaramillo, C. y Certuche-Cubillos, K. 2007. Arroceras como hábitat potencial para aves acuáticas: Una evaluación rápida a través del censo Neotropical de aves acuáticas en el municipio de Ibagué, Colombia. Documento técnico grupo de observadores de Aves del Tolima GOAT.

Sanabria-Mejía, J.; Díaz-Jaramillo, C.; Florido-Cuellar, B.; Moreno-Palacios, M.; Carantón-Ayala, D y Certuche-Cubillos, K. (2007) Censo Neotropical de Aves Acuáticas en el Municipio de Ibagué, Tolima. Una estrategia para la conservación de las aves. Documento técnico grupo de observadores de Aves del Tolima GOAT.

Stiles, F.G. Y C.I. Bohórquez. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de la Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia* 22:61-92.

Secretaría de la Convención de Ramsar, (2010). *Evaluación del impacto: Directrices sobre evaluación del impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica, incluida la diversidad biológica*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 16. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Simmons, J M., Sunnucks, P., Taylor, a C., Van Der Ree, R. Beyond (2012). Roadkill, Radiotracking, Recapture and F-ST-a Review of Some Genetic Methods to Improve Understanding of the Influence of Roads on Wildlife. *Ecology And Society*. 15: 9-24.

Speziale, K., Lambertucci, S., Olsson, O. (2008). Disturbance from roads negatively affects Andean condor habitat use. *Biological Conservation*. 141: 1765-1772

Stoner, D. (1925). The Roll of the automobile. *Science* 61:56-57.

Sjölund, A., Eriksson, O., Persson, T. and Hammarqvist, J. (1999). *Väggkants floran*. Borlänge, Sweden: Swedish National Road Administration, 40.

Tsunokawa K and C Hoban (1997). Roads and the environment - a handbook. World Bank Technical Paper No. 376. Washington, D.C: World Bank

USAID. (2003) *Environmental Guidelines for Development Activities in Latin America and the Caribbean*.

Van der Sluijs, J. and Van Bohemen, H.D. (1991) Green elements of civil engineering works and their (potential) ecological importance. In: Van Bohemen, H.D., Buizer, D.A.G. and Littel, D., (Eds.)

Wathern P. (ed.) (1992). Environmental impact assessment. Routledge, London.

Whitford, P. C. (1985). Bird behavior in response to the warmth of blacktop roads. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences Arts and Letters* 73:135–143.

Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, and J. M. Melillo. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277:494-499.

Zurita, G. a., Bellocq, M. I. (2007). Pérdida y fragmentación de la selva Paranaense: efectos sobre las aves rapaces diurnas. *El hornero*. 22: 141-147

11. ANEXOS

Anexo 1. Listado de presencia/ausencia de especies de aves registradas en las localidades evaluadas. LE= La Esmeralda; P= Picaleña; ES= El Salado; ET= El Toro; Est=Etatus: R=Residente; M=Migratoria; I=Introducida; E=Endémica; CE=Casi Endémica; Cat.Ec.=Categoría Ecológica. El listado sigue la nomenclatura y orden filogenético sugerido por Remsen *et al.* (2015).

Familia	Especie	Localidad							Cat. Ec.
		LE	P	ES	ET	Est.	Gremio		
Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	0	1	1	1	R	FR-GR-I	II	
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	0	1	1	0	R	Ipv	IVb	
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	1	1	1	1	R	Ipv	IVb	
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	0	0	1	0	R	Ipv	IVb	
Anatidae	<i>Anas discors</i>	0	1	1	1	M	Ipv	IVb	
Cracidae	<i>Ortalis columbiana</i>	0	0	1	1	E	FR-GR	II	
Odonthophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III	
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	0	1	0	1	R	Iac	IVb	
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	1	1	0	1	R	Iac	IVb	
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	0	0	0	1	R	P	IVb	
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	1	1	1	1	R	P	IVb	
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	0	0	0	1	R	P	IVa	
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	1	1	1	R	P	IVa	
Ardeidae	<i>Butorides striatus</i>	1	1	1	1	R	P	IVb	
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	1	1	1	1	I	P	III	
Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	1	1	0	1	R	P	IVb	
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	1	1	1	1	M	P	IVb	
Ardeidae	<i>Syrigma silbilatrix</i>	0	0	1	0	R	P	IVb	
Ardeidae	<i>Pilherodius pileatus</i>	1	1	1	1	R	P	IVb	
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	1	1	1	1	R	P	IVb	
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	1	1	1	1	R	P	IVb	
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	1	1	1	1	R	Iac	IVb	
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	1	1	1	1	R	Cr	Vb	
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	0	1	1	1	R	Cr	Vb	
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	1	1	1	1	R	Cr	Vb	
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	1	1	1	1	M	P	IVb	
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	1	1	1	1	R	C	III	
Accipitridae	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	0	0	1	0	M	C	III	
Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	1	1	1	R	C	III	
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	1	1	1	1	R	C	II	
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	0	0	1	1	M	C	II	
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	1	0	1	0	R	C	II	
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	0	0	0	1	R	Ipv	IVb	

Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	1	1	1	1	R	O	IVa
Rallidae	<i>Anurolimnas viridis</i>	1	0	0	1	R	O	IVa
Rallidae	<i>Laterallus albigularis</i>	1	1	1	1	R	O	IVb
Rallidae	<i>Pardirallus maculatus</i>	1	0	0	0	R	O	IVa
Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	1	1	1	1	R	O	IVa
Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	1	1	1	1	R	O	IVb
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	1	1	0	0	M	O	IVb
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	1	1	1	1	R	I	III
Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	1	1	1	1	R	I	IVb
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	0	1	0	0	R	I	IVb
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	1	1	0	1	M	I	IVb
Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	1	1	1	1	M	I	IVb
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	1	1	1	1	M	I	IVb
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	1	1	1	1	M	I	IVb
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	1	1	0	1	M	I	IVb
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	1	1	1	1	R	O	IVb
Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	0	1	0	0	M	Iac	IVb
Rynchopidae	<i>Rynchops niger</i>	0	1	0	0	R	P	IVb
Columbidae	<i>Columba livia</i>	0	1	0	1	I	FR-GR	III
Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	1	0	1	1	R	FR-GR	III
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1	1	1	R	I	II
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	1	1	1	1	R	FR	III
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	1	1	1	1	R	FR-GR	III
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	1	0	0	0	R	FR-GR	III
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	0	1	1	1	R	FR-I	II
Cuculidae	<i>Coccyua minuta</i>	1	1	1	0	R	I	II
Cuculidae	<i>Coccyua pumila</i>	1	1	0	1	R	I	II
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	0	0	1	1	R	I	Ib
Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	1	1	0	0	R	I	II
Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	1	1	1	1	R	I	II
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	1	1	1	1	R	I	III
Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	1	1	1	1	R	I	III
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	0	0	0	1	R	C	II
Nyctibidae	<i>Nyctibius griseus</i>	0	0	0	1	R	I	II
Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	0	0	0	1	R	I	II
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	0	0	0	1	R	I	II
Apodidae	<i>Streptoprocne rutula</i>	0	1	0	0	R	I	Vb
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	1	1	1	1	R	I	Vb
Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	0	0	1	1	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Glaucis hirsuta</i>	1	0	0	0	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	1	0	1	1	R	N-I	II

