

Alcantarillas como alternativa para pasos de fauna silvestre del cruce de Río Frío a Moín de la Ruta 32. Costa Rica

Yosette María Araya Jiménez^a

^aEscuela de Biología, Universidad Latina de Costa Rica. San José.

Submitted: Date | **Peer reviewed:** Date | **Accepted:** Date | **Published:** Date

Resumen

La Evaluación de las alcantarillas como paso de fauna silvestre es una alternativa de mitigación para la problemática de atropellos que generan las carreteras. Este estudio evaluó las estructuras presentes en la carretera conocida como Ruta 32, ubicada en Limón. Para ello se eligieron en total 28 alcantarillas. Cada estructura poseía distintas características de: forma, tamaño, número de accesos, largo, vegetación aledaña, curvatura y topografía. Se contaban estructuras redondas y cuadradas de uno a tres accesos con medidas que variaban desde los 0,60 m hasta los 5,20 m. Los rastros que se tomaron en cuenta para el estudio son: huellas, heces, avistamiento, atropello, restos y madrigueras. De las 28 alcantarillas que fueron evaluadas, se obtuvieron 19 estructuras con rastros de animales silvestres y en total se obtuvieron 55 rastros de fauna silvestre las cuales en su mayoría se ubicaban en estructuras redondas, solamente se cuenta con dos rastros encontrados en alcantarillas cuadradas, siendo estos rastros heces de perezoso no identificado y un atropello de *Rhinobothryum bovallii* (serpiente coral de árbol). El tipo de rastro más representativo son las huellas, detectando en total 39, principalmente Armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y mapache (*Procyon lotor*) en estructuras redondas con medidas entre los 0,60 m y 2 m de ancho y alto. Se da la evidencia de seis individuos (dos mapaches- *P. lotor* y cuatro armadillos *D. novemcinctus*) que han cruzado las estructuras. Se considera este estudio como una base de datos preliminares, pero de igual manera refleja la importancia de las estructuras evaluadas para el paso de la fauna silvestre ya que se pudo verificar algunos casos el uso de las alcantarillas, lo que permite concluir con el efectivo uso de las alcantarillas como pasos de fauna silvestre.

Keywords: alcantarillas, carreteras, fauna silvestre, pasos de fauna, rastreo, Ruta 32.

La infraestructura vial juega un papel muy importante para el desarrollo de un país, estas obras son consideradas de gran beneficio social y económico para las regiones y a su vez mejoran la calidad de vida de los habitantes. Sin embargo, a pesar de las facilidades y ventajas que las carreteras podrían brindar, tienen gran impacto negativo hacia el medio ambiente (Arroyave *et al*, 2006).

De acuerdo con Luell y colaboradores (2005), las vías de transporte pueden tener efectos primarios y secundarios sobre la naturaleza; entre los primarios se encuentran la pérdida de hábitat, el efecto barrera asociado a la fragmentación que como lo mencionan Arroyave *et al* (2006), es uno de los efectos ecológicos más significativos, además del efecto de borde que en conjunto con la fragmentación provocan cambios en las condiciones bióticas y abióticas, disminuye la dispersión y colonización por falta de movilidad de los organismos provocando el aislamiento de las diversas especies de animales.

Dentro de los efectos secundarios se pueden mencionar los inducidos por la construcción de infraestructura vial debido a que provocan cambios de los usos del suelo permitiendo así, nuevos asentamientos humanos que con la apertura de nuevas carreteras se movilizan desde las zonas urbanas; lo que aumenta las perturbaciones ocasionadas por la actividad humana suponiendo una amenaza más para la vida silvestre. Otro de los efectos es el desarrollo industrial, si bien es

cierto estas acciones favorecen a la economía y desarrollo, a la vez intensifican los efectos negativos en la conservación de la diversidad biológica (Luell *et al*, 2005).

Debido a estos y otros impactos asociados, se cree necesario la identificación y evaluación de los mismos con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen los impactos ocasionados por tan importantes vías de transporte (Arroyave *et al*, 2006). En las últimas décadas este tema ha tomado relevancia alrededor del mundo y gracias a las investigaciones realizadas, se han creado y aplicado medidas correctoras al respecto que favorecen a la vida silvestre. Dentro de estas medidas están los pasos de fauna; medida que ha resultado útil y necesaria para mitigar la mortalidad directa de los individuos, además esta permite la movilización de los mismos, contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad. Sin embargo; para ser eficaces requieren de diseños exigentes que favorezcan a la fauna silvestre (Iglesias, 2008).

Los pasos de fauna pueden ser, túneles construidos bajo la carretera, pasos aéreos y otras estructuras que no necesariamente están destinadas para el paso de fauna como las alcantarillas. Estas últimas a menudo incluyen las condiciones y vegetación estratégicamente colocadas para encaminar a los animales por estos puntos lejos de las carreteras, esto hace a las carreteras más permeables dándoles paso a los animales ya sea por encima o por debajo del pavimento (Shek y Wan, 2006), por lo tanto no es indispensable la elaboración de un diseño exigente para la seguridad de la vida silvestre.

Los pasos de fauna se pueden considerar como importantes elementos que se utilizan para conectar hábitats posibilitando que los animales se dispersen por medio de las infraestructuras de transporte, como se ha mencionado anteriormente aumentando la permeabilidad y permitiendo la conectividad entre poblaciones de animales que se encuentren a ambos lados de la carretera (Luell *et al*, 2005). Según Shek y Wan (2006), las estructuras de cruce de fauna han sido muy utilizadas y de gran éxito en el extranjero, tanto en la mejora de la conectividad de hábitat como en la disminución de muertes. En Europa, principalmente Suiza, Alemania, Francia y lo Países Bajos son los países con mayor difusión de estas estructuras, también Australia, Canadá y los Estados Unidos (Arroyave *et al*, 2006)

Un ejemplo de la efectividad de estos pasos subterráneos diseñados para la fauna en Costa Rica, son los ubicados en la Costanera Sur, en el sector frente al Refugio de Vida Silvestre Hacienda Barú, los cuales han sido reportados como exitosos al registrar fauna silvestre utilizándolos para trasladarse de un sitio a otro (Villalobos, 2013), además existen propuestas e iniciativas que buscan lograr una mejor planificación y un establecimiento de pasos de fauna en distintas zonas del país, no solo pasos subterráneos sino también aéreos como los que se ubican en diferentes puntos de la Península de Nicoya, Sarapiquí y Siquirres Por otro lado, se han realizado evaluaciones donde se muestra la funcionalidad de las estructuras subterráneas como lo son las alcantarillas para el paso de la fauna silvestre (Torres, 2011).

Artavia (2015), en su estudio identifica para la ruta investigada puntos calientes, puntos semi-calientes y secciones propuestas. El autor se refiere a los puntos calientes como los sitios donde se presenta mayor abundancia en registros de fauna silvestre atropellada con un rango mayor al 75% y semi-calientes como aquellos que poseen una abundancia inferior en registros de fauna silvestre (60 y 74.9%). Para cada punto, el estudio describe la abundancia de registros y su respectivo grupo taxonómico (anfibios, reptiles, mamíferos y aves), así como a las características ecológicas del lugar.

