

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
INSTITUTO INTERNACIONAL EN CONSERVACIÓN Y MANEJO
DE VIDA SILVESTRE**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Maestría
Profesional en Conservación de Vida Silvestre y Biodiversidad en la
Modalidad de Proyecto de Graduación**

Trabajo Final de Graduación

**Medidas para la reducción del impacto vial derivado de procesos
constructivos de carreteras sobre la vida silvestre: Propuesta integral
de Protocolo de rescate de fauna y flora para proyectos de
infraestructura vial en Costa Rica**

Estudiante:

Susana Gutiérrez Acuña

Tutor:

Carlos Espinoza Marín

Asesor:

Hugo González Jiménez

Noviembre, 2024

Resumen

Las actividades asociadas a procesos constructivos como la remoción de cobertura vegetal, movimientos de tierra, entre otros, involucran impactos potenciales directos e indirectos hacia la fauna silvestre y otros organismos asociados con el medio, los cuales utilizan la vegetación como hábitat, zona de refugio, alimentación o para su movilización. También, se identifican consecuencias negativas sobre especies de flora que podrían ser vulnerables ante procesos de tala y en las cuales puedan implementarse reubicación de ejemplares para su supervivencia como es el caso de algunas plantas epífitas. Teniendo en cuenta que las medidas o pautas de protección de la vida silvestre se enmarcan con principal interés en proyectos de conveniencia nacional a nivel de Costa Rica, ya que según la Ley Forestal N° 7575, se permite el cambio de uso de suelo en terrenos cubiertos de bosque y tala de árboles para actividades realizadas por las dependencias centralizadas del Estado y otras entidades bajo esta clasificación de conveniencia, se resalta la importancia de aplicar procesos de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre durante procesos constructivos de este tipo.

Debido a esto, se genera en el presente documento una Propuesta integral de Protocolo de rescate de fauna y flora para proyectos de infraestructura vial en Costa Rica, con el fin de contribuir a la reducción del impacto vial derivado de procesos constructivos en este tipo de infraestructura, ya que actualmente no se cuenta con un documento oficializado ante el MOPT que funja como línea base para la toma de decisiones y formulación de protocolos según las condiciones específicas de cada proyecto vial. A pesar de esto el MOPT, cuenta con un protocolo que ha servido como herramienta para la ejecución de estas acciones en los proyectos desarrollados actualmente, por lo que se busca unificar y estandarizar en camino a la oficialización dicho documento,

Para el desarrollo metodológico se basó en un documento desarrollado a partir de experticia profesional, implementado en otros proyectos similares y se generaron cuatro fases acordes a los objetivos del trabajo. En primera instancia se validaron técnicas, procedimientos, insumos y recursos profesionales, se integró normativa ambiental, se diseñó una propuesta integral de protocolo y se encuentra en desarrollo un mecanismo para que la institucionalidad asuma el protocolo. Para lo anterior, se emplearon principalmente revisiones de fuentes de información primaria y secundaria, entre las cuales destacan la consulta a expertos en grupos taxonómicos distintos para la optimización del protocolo base.

Entre los principales resultados obtenidos se presenta una validación y reestructuración de algunos componentes del protocolo base definido, para los diferentes grupos de fauna y flora silvestre: mamíferos, herpetofauna, caimanes y cocodrilos, aves, peces, abejas y plantas, realizado a través de los métodos mencionados. Se identificó una propuesta de ruta para la oficialización del protocolo mediante las instituciones vinculantes como lo son el MOPT y el SINAC, y se logró una revisión de la legislación vigente relacionada con las técnicas y procedimientos en protocolos de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

Tabla de contenidos

1. Introducción	4
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Justificación.....	7
1.3. Objetivos.....	9
2. Metodología	10
3. Resultados y discusión	16
3.1. Actualización y validación del protocolo rescate de fauna y flora.....	16
3.1.1.Revisión de fuentes de información secundaria.....	16
3.1.2.Entrevistas a expertos de fauna y flora silvestre	16
3.2. Revisión e integración de la legislación nacional entorno a los procedimientos relacionados de rescate de fauna y flora.	19
3.3. Determinación de la propuesta de protocolo de rescate de flora y fauna silvestre	24
PROTOCOLO DE RESCATE DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL	25
INTRODUCCIÓN.....	28
ASPECTOS OPERATIVOS Y ADMINISTRATIVOS	30
Responsable de la aplicación del protocolo	30
Capacitaciones	31
Acciones prohibidas en el proyecto	32
Actividades para la protección y rescate de fauna	33
Prácticas de prevención y primeros auxilios.....	35
Prevención y primeros auxilios aplicados al personal de campo	35
Valoración y primeros auxilios aplicados a la fauna silvestre.....	37
Traslado y sitios de reubicación de especies.....	39
PROTOCOLO PARA EL RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE.....	42
Grupo aves	42
Grupo fauna acuática	48
Grupo mamíferos	53
Grupo anfibios y reptiles.....	57
Rescate y reubicación de anfibios y reptiles	58
Rescate y reubicación de caimanes y cocodrilos	61