Trochilidae	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	1	0	0	0	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	1	1	1	1	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	0	1	1	1	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Chalybura buffonii</i>	0	0	1	1	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	1	1	1	1	R	N-I	III
Trochilidae	<i>Amazilia saucerrottei</i>	0	0	1	0	R	N-I	II
Trochilidae	<i>Lepidopyga goudoti</i>	1	0	0	1	R	N-I	III
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	1	1	1	1	R	P	IVb
Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	1	1	1	1	R	P	IVb
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	1	1	1	1	R	P	IVb
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	1	0	1	1	R	I	II
Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i>	1	1	1	1	R	I	II
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	1	1	1	1	R	I	II
Picidae	<i>Veniliornis kirkii</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Picidae	<i>Colaptes punctigula</i>	1	1	1	1	R	I	III
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	0	0	1	R	C	II
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	1	1	1	1	R	C	III
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	1	1	1	1	R	C	III
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	0	0	1	0	R	C	III
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	1	1	1	1	R	C	III
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	0	0	1	0	M	C	III
Psittacidae	<i>Brotopogon jugularis</i>	1	1	1	1	R	FR	II
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	0	0	1	1	R	FR-GR	II
Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	0	0	1	0	R	FR-GR	II
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	1	1	1	1	R	FR	III
Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	0	0	1	0	R	FR	III
Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	1	1	1	1	R	FR	II
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	1	1	1	1	R	I	III
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	0	0	0	1	R	I	II
Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	1	1	1	1	R	I	II
Thamnophilidae	<i>Cercomacra nigricans</i>	0	0	1	0	R	I	II
Thamnophilidae	<i>Myrmeciza longipes</i>	0	1	1	1	R	I	II
Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	1	1	1	1	R	I	II
Furnariidae	<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>	0	0	0	1	R	I	Ib
Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	0	0	0	1	R	I	Ib
Furnariidae	<i>Xenops minutus</i>	0	0	0	1	R	I	Ib
Furnariidae	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	1	1	1	1	R	I	IVb
Furnariidae	<i>Synallaxis brachyura</i>	1	0	1	0	R	I	III
Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	1	1	1	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Phyllomyias griseiceps</i>	0	0	0	1	R	I	II
Tyrannidae	<i>Tyrannulus elatus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	1	1	1	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Elaenia chiriquensis</i>	1	0	1	0	R	I	III

Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	0	1	1	1	R	FR-I	III
Tyrannidae	<i>Phaeomyias murina</i>	0	0	1	0	R	FR-I	III
Tyrannidae	<i>Capsiempis flaveola</i>	0	0	1	0	R	FR-I	II
Tyrannidae	<i>Zimmerius chrysops</i>	0	0	1	0	R	I	II
Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	0	0	1	0	R	I	III
Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	0	0	0	1	R	FR-I	Ib
Tyrannidae	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	0	0	1	1	R	I	Ib
Tyrannidae	<i>Leptopogon superciliaris</i>	1	1	1	1	R	I	Ib
Tyrannidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	0	0	1	0	R	I	III
Tyrannidae	<i>Poecilotriccus sylvia</i>	0	0	1	1	R	I	II
Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	1	1	1	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	0	1	0	1	R	I	II
Tyrannidae	<i>Myiophobus fasciatus</i>	0	1	1	1	R	FR-I	III
Tyrannidae	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	0	0	0	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Empidonax virescens</i>	1	1	0	0	M	FR-I	II
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	0	1	0	1	M	I	II
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	1	1	1	0	R	I	II
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	1	0	0	1	R	I	IVb
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	1	1	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Fluvicola pica</i>	1	1	1	1	R	I	IVa
Tyrannidae	<i>Arundinicola leucocephala</i>	0	1	0	0	R	I	IVb
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i>	1	1	1	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	1	1	0	1	R	FR	II
Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Tyrannidae	<i>Miyozetes similis</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Tyrannidae	<i>Pitangus lictor</i>	0	1	0	0	R	FR-I	IVa
Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	1	1	0	1	R	FR-I	II
Tyrannidae	<i>Megarhynchus pitangua</i>	1	1	1	1	R	I	II
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1	1	1	R	I	III
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	1	1	1	1	M	I	III
Tyrannidae	<i>Myiarchus panamensis</i>	0	1	0	0	R	FR-I	II
Tyrannidae	<i>Myiarchus apicalis</i>	1	1	0	1	E	FR-I	II
Pipridae	<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	0	0	1	1	R	FR	II
Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	0	0	1	1	R	FR	II
Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	1	0	0	0	R	FR	III
Tityridae	<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	1	0	1	0	R	FR-I	II
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	1	1	1	R	I	II
Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Vireonidae	<i>Pachysylvia semibrunnea</i>	1	0	0	0	CE	I	II
Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	0	0	1	1	R	Ipv	II
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuna</i>	1	1	1	1	R	I	III
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	1	1	1	1	R	I	III

Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	0	0	1	1	R	I	III
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	1	1	1	1	R	I	III
Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i>	1	1	1	1	R	I	III
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	1	1	1	1	M	I	III
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	1	1	1	1	R	I	III
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus griseus</i>	1	1	1	1	R	I	III
Troglodytidae	<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	0	1	1	1	R	I	Ib
Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	0	1	1	1	R	I	II
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	1	1	1	1	R	I	Ia
Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	1	1	1	1	R	I	III
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Thraupidae	<i>Tachyphonus luctuosus</i>	0	1	1	1	R	FR-I	Ib
Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	1	0	1	0	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	1	1	1	1	CE	FR-I	II
Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	0	1	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Tangara gyrola</i>	0	0	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Dacnis lineata</i>	0	1	0	0	R	FR-GR-I	II
Thraupidae	<i>Conirostrum leucogenys</i>	1	0	0	1	R	N-I	II
Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	1	1	0	0	R	GR	III
Thraupidae	<i>Emberizoides herbicola</i>	1	0	0	0	R	GR	III
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	0	1	1	1	R	FR-GR-I	III
Thraupidae	<i>Sporophila crassirostris</i>	1	1	0	0	R	FR-GR-I	III
Thraupidae	<i>Sporophila intermedia</i>	0	1	1	0	R	GR	III
Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Thraupidae	<i>Sporophila schistacea</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Thraupidae	<i>Coryphospingus pileatus</i>	0	0	1	0	R	GR	III
Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	0	1	1	1	R	FR-I-N	II
Thraupidae	<i>Tiaris obscurus</i>	1	1	1	1	R	FR-GR	III
Thraupidae	<i>Tiaris bicolor</i>	1	1	1	1	R	FR-GR	III
Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	1	1	1	1	R	FR-I	III
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	0	0	1	1	R	I	Ib
Emberizidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	1	1	1	1	R	FR-GR	III
Emberizidae	<i>Arremonops conirostris</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II

Emberizidae	<i>Arremon aurantiirostris</i>	0	1	1	1	R	FR-I	Ib
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	1	1	1	1	M	FR-I	II
Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	1	1	1	0	M	I	II
Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	1	0	1	0	M	I	II
Parulidae	<i>Setophaga castanea</i>	0	0	0	1	M	I	II
Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	0	1	0	0	M	I	II
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	1	1	1	1	M	I	II
Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	1	1	1	1	R	I	IVa
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	1	1	1	1	R	I	II
Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	0	0	0	1	M	I	II
Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	1	0	0	0	R	I	III
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	1	1	1	1	R	I	II
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	1	1	1	1	R	I	III
Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	1	1	1	1	R	I	III
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Icteridae	<i>Sturnella militaris</i>	1	1	1	1	R	GR	III
Fringillidae	<i>Astragalinus psaltria</i>	0	0	1	0	R	GR	III
Fringillidae	<i>Euphonia concinna</i>	0	0	1	0	E	FR-I	II
Fringillidae	<i>Euphonia laniirostris</i>	1	1	1	1	R	FR-I	II
Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>	1	1	1	1	I	GR-I	III
51 Familias	225 Especies	148	156	170	175			

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES (Licencia de uso)

Bogotá, D.C., 10 de Junio de 2015

Señores
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J
Pontificia Universidad Javeriana
Ciudad

La suscrita:

Bilma Adela Florido Cuellar

, con C.C. No

38'363.720

En mí calidad de autor exclusivo de la obra titulada:

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA GIRARDOT-IBAGUÉ SOBRE LA AVIFAUNA EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ - TOLIMA

Tesis doctoral Trabajo de grado Premio o distinción: **Si** **No**

cuál: _____
presentado y aprobado en el año 2015, por medio del presente escrito autorizo a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	X	
2. La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca)	X	
3. La consulta electrónica – online (a través del catálogo Biblos y el Repositorio Institucional)	X	
4. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	X	
5. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	X	
6. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los

derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo en mi calidad de estudiante y por ende autor exclusivo, que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi plena autoría, de mi esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi creación original particular y, por tanto, soy el único titular de la misma. Además, aseguro que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si No

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
Bilma Adela Florido Cuellar	38'363.720	Bilma Florido

FACULTAD: Facultad de Estudios Ambientales y Rurales
PROGRAMA ACADÉMICO: Maestría en Gestión Ambiental

**BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO**

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO						
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA GIRARDOT-IBAGUÉ SOBRE LA AVIFAUNA EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ - TOLIMA						
SUBTÍTULO, SI LO TIENE						
AUTOR O AUTORES						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
Florido Cuellar			Bilma Adela			
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
Renjifo Martínez			Luis Miguel			
FACULTAD						
Facultad de Estudios Ambientales y Rurales						
PROGRAMA ACADÉMICO						
Tipo de programa (seleccione con "x")						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
		X				
Nombre del programa académico						
Maestría en Gestión Ambiental						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
José María Castillo						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Magister en gestión ambiental						
PREMIO O DISTINCIÓN <i>(En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):</i>						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
Bogotá		2015			110	
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X				
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.						

MATERIAL ACOMPAÑANTE					
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro: ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro:¿Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Evaluación del Impacto Ambiental			Environmental Impact assessment		
Efecto de carreteras sobre la Avifauna			road effect on birds		
Ibagué			Ibagué		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>RESUMEN</p> <p>La expansión de vías, la construcción de carreteras, puertos, carreteras y ferrocarriles son un componente importante del progreso de la sociedad y es un paso importante en los países en desarrollo como Colombia. A pesar de esto, el avance de las comunicaciones y el transporte, generan problemáticas en los ecosistemas, tales como, transformación y fragmentación, la pérdida de la conectividad y la extinción de especies. En consecuencia este estudio analiza los posibles impactos ambientales en la dinámica de la comunidad de aves, causada por la construcción de la carretera Ibagué-Bogotá (Picaleña zona, Ibagué).</p> <p>Se llevó a cabo un análisis multi-temporal (2005 - 2012) de la dinámica de la comunidad de aves. Se identificaron impactos ambientales, tanto positivos como negativos que pueden haber causado la construcción de carreteras en las poblaciones de aves, este estudio contrasta la abundancia, diversidad y composición de las aves, los gremios tróficos y categorías ecológicas en tres períodos, antes, durante y después de la construcción de carreteras. Finalmente se procede a formular una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en base a los efectos sobre la comunidad de aves, comparando los resultados de la evaluación de dos metodologías. Los análisis desarrollados muestran que el posible cambio en la cobertura vegetal y la disponibilidad de recursos pudieron haber favorecido la colonización de especies de áreas abiertas y especies generalistas, así como en la pérdida de aves especialistas o asociadas a sucesiones vegetales avanzadas. El estudio revela la existencia de cambio en los patrones y dinámica de la diversidad de aves, posiblemente a causa de la construcción de un tramo de la autopista. Las dos metodologías desarrolladas en este estudio, demuestran la ocurrencia de impactos ambientales relacionados con las fases de construcción y funcionamiento de la doble calzada Ibagué – Girardot.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The expansion of roads, building ports, highways and railways are an important component of the society progress, and it is a relevant step in developing countries like Colombia. In spite of this, the advance of communications and transportation is a source of ecosystems</p>					

transformation and fragmentation, loss of connectivity and species extinction. In consequence this study analyzes the possible environmental impacts in the bird community dynamics, caused by the construction of the Ibagué-Bogotá highway (Picaleña zone, Ibagué).

A multi-temporal analysis (2005 - 2012) of the bird community dynamics were carried on at four localities of Ibagué city (Tolima-Colombia). Environmental impacts, both positive and negative that may have caused road construction in bird populations were identified. The study contrasted the abundance, diversity and composition of birds, and trophic guilds and ecological categories in three periods, before, during and after the highway construction, in each of the studied localities. Finally the investigation proceeded to formulate an Environmental Impact Assessment (EIA) based on the effects on the bird community, thus comparing the evaluation results of two methodologies. Analyses showed that the possible change in vegetation cover and availability of resources may have favored the colonization of open-area birds and generalist species as well as the loss of specialist birds or those associated with advanced plant succession. The study revealed a change in patterns and dynamics of bird diversity, possibly because of the construction of a highway. Both two methodologies developed in this study demonstrated the occurrence of environmental impacts associated with the construction and operation phases of the Ibagué – Girardot highway.