Debido a lo mencionado anteriormente el objetivo general del presente trabajo fue evaluar el uso de las alcantarillas como alternativa para pasos de fauna silvestre en un segmento de la Ruta 32, cruce de Río Frío-Moín; de acuerdo a los puntos calientes de cruces de fauna silvestre.

Materiales Y Métodos

Area de estudio

El estudio se llevó a cabo entre los meses de Febrero y Abril del 2015, en un segmento de 99,4 km de la Ruta 32 que abarca desde el cruce de Río Frío hasta Moín en la provincia de Limón, Costa Rica (Figura 1).

La Ruta 32 forma parte de la red vial nacional de Costa Rica y es una de las vías más importantes, considerándose prioritaria para la economía del país, esto debido a que por esta ruta se moviliza el 80% de la mercancía de importación y exportación nacional hacia el muelle de Moín (Fernández Mora, 2013; Cabezas, 2014). Actualmente, esta carretera se encuentra en proceso de estudio para llevar a cabo su ampliación a cuatro carriles; además de dicha ampliación y la rehabilitación de la misma, incluiría puentes, pasos a desnivel, retornos e intersecciones, obras de seguridad vial como: puentes peatonales, bahías para autobuses, ciclovia, aceras, drenajes, entre otras; además de estudios e implementación de obras y medidas de mitigación tanto social como ambiental (CONAVI, 2014). La inclusión de este último favorece al desarrollo de la presente investigación, dando importancia a la idea de obtener los resultados óptimos que permitan brindar recomendaciones de manera que se incluyan pasos de fauna silvestre en la pronta ampliación de la Ruta 32 y se mitiguen los impactos que desde ya se dan en esta Ruta.

A lo largo del segmento en estudio de la Ruta 32, se visualiza una serie de condiciones distintas de uso de suelo, donde destacan el uso forestal y agrícola, siendo los principales cultivos el banano, la piña y la palma, además actualmente se localizan extensas plantaciones ornamentales, sin dejar de lado las importantes áreas boscosas, y áreas descubiertas como potreros de uso ganadero. En la Figura 2 se muestra la distribución de uso de suelo para esta área, el cual categoriza nueve usos para esta zona; siendo predominante el uso de suelos por pastos, cultivos permanentes y bosque natural.

MODELO DE PRESENTACIÓN

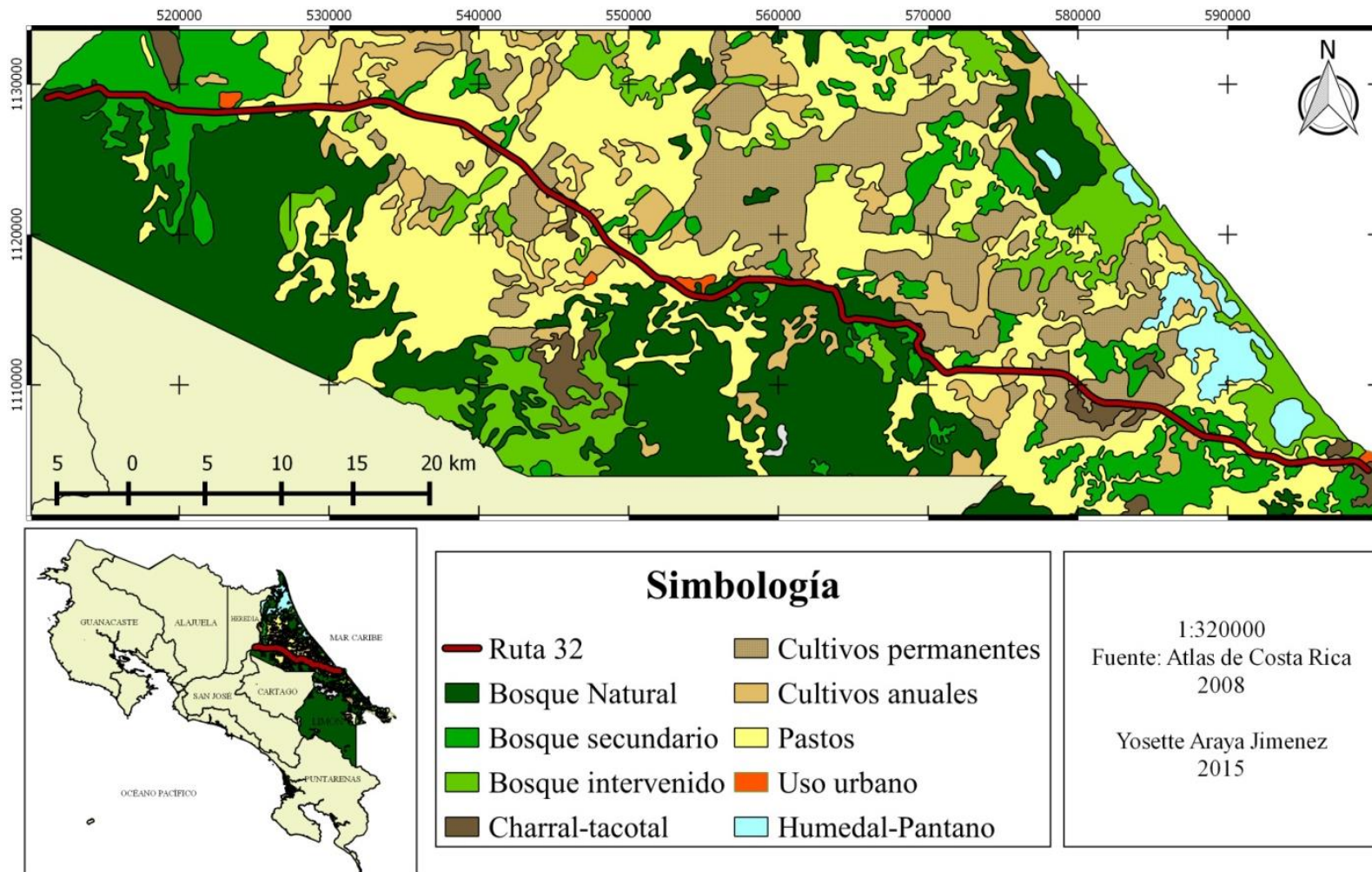


Figura 1. Ubicación del segmento a evaluar en la Ruta 32, cruce Río Frío-Moín, Limón, Costa Rica.

La Ruta 32 se encuentra muy cerca de diversas Áreas Silvestres Protegidas las cuales son consideradas como áreas ambientalmente frágiles (AAF); éstas pueden albergar ecosistemas de gran importancia debido a que posee las condiciones biológicas apropiadas para ello (Pomareda *et al.* 2014), entre estas Parques Nacionales, Reservas Forestales y Zonas Protectoras. Además se encuentra una red de corredores biológicos los cuales son medios para la conservación y conectividad de la fauna y flora silvestre existente en el segmento de investigación (Figura 1).