Grupo abejas	67
PLAN DE ACCIÓN PARA EL RESCATE DE FLORA.....	72
Procesamiento general para rescate y reubicación de flora	76
Rescate y reubicación de epífitas	76
Rescate y reubicación de plantas leñosas (plántulas, brinzales y latizales)	80
3.4. Recomendación de mecanismos para la institucionalidad y oficialización del protocolo.	83
4. Conclusiones	85
5. Recomendaciones.....	86
6. Bibliografía.....	87
7. Anexos.....	92

1. Introducción

La generación de impactos derivados de la infraestructura vial sobre la vida silvestre involucra una serie de factores como la pérdida de hábitat que genera fragmentación del paisaje y aislamiento de poblaciones, el efecto barrera con aislamiento genético, limitaciones al acceso de recursos y mortalidad de fauna por atropellos, así como la disminución de la calidad de hábitat (Benítez y Escalona, 2021); que se ven ligados principalmente a carreteras establecidas, es decir durante la etapa de operación de este tipo de proyectos.

Las actividades asociadas a procesos constructivos como la remoción de cobertura vegetal, movimientos de tierra, colocación de alcantarillas o puentes, entre otros, involucran impactos potenciales directos e indirectos hacia la fauna silvestre y otros organismos asociados con el medio, los cuales utilizan la vegetación como hábitat, zona de refugio, alimentación o para su movilización (Gutiérrez, 2023a). Entre las principales consecuencias de la limpieza y remoción de vegetación en zonas donde se encuentra vegetación nativa o poco perturbada, se presentan a menudo lesiones y pérdidas de fauna terrestre, siendo principalmente animales de talla pequeña o de baja movilidad los que se ven afectados, ya que generalmente no son observados con facilidad, mientras que, los animales grandes y de mayor movilidad tienden a huir del área de afectación una vez que comienzan las labores de limpieza (Thompson y Thompson, 2015).

En esta misma línea, Gutiérrez (2023a), menciona que la fauna que se encuentre dentro de la zona de trabajo se ahuyentará o desplazará por factores como el ruido y vibración, producida por el movimiento de la maquinaria y del personal de las obras, reduciendo en el sector la cantidad de individuos. Sin embargo, existirán organismos de distintas especies que no tendrán la capacidad de desplazarse hacia otras zonas y por tanto se deberá contar con un protocolo de asistencia con el fin de rescatar, darle protección y trasladar estos individuos a otras zonas fuera de la afectación de la corta o zonas con labores constructivas.

Cabe destacar que, dentro de los procesos de rescate y reubicación de vida silvestre, no solo se involucra a la fauna local sino también a especies de flora que podrían ser vulnerables ante procesos de tala y en las cuales puedan implementarse reubicación de ejemplares para su supervivencia como es el caso de algunas plantas epífitas. Este tipo de plantas poseen un papel fundamental dentro de los ecosistemas tropicales, ya que aportan una gran cantidad de biomasa, regulan el flujo hídrico del bosque, fijan nutrientes con sus raíces aéreas que se encuentran directamente en la atmósfera y los incorporan al ciclo trófico del bosque, entre otras funciones (Rojas y Hernández, 2023), de ahí la importancia de focalizar esfuerzos de rescate de este grupo de plantas a través de la herramienta del protocolo.

En términos generales, se podría definir a los protocolos como un acuerdo de un tema explícito, donde se deja con claridad las actividades a realizar para su desarrollo,

siendo en este caso bajo la premisa de aplicación del rescate y reubicación de vida silvestre; el cual conlleva el traslado de un animal desde su hábitat natural hacia otro diferente pero apropiado y donde la especie es autóctona, sin necesidad de haber sido rehabilitado, pero luego de realizarle una revisión clínica (Citon, 2020).

La aplicación de técnicas, insumos y /o herramientas para generar procesos de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre no se encuentran estandarizadas. Inclusive a nivel internacional, en otros países del trópico no existe una directriz genérica del gobierno estatal relacionada con el rescate de fauna antes y/o durante la limpieza de la vegetación (Thompson y Thompson, 2015). Para el caso de Costa Rica se cuenta con la solicitud de presentar un plan de rescate, traslocación y reinserción de mitigación de fauna silvestre de acuerdo con el Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 para estudios de impacto ambiental, sin embargo, no se especifican las pautas y componentes con que debe cumplir un plan de este tipo. Como insumo adicional se cuenta con dos protocolos base que se utilizan en departamentos diferentes del MOPT, los cuales presentan acciones que se solicitan atender durante la ejecución de este tipo de proyectos (MOPT, 2016; MOPT, 2019).