Dentro de los corredores biológicos (CB) ubicados en las cercanías de la Ruta 32, se reconocen el CB San Juan- La Selva el cual se encuentra en el punto de inicio del segmento de estudio de la Ruta 32 en el cruce de Río Frío, este conecta con el CB Guácimo y a su vez con el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca ubicados al sur de la carretera, y el CB Cordillera a Cordillera área ambientalmente frágil que se encuentra dividida por la carretera. Estas áreas son de gran importancia ya que permiten la movilidad de las distintas especies de fauna que se encuentran a lo largo de la Ruta 32.

Según Artavia (2015 datos sin publicar), la carretera en mención se encuentra rodeada por el Parque Nacional Braulio Carillo y el Parque Nacional Barbilla, de la Reserva

Forestal Cordillera Volcánica Central y Río Pacuare; además se encuentra las Reservas Forestales de Río Dantas, Limoncito (mixto) y dos que pertenecen a la Universidad EARTH: Reserva Forestal del Tigre y Escalera de mono. También se conoce que la Zona Protectora Acuíferos Guácimo y Pococi, se encuentra relativamente cerca de la carretera, por lo que es necesario que se realicen evaluaciones del impacto que reciben estas áreas protegidas por parte de la ampliación de la ruta 32.

Toma de datos.

En este estudio se tomaron como base los 15 puntos calientes de atropellos de la fauna silvestre determinados por Artavia (2015 datos sin publicar). Para definir la cantidad de estructuras que se querían evaluar, se tomó el punto central de cada punto caliente y se recorrió 1km en ambas direcciones a lo largo de la carretera en busca de alcantarillas.

Cada alcantarilla fue caracterizada tomando como principales elementos de medición: la forma, número de accesos, altura, ancho, largo, vegetación aledaña, curvatura y topografía, así como información adicional de eventos ocurridos en cada una de las estructuras como la presencia o ausencia de agua, sedimentos, basura, corta de árboles, presencia humana, entre otros, además se tomó un punto de referencia de ubicación de cada estructura para la cual se utilizó un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Garmin eTrex 10. Las variables curvatura y topografía, han sido evaluadas de acuerdo a la Guía Ambiental "Vías Amigables con la Vida Silvestre" (Pomareda *et al.*, 2014).

En cada alcantarilla se realizó un monitoreo de rastros de animales silvestres; entre ellos huellas (H), heces (He), avistamientos (Av), restos de animales (Rs), atropellos (At) y madrigueras (Md) encontrados alrededor de 5m de cada entrada de las estructuras. Se generó una hoja de datos con la información relevante para cada rastro, como la fecha del hallazgo, un código de identificación para el registro; en este caso se utilizaba el número de alcantarilla, letra descriptiva del rastro y número de muestra, familia, especie o nombre común del individuo, el punto o coordenadas geográficas, medidas (ancho y alto) y si este se ubicaba dentro o fuera de la estructura. Además a cada rastro se le tomó una fotografía con cámara digital (SONY Cybershot, 14.1 megapíxeles), en la cual se utilizó como referencia de tamaño un GPS y una cinta métrica de 3m, a esta se le adecuó al tamaño de la muestra y de la misma manera se realizó la medición del rastro.

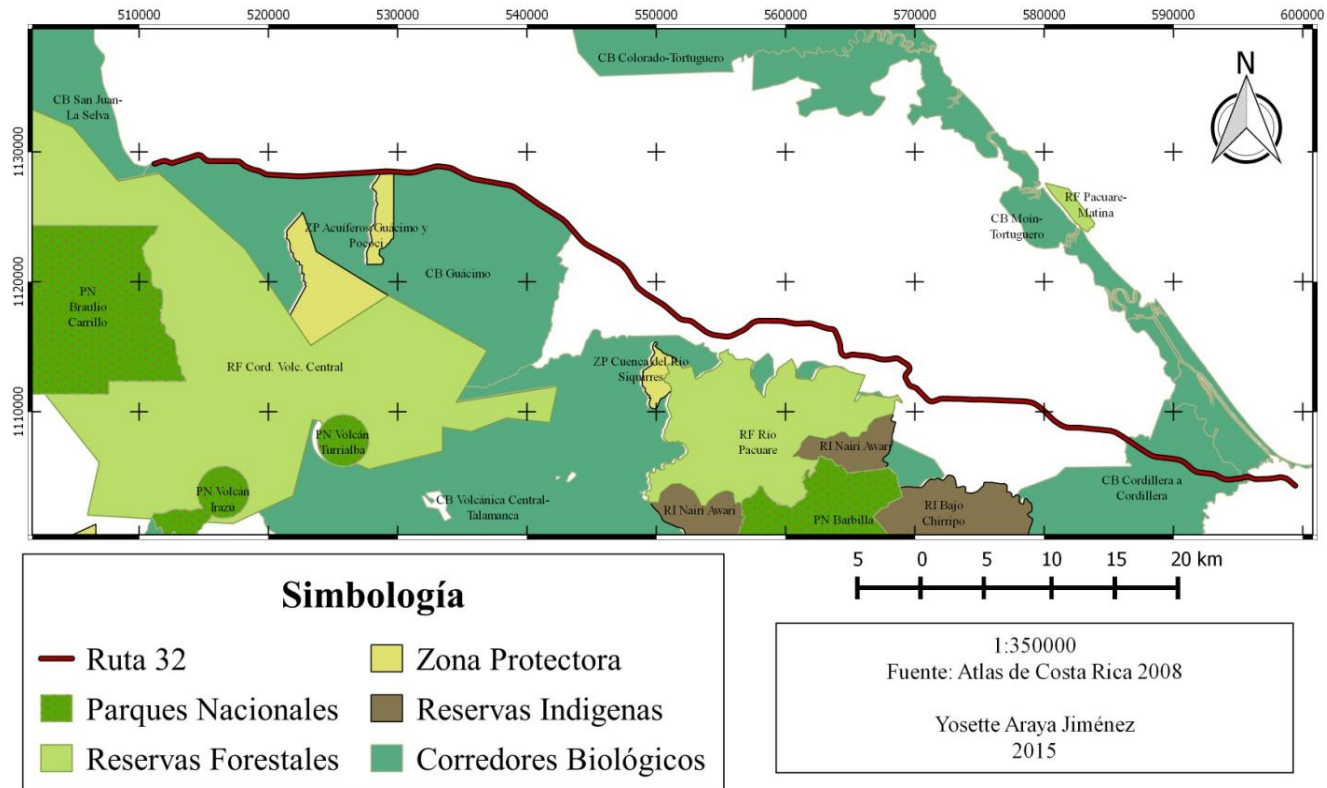


Figura 2. Ubicación de las áreas ambientalmente frágiles, encontradas a lo largo del segmento de estudio de la Ruta 32, cruce Río Frío-Moín.

A las alcantarillas que no contaban con el sustrato adecuado para rastros como las huellas, se les colocaba tierra en las entradas y salidas, de manera que sirviera de trampa de huella, cada trampa era una capa de aproximadamente 4 cm, esta se dispersaba en las áreas de posible tránsito de animales silvestres. Además en la mayoría de las estructuras se les realizó una limpieza en las entradas y salidas con el fin de habilitar el sustrato para las trampas de huellas (Figura 3).



Figura 3. Ejemplos de trabajo realizado en las estructuras que no poseían sustrato apto para rastros de huellas. **A.** Colocación del sustrato (tierra) en la salida de una de las alcantarillas. **B.** Tierra colocada en la acera de la alcantarilla. **C.** Limpieza en la salida de alcantarilla. **D y E.** Antes y después de la limpieza en la entrada de la estructura de paso.

Se empleó un kit especial para la recolección de heces de animales silvestres, el cual contenía guantes, mascarillas, alcohol en gel para manos, bolsas de papel y plásticas, así como una etiqueta para su debida identificación, también se elaboro una lamina con las formas más cercanas a las heces de la fauna silvestre distribuida por el área de estudio. La inspección en cada alcantarilla se realizo cada ochos días, durante dos semanas del mes de Febrero y cinco semanas del mes de Marzo, los recorridos se realizaron en vehículo el cual se estacionó en las cercanías de la alcantarilla y posteriormente se procedió a bajar para realizar la inspección correspondiente a las estructuras, cada día se inicio a las 6:00 a.m y se finalizó alrededor de las 4:00 p.m, en total por día se duraban aproximadamente 10 horas.

Selección de alcantarillas

Se contabilizaron en total 54 alcantarillas distribuidas a lo largo del segmento en estudio. Las características correspondientes a cada alcantarilla variaron; se obtuvo alcantarillas de dos formas (redondas y cuadradas) dominando las redondas con 46 alcantarillas, el numero de

accesos vario de uno a tres encontrando 39 alcantarillas de un acceso, 14 de dos accesos y una de tres accesos. Con accesos me refiero a la cantidad de estructuras o aperturas de drenaje ubicadas contiguamente en el mismo sitio.

Las medidas variación considerablemente, ya que no presentaban medidas exactas definidas, en cuanto al largo no se pudo determinar con efectividad para todas las alcantarillas; esto porque no todas podían ser cruzadas debido a sus dimensiones, además la mayoría de las alcantarillas albergaba gran cantidad de murciélagos por lo que para evitar perturbar a los mismos se decidió no cruzar por medio de la estructura; realizando para algunas un aproximado en cuanto a la medida del largo.

De las 54 alcantarillas se dio la elección de un número inferior de estructuras para evaluar, definiendo en total 28 alcantarillas (Figura 4). Para ello se escogieron alcantarillas que presentaban todas las características posibles, es decir, que las alcantarillas tuvieran representatividad por parte de la variedad de formas, medidas, entre otras características principales de las estructuras que se ubicaron. Además, se seleccionaron cuatro puntos control, siendo cuatro alcantarillas adicionales, las cuales se ubicaban a distancias de entre 5 y 12 km de las alcantarillas principales, de modo que se evitara posibles sesgos en los resultados.

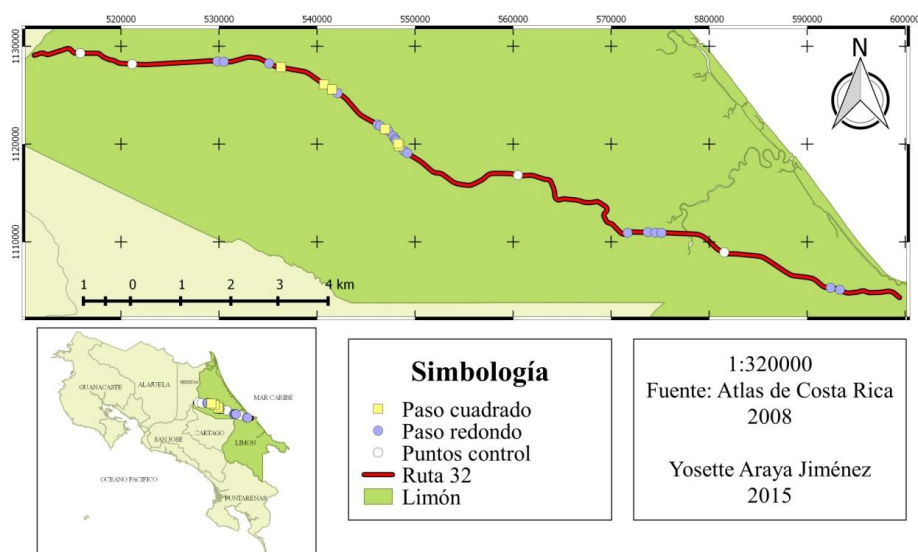


Figura 4. Ubicación de las alcantarillas que se evaluaron en el sector de Río Frío a Moín durante la investigación.

Identificación de datos

La identificación de los rastros se llevo a cabo mediante la utilización de las guías: The Mammals of Costa Rica de Wainwright (2007), Reptiles of Central America de Köhler (2008) y el Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México de Aranda Sánchez (2012); para esto se elaboraron láminas de campo con las huellas de animales que se pueden encontrar en la zona.

Análisis de datos

Se realizó un conteo general de los registros obtenidos en cada alcantarilla. Posteriormente se contabilizó la cantidad de muestras obtenidas individualmente por tipo de rastro, las especies registradas y se evaluaba la posibilidad de paso de la fauna silvestre por las alcantarillas. En este último las fotografías tomadas fueron punto clave de evaluación. Estos datos se tabularon de manera que permitiera reconocer la frecuencia de paso por las alcantarillas y hacer la relación con las distintas características de las alcantarillas.

Resultados

Caracterización de alcantarillas

De las 28 alcantarillas evaluadas, se obtuvieron 22 estructuras redondas y seis cuadradas. El número de accesos varían de uno a tres, contando con 20 estructuras de un acceso, siete de dos accesos y solamente una de tres accesos. Las medidas son muy variadas en ancho y alto, pero no así el largo, en general todas las estructuras rondan los 25-30 metros de largo. En cuanto a la curvatura la mayoría se ubica en una recta (21 alcantarillas) y 7 de las estructuras se ubican a una distancia mayor de 100 m y menor de 200 m de la curva; la topografía es muy variable (Cuadro 1)



Figura 5. Rastros de fauna silvestre encontrados en las alcantarillas ubicadas en el segmento en evaluación de la Ruta 32. **A.** Perro. **B.** *Procyon lotor*. **C.** Heces de perezoso no identificado. **D.** Huella en círculo rojo de *Procyon lotor* saliendo de la estructura de paso. **E.** *Dasyurus novemcinctus*.

CUADRO 1

Caracterización y descripción general de las 28 alcantarillas evaluadas en el segmento de Río Frío – Moín, Ruta 32.

Alcantarilla	Forma y accesos	Medidas (m)	Curvatura	Topografía	Generalidades
1	○	1,10x1,10	B	CEV	Sustrato lodoso, caudal lento, nivel de agua bajo. Entrada con vegetación baja y mucho monte con casa en la orilla. Salida bosque ribereño. Acceso por ambos lados. Entrada con vegetación muy baja, pasto; casa en la orilla.
2	○	1,50x1,50	A	CEV	Salida con caída de agua, muy rocoso y con escombros, bosque ribereño. Buen acceso por ambos lados.
3	○	1,70x1,70	A	CEV	Nivel de agua alto. Orilla de casas, presenta agua turbia con basura. Entrada con monte y arboles de mediano tamaño. Salida a bananal.
4	○	1x1	A	CEV	Sustrato semi-lodoso. Entrada con casas en las orillas y poca agua, Salida monte y arboles, cerca de poro y del otro lado potrero.
5	○○	2x2,10	A	CEV	Poco caudal, en ocasiones alto, sustrato rocoso y lodoso. Acceso humano, huellas humanas. Cerca de púas sale a plantación de palma.
6	○	1,50x1,50	B	CEV	Entrada y salida con plantación de banano. Caudal lento, nivel de agua intermedio. Monte a ambos lados de cauce. Presenta mal olor.
7	○	1,50x1,50	B	CRV	No hay vegetación. Entrada en plantación de piña. Salida solo está la cuneta, se divide en dos, para un lado sale a calle, por otro lado puede llegar a bosque que queda aproximadamente a 70m de distancia.

8	○	1,60x1,60	A	CDV	Entrada y salida con abundante vegetación y pendiente a ambos lados. Buen nivel de agua.
9	□□	1,85x2,45	B	CEV	Mucho caudal, sustrato rocoso. Salida con acera y pendiente, caída de agua. Salida da a propiedades privadas, con casas. Solo borde de quebrada arbolado.
10	□	2,20x3,70	A	CRV	Nivel de agua bajo, salida con acera. Arbolado solo al borde de la quebrada. Entrada con alambre de púas.
11	○	1,50x1,60	A	CEV	Entrada con mucho pasto, plantación de piña. Salida con mucha vegetación, bosque ribereño. Caudal bajo.
12	○	0,60x0,60	A	CDV	Mucho caudal, salida con posa de nivel alto. Entrada plantación de piña. Salida en área boscosa, boque ribereño.
13	○	1,70x1,70	A	CEV	Solamente hay acceso por un lado, mucha pendiente. Nivel de agua bajo, corriente rápida. Bosque ribereño en la entrada y salida.
14	○	0,75x1,12	B	CRV	Mucho sustrato lodoso y rocoso hasta la mitad de la estructura. Salida a potrero, arbolado, plantación de banano. Entrada propiedad privada, cercada con bambú.
15	□□	2,10x2,45	A	CEV	Entradas de agua de desagües, sustrato rocoso, mucha vegetación bosque ribereño. Mucho caudal de corriente rapida, marca de nivel de agua alto. Salida no se nota acera, casas de un lado del cauce, arboles y mucho monte del otro lado.
16	○	1,10x1,32	A	CDV	Posicionada diagonalmente. Entrada con casa en la orilla de cauce, plantación de banano, palmera, con mucho bambú caído. Salida tiene acera, de poco caudal, nivel de agua bajo.
17	○○	1,80x1,75	A	CEV	Entrada con vegetación variada. Bajo caudal. Salida no se observa, mucha vegetación pasto, charral.
18	○	0,80x0,96	A	CEV	Sin agua, sustrato semi-lodoso, húmedo, adecuado para rastro. Calle en este sector es de 4 carriles. Entrada con plantación ornamental. Salida propiedad de la EARTH, mucha vegetación.

19	□□□	2,55x5,20	A	CEV	Entrada de quebrada mucha vegetación bosque ribereño, muy rocoso. Sale a propiedad privada, cercado, casas en la orilla del cauce. La estructura central posee mucho caudal, con más fuerza, en las dos laterales con poca agua y caudal más lento, troncos y ramas caídas y atravesadas, en las entradas.
20	□	2,20x3,70	A	CRV	Entrada propiedad privada, con algunas casa con áreas boscosas. Corriente fuerte. Salida a propiedad privada; con acera en pendiente, posa de alto nivel de agua. Dentro de la estructura nivel de agua bajo.
21	□□	2,05x3,70	A	CCD	Difícil acceso, cerca de púas, mucha pendiente. Entrada, bosque ribereño, potrero. Salida bosque ribereño. Corriente rápida, caudal bajo, dentro de la estructura hay un sustrato rocoso, quebrada.
22	○	1,35x1,35	A	CEV	Muy accesible. Entrada en un potrero. Salida en área abierta con bosque en la cercanías.
23	○	1,10x1,05	A	CDV	Mucha vegetación a ambos lados, entrada y salida. Sin acera al final, caída de agua. Nivel de agua bajo.
24	○	1,80x2,40	A	CRV	Mucha vegetación en la entrada y salida. Nivel de agua bajo. En la salida, da a casa de habitación y plantación de banano.
PCO1	○○	1,50x1,50	B	CEV	Plantación de banano a ambos lados. Siempre seca y sin vegetación en la entada de la estructura, en la salida mucho monte, espacios lodosos y rocosos. Agua estancada.
PCO2	○○	1,30x1,60	B	CCD	Sustrato rocoso. Quebrada. Nivel de agua bajo, una de las entradas se encuentra rellena de sedimento. Bosque ribereño. En la salida el borde arbolado, y en la orilla se observa una plantación.
PCO3	○	1,58x1,58	A	CRV	Nivel de agua intermedio, plantación de árboles, corriente rápida, sustrato rocoso.
PCO4	○	0,90x0,90	A	CRV	Ausencia de agua, mucho sustrato lodoso y seco. Potrero a ambos lados.

○ - Redonda un acceso. ○○ - Redonda dos accesos. □ - Cuadrada un acceso.

□□ - Cuadrada dos accesos. □□□ - Cuadrada tres accesos.

A - Recta. B. Curva a más de 100 y menos de 200m.

CRV - Carretera a ras de la línea de vegetación.

CDV - Carretera debajo de la línea de vegetación (30cm a 1.5mts).

CCD - Carretera con depresión.

CEV - Carretera por encima de la línea de vegetación (1 ó > mts)

MODELO DE ARTÍCULO

En general, las alcantarillas mostraron diversas características como la ausencia o presencia de agua, unas de ellas se encontraban sin agua y otras mantenían un nivel muy alto en agua entre los 30 y 40cm; esta característica variaba semanalmente según las condiciones climáticas. En cuanto a la vegetación fue muy variable, se podían encontrar con abundante vegetación o solo el pasto que bordea la carretera, además se observó en el transcurso de la investigación que la carretera y las alcantarillas recibían algún tipo de mantenimiento, por lo que la vegetación circundante en algunos casos disminuía.

Algunas de las alcantarillas están ubicadas en las cercanías de plantaciones de piña, palma y banano, algunas contenían escombros, rocas o sustratos lodosos, la mayoría de las alcantarillas tenían en gran cantidad albergados a mamíferos voladores como lo son los murciélagos; por lo tanto en muchos casos no se pudo cruzar para medir y visualizar el otro lado, para no perturbar a los mismos. Algunas de las estructuras se encontraban llenas de basura posiblemente arrastrada durante la lluvia y otra depositada intencionalmente, esto generaba muy mal olor lo que hacía difícil el trabajo de búsqueda de rastros, también las que se ubicaban en las cercanías de plantaciones de palma y banano el olor desagradable era constante.

Registros de rastros de fauna silvestre

Durante las primeras inspecciones de selección de alcantarillas, se pudo detectar la presencia de rastros en siete de las alcantarillas, encontrando huellas principalmente de cánidos (perros), prociónidos, siendo los rastros de mapache (*Procyon lotor*) los más visibles y un solo rastro de armadillo (*Dasypus novemcinctus*), así como las heces de un perezoso no identificado (Figura 5). En dos de las alcantarillas las huellas se encontraban en dirección de entrada o salida de la estructura por lo que se deduce que estos individuos han utilizado como paso de un lado a otro a la alcantarilla.

De las 28 alcantarillas que fueron evaluadas, se obtuvieron 18 con rastros de animales silvestres y en algunos casos se encontraron huellas y un resto de cánido los cuales posteriormente se determinó que se trataba de un perro doméstico. En total se obtuvieron 55 rastros de fauna silvestre las cuales en su mayoría se ubicaban en estructuras redondas, solamente se cuenta con dos rastros encontrados en alcantarillas cuadradas, siendo estos rastros heces de perezoso no identificado y un atropello de *Rhinobothryum bovallii* (serpiente coral de árbol).

Dos de las alcantarillas que representaban a puntos control 1 y 4, presentaron tres rastros de huellas de tres especies de animales silvestres, en el punto control 1, se obtuvo mapache (*Procyon lotor*) y un representante de la familia Didelphidae no identificado. Por otro lado el puntocontrol 4, un rastro con la huella de un Armadillo (*Dasypus novemcinctus*).

Se tiene evidencia de seis individuos (dos mapaches y cuatro armadillos) que han cruzado las estructuras en distintas ocasiones, esto se comprueba ya que a cada lado de la estructura se encuentra un rastro de la misma forma y tamaño, cada semana se observaba un rastro diferente, además por el tamaño de la huella ayuda a determinar de qué se trata del mismo individuo; las alcantarillas en las cuales se evidenció el cruce de fauna son la número 1, 12, 17 y 18; siendo la número 18 la alcantarilla de más uso.

CUADRO 2

Lista de rastros de fauna silvestre ubicadas en las inmediaciones de las alcantarillas

Tipo de rastro	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Numero de registros
Huellas	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	21
	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	16
<i>Nasua narica</i>			Pizote	1	
Heces	Didelphimorphia	Didelphidae	No identificado	Zorro	1
	Pilosa	No identificado	No identificado	Perezoso	1
Avistamiento	Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos	2
			<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	2
Atropello	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso colmenero	1
			<i>Clelia clelia</i>	Zopilota	1
Restos	Squamata	Colubridae	<i>Rhinobothryum bovallii</i>	Coral de árbol	1
	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	2
	Testudines	Emydidae	<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga negra de río	2
			No identificada	Anguila de agua dulce	1

Cada una de estas alcantarillas posee características distintas en el caso de la número 1 el nivel de agua era muy bajo menos de 10 cm y en ocasiones el agua estaba ausente, tenía el sustrato adecuado como trampa de huellas y media 1,10 x 1,10m, la vegetación era variable, durante la investigación se noto que recibió limpieza y mantenimiento, lo que generó variación en la vegetación aledaña, se registró el paso de un mapache. La número 12 es la alcantarilla más pequeña que se obtuvo con medidas de 0,60 x 0,60 m, en este caso el agua siempre se mantuvo constante, además tenía una pequeña poza en su salida a no más de 1 metro de profundidad, contaba con un tipo de acera donde se colocó sustrato con el fin de detectar huellas, el cual tuvo éxito demostró el paso de un armadillo. En el caso de la 17, esta tenía dos accesos con medidas de 1,80 x 1,75 m, sin embargo se observaban huellas de un lado más que otro esto porque el agua corría más hacia un lado que otro, dejando habilitado con un nivel de agua más bajo por donde se espera cruzó un mapache y por último la número 18, durante todas las semanas de visita siempre se encontró con el agua ausente, guardaba gran cantidad de sedimento (tierra) dentro de la estructura y se observaban pequeñas plantas dentro de la misma, esta estructura medía 0,80 x 0,96 m, y se registró el paso de tres armadillos (Cuadro 2).

CUADRO 3

Diferencias estructurales entre alcantarillas y especies de animales que las utilizaron como paso

Alcantarilla	Forma y numero accesos	Medidas (m)	Especie que utilizo la estructura	Número de cruces
1	○	1,10 x 1,10	<i>Procyon lotor</i>	1
12	○	0,60 x 0,60	<i>Dasyus novemcinctus</i>	1
17	○○	1,80 x 1,75	<i>Procyon lotor</i>	1
18	○	0,80 x 0,96	<i>Dasyus novemcinctus</i>	3

En cuanto a los atropellos, estos se registraron sobre la carretera a distancias menores de 100 metros de cada alcantarilla, de igual manera cada alcantarilla presenta características distintas en forma, tamaño y otras generalidades como el nivel del agua, sustrato, vegetación, etc. Los atropellos ocurrieron en las cercanías de las siguientes alcantarillas: la número 6, 14, 21, 23 y 24. (Figura 6).



Figura 6. Ejemplos de animales atropellados en las cercanías de tres de las alcantarillas evaluadas en el segmento de Río Frío-Moín, Ruta 32. **A.** *Tamandua mexicana*. **B.** *Didelphis marsupialis*. **C.** *Rhinobothryum bovallii*.

Con restos de animales, me refiero a aquellos animales que se han encontrado no sobre la carretera sino que se ubican dentro o en las afueras de la alcantarilla como es el caso de dos sapos comunes (*Rhinella marina*), dos tortugas negras de río (*Rhinoclemmys funerea*) y una anguila la cual no pudo ser identificada (Figura 7) ubicados a menos de 5 m de las estructuras. Las alcantarillas donde se encontraron los distintos restos se ubicaban en las cercanías de las plantaciones de piña, palma y banano, el agua se mostraba muy contaminada, de color turbia y con muy mal olor; en el caso de las tortugas, por el lugar y las condiciones en que se encontraban se presume que estas fueron dejadas intencionalmente en las afueras de la alcantarilla.

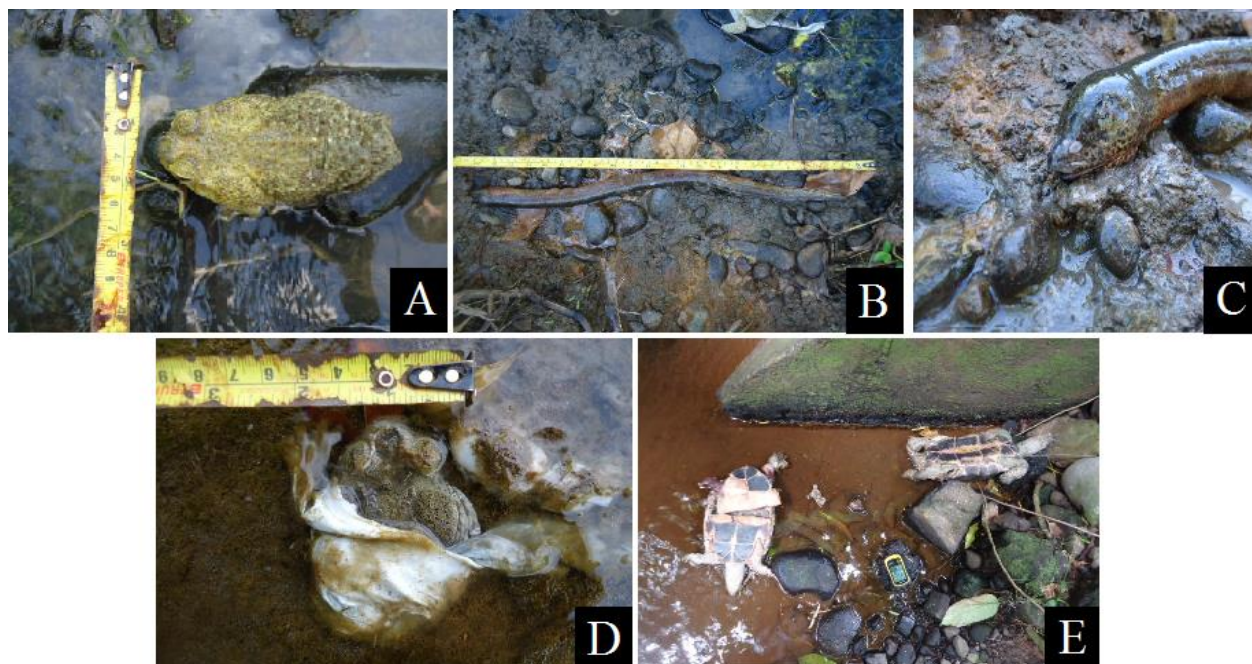


Figura 7. Ejemplos de restos de animales encontrados a menos de 5m de las alcantarillas evaluadas en el sector de Río Frío – Moín, Ruta 32. **A.** *Rhinella marina*. **B y C.** Anguila no identificada. **D.** *Rhinella marina*. **E.** *Rhinoclemmys funerea*

Las heces encontrada y los avistamientos coinciden con el mismo tipo de animal, sin embargo no se pudo identificar cual especie de perezoso dejo el rastro de heces en las cercanías de una estructura de paso; los dos perezosos de dos dedos observados se encontraban en la orilla de la calle, lo que peligraba a ser atropellados por lo que al tener acceso a uno de ellos se decidió trasladarlo a un lugar más seguro.

Discusión

No todas las especies de animales requieren condiciones específicas para el cruce por estructuras de paso, pero hay algunas para los cuales factores como el tamaño, el lugar, los niveles de ruido, el sustrato, la cobertura vegetal, humedad, temperatura, luz y perturbación humana pueden influir en la eficacia de paso por las alcantarillas. (Jackson y Griffin, 2000). En general, las alcantarillas estudiadas muestran una variedad de características que de una u otra manera pueden beneficiar o no el uso de las mismas por la fauna silvestre, factores como el tamaño, el sustrato, vegetación y la perturbación; pero se cree necesario el análisis de los demás factores que permita conocer la influencia que pueden llegar a tener en el área de estudio así como en la fauna silvestre del lugar. Torres (2011), demostró que factores como ruido, largo del paso, cobertura vegetal, temperatura, influyen especialmente en el comportamiento de la fauna silvestre; por lo que tomar este tipo de factores en cuenta puede incrementar el nivel de confianza de los resultados.

En este caso es difícil determinar que factor favoreció al paso del animal o si en realidad el animal no requería de condiciones tan adecuadas para poder pasar. Entonces, analizando a las dos especies de animales que dieron uso a las estructuras se puede conocer que en el caso del armadillo (*Dasyus novemcinctus*), es una especie muy común en distintas áreas y tolerante a

hábitats perturbados; es de hábitos nocturnos por lo que probablemente la oscuridad no es un factor que le afecte ya que la alcantarilla de más uso por este animal, mide aproximadamente 40 m de largo. De igual manera el mapache (*Procyon lotor*), es bastante común y es adaptable a entornos perturbados, y la perturbación de las alcantarillas que ambas especies utilizaron variaba de una a otra (Wainwright, 2007).

Cabe la probabilidad de que no exista cruce de otro tipo de especies debido a que requieren de otras características más específicas; sin embargo la falta de datos para las alcantarillas de mayor tamaño como las cuadradas puede deberse al método de rastreo poco eficiente para este tipo de estructura. Según Torres (2011) los cruces de tipo cajón, o sea las alcantarillas cuadradas serían la mejor elección ya que permiten el paso de mayor cantidad de especies de diferentes tamaños. Por lo que consideraría que el método de evaluación para este tipo de estructuras debe ser distinto y más factible que un muestreo de rastros, ya que el espacio es más grande y las condiciones del sustrato no benefician para la búsqueda de rastros; sin embargo se concuerda en que las alcantarillas redondas con medidas de entre los 0,80 m y 1,20 m son de utilidad por la fauna silvestre de mediano tamaño como lo son el armadillo y el mapache.

Los distintos usos de suelo ubicados a lo largo del segmento, quizás pueden influir en el paso de la fauna silvestre, ya que la mayoría de las alcantarillas se ubican próximas a las plantaciones de piña, palma y banano. Lo anterior resulta interesante, ya que muchos de los datos obtenidos en esta investigación se dieron en alcantarillas asociadas a dichas plantaciones, especialmente para los rastros tipo huellas y atropellos. Además consideraría que las fluctuaciones climáticas de la región son una variable que se debe tomar en cuenta para futuras investigaciones, ya que generalmente hay sectores donde se observa más seco que otros, pero en ocasiones se presentan lluvias torrenciales, lo que provoca la inundación de las estructuras siendo un posible factor que influye en el uso de las alcantarillas por la fauna silvestre.

Los olores desagradables provenientes de las aguas y de las alcantarillas cercanas de las plantaciones, afectan tanto el trabajo de búsqueda de rastros como la presencia de animales silvestres, ya que en las alcantarillas con este tipo de condiciones no hubo presencia de rastros de huellas, pero sí de atropellos, lo que deja en evidencia que el animal pudo hacer uso de la estructura, sin embargo esta no presentaba las condiciones adecuadas para su uso; además hay que tomar en cuenta que algunos de los animales que frecuentemente mueren atropellados son arborícolas y es necesaria la implementación de pasos de fauna aéreas (Artavia, 2015).

Conclusión

Se concluye con un efectivo uso de alcantarillas como pasos de fauna silvestre en el segmento evaluado de la Ruta 32; se considera que los datos obtenidos son una base, una aproximación a la realidad en cuanto al uso efectivo de las alcantarillas; esto al tener tan poco tiempo para llevar a cabo la investigación.

Se muestran las alcantarillas de forma redonda como la estructura de preferencia, sin embargo esto no se puede determinar ya que es necesaria una evaluación más extensa que incluyan mayor variedad de factores y un método de evaluación más desarrollado.

La gran cantidad de alcantarillas ubicadas a lo largo del segmento en evaluación, podrían ser de gran ayuda en la conectividad entre un sitio y otro para las especies de animales silvestres; sin embargo y a pesar de la cantidad de estructuras encontradas, y aunque no todos los animales requieren de las mismas condiciones, sí existe algún factor que influye y evita el paso de la fauna silvestre por las mismas.

Es necesario tomar en cuenta esos factores que pueden influir en el cruce de las alcantarillas por la fauna silvestre, así como evaluar factores como el uso de suelo, condiciones climáticas, contaminación por residuos sólidos que pueden influir en el comportamiento del animal.

Es indispensable dar seguimiento a la evaluación con mejores métodos de monitoreo y análisis, como un monitoreo con cámaras trampa, este método puede aportar datos más factibles, dar una mejor identificación de especies, en general arrojar mayor cantidad de datos que permita

realizar una comparación entre estructuras, de manera que se generen las recomendaciones adecuadas de adaptación de alcantarillas para paso de fauna que posteriormente puedan ser de utilidad en una pronta ampliación de la Ruta 32.

Referencias Bibliográficas

- Arroyave, M. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., Andrade, L. M. & Ramos, K. C. (2006). Impactos de las Carreteras sobre la Fauna Silvestre y sus principales medidas de manejo. *Escuela de ingeniería de Antioquia*. 5: 45-57.
- Artavia, A. (2015). Identificación y caracterización de cruce de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la carretera nacional Ruta 32, Limón, Costa Rica. *Maestría en Práctica para la Conservación de la Biodiversidad*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 198 p. Sin publicar.
- Cabezas, Y. (2014). 10 cosas que usted debe saber sobre la ampliación de la ruta a Limón (En línea). *crhoy.com*. Consultado 5 marzo 2015, <http://www.crhoy.com/10-cosas-que-usted-debe-saber-sobre-la-ampliacion-de-la-ruta-a-limon/>
- Chavarría Espinoza, M. I. & Noches Fernández, L. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, FRA2010, Informe Nacional, Costa Rica. Departamento Forestal Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- CONAVI, Consejo Nacional de Vialidad. (2014). Proyecto de Ampliación Ruta 32; Documentos de Construcción- Alcance de las obras incluidas en el proyecto de la Ruta 32, cruce ruta 4-Limón (En Línea). Consultado 5 marzo 2015, <http://www.conavi.go.cr/wps/portal/CONAVI/CONAVICR/Proyectos/Ruta32/>
- Fernández Mora, E. (2013). Carretera es motor y prioridad para la economía costarricense (En línea). *El Financiero*. Consultado 5 marzo 2015, http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/ruta_32-exportadores-mercancias-carreteras-prestamo_chino_0_422957734.html
- Iglesias Merchán, C. (2008). Definiciones para una Norma española sobre pasos de fauna. *Divulgación*. 93: 31-36.
- Iuell, B., Bekker, G. J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., Rosell, C., Sangwine, T., Torslov, N & Wandall, B. le Maire. (Eds.) (2005). *Fauna y Tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones*. 166 pp.
- Jackson, S.D. & C.R. Griffin. (2000). A Strategy for Mitigating Highway Impacts on Wildlife. Pp. 143- 159 In Messmer, T.A. and B. West, (eds) *Wildlife and Highways: Seeking Solutions to an Ecological and Socio-economic Dilemma*. The Wildlife Society.
- Köhler, G. (2008). *Reptiles of Central America*. 2nd Edition. Herpeton. Offenbach. Alemania. 400 pp.
- Mata, C., Hervas, I., Suarez, F., Herranz, J., Malo, J. E., Cachón, J. & Varela, J. M. (2006). Análisis de la efectividad de los pasos de fauna en un tramo de la autovía de las Rías Bajas (A-52). *Ingeniería Civil*. 142: 1-9.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2006). *Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales*. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, numero 1. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 108pp. Madrid.
- Shek, C-t & Wan, Y-f. (2006). Effectiveness of Animal Crossing at Route 3 by Camera Trapping. *Hong Kong Biodiversity*. 12: 8-10.
- Soto, M. (2013a). Carreteras de Costa Rica urgen de pasos para animales (En línea). *La Nación*. Consultado 28 octubre 2014, http://www.nacion.com/nacional/Carreteras-Costa-Rica-pasos-animales_0_1374862537.html
- Soto, M. (2013b). Entre Cañas y Liberia mueren 4 animales atropellados por kilometro (En línea). *La Nación*. Consultado 11 Diciembre 2014, http://www.nacion.com/nacional/Canas-Liberia-animales-atropellados-kilometro_0_1374862538.html

- Soto, M. (2014). Animales sí usan los pasos de fauna en tramo de Costanera Sur (En línea). La Nación. Consultado 28 octubre 2014, http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Animales-fauna-tramo-Costanera-Sur_0_1412658861.html
- Torres Tamayo, M. L. (2011). Funcionalidad de las estructuras subterráneas como pasos de fauna en la Carretera Interamericana Norte que cruza el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Cartago.
- Villalobos, R. (2013). Monitoreo de uso efectivo de pasos de fauna, Refugio Nacional de Vida Silvestre Barú. Memoria de I Simposio Ecología de Caminos. UNED. Costa Rica.
- Venegas Vargas, M. (2014). Actualización de la base de datos de felinos y mamíferos mayores avistados y atropellados en las redes viales de Costa Rica. Universidad Nacional.

Agradecimientos

Agradezco enormemente a las instituciones que colaboraron, en especial a la Corporación Panthera y a sus miembros por todo el apoyo brindado de distintas maneras, a la ONG VAVS, que financiaron parte del proyecto y asesoraron con los métodos.