De acuerdo con lo anterior, el presente documento pretende contribuir a la reducción del impacto vial derivado de procesos constructivos de carreteras sobre la vida silvestre, mediante el desarrollo de un protocolo base de rescate de fauna y flora para proyectos de infraestructura vial en Costa Rica.

1.1. Antecedentes

En procesos constructivos de infraestructura vial también se generan actividades que representan impactos directos como la limpieza y nivelación del terreno, pérdida y remoción de capa vegetal, modificación de patrones naturales de drenaje, erosión y sedimentación de ríos, lagos y lagunas e interferencia con la movilización de animales silvestres (Martínez, 2014).

Con el fin de mitigar estos impactos, a nivel país se enmarca una serie de legislación nacional que presenta las pautas para el desarrollo de infraestructura vial. Además, los términos consecuentes a la fauna y flora silvestre que interacciona en estos espacios y la cual se define según la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317¹.

Las medidas o pautas de protección de la vida silvestre se enmarcan con principal interés en proyectos de conveniencia nacional, ya que según la Ley Forestal N° 7575, se permite el cambio de uso de suelo en terrenos cubiertos de bosque y tala de árboles para actividades realizadas por las dependencias centralizadas del Estado, las

¹ La fauna silvestre está constituida por los animales vertebrados e invertebrados, residentes o migratorios, que viven en condiciones naturales o que hayan sido extraídos de sus medios naturales o reproducidos *ex situ* con cualquier fin en el territorio nacional (...), y que no requieren el cuidado del ser humano para su supervivencia.

La flora silvestre está constituida por el conjunto de plantas vasculares y no vasculares, algas y hongos existentes en el territorio nacional (...), que viven en condiciones naturales o que hayan sido extraídas de su medio natural o reproducidas *ex situ* con cualquier fin.

instituciones autónomas o la empresa privada, cuyos beneficios sociales sean mayores que los costos socio-ambientales, por ejemplo la construcción de carreteras de interés público que mediante un estudio o análisis correspondiente, demuestre que se cumple con la relación requerida. Lo que implica que en zonas con cobertura forestal donde se vaya a desarrollar un proyecto y exista bosque se podrán generar procesos de remoción vegetal, siempre y cuando se establezca la conveniencia nacional; derivando impactos sobre la fauna silvestre por modificación del hábitat disponible.

Lo anterior, debido a que la limpieza o remoción de vegetación durante el desarrollo de un proyecto, a menudo da como resultado lesiones y pérdidas de fauna terrestre, en particular si el sitio contiene vegetación autóctona, es relativamente grande y no ha sido perturbado anteriormente (Thompson y Thompson, 2015). Además, la información sobre grandes operaciones de rescate de la fauna silvestre en los trópicos es generalmente limitada, aunque incorporando más recientemente esfuerzos de rescate y reubicación de amplia variedad de taxones, incluidos invertebrados y plantas, llevándose a cabo los proyectos de rescate y reubicación principalmente para conservar las poblaciones de vida silvestre y en situaciones de emergencia como el caso de derrames de petróleo (Swan *et al.*, 2019).

Por tanto, se podría definir a los protocolos como un acuerdo de un tema explícito, donde se deja con claridad las actividades a realizar para su desarrollo, siendo en este caso bajo la premisa de aplicación del rescate y reubicación de vida silvestre; el cual conlleva el traslado de un animal desde su hábitat natural hacia otro diferente pero apropiado y donde la especie es autóctona, sin necesidad de haber sido rehabilitado, pero luego de realizarle una revisión clínica (Citon, 2020).

A nivel nacional, se presentan una serie de protocolos vinculados a este tema, sin embargo, no se detalla un instrumento de protocolización homogenizado de técnicas de rescate y reubicación de fauna silvestre y flora para proyectos de infraestructura vial que funja como base para procesos de contratación por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). A continuación, se presentan algunos de estos protocolos:

- Protocolo de Tala, Rescate y reubicación de flora y fauna, para las obras dentro de la segunda fase del Proyecto Sistema de Control de Inundación en el Área de Limoncito (Jiménez, 2023); que se vincula a un proyecto desarrollado en cauces de dominio público y áreas de protección.
- Protocolo de Rescate de Fauna y Flora Silvestre del Puesto Fronterizo Peñas Blancas (Gutiérrez, 2023a); desarrollado para un proyecto en el ambiente terrestre y zonas inundadas de la zona norte del país con desarrollo de infraestructura vial y edificaciones.
- Protocolo de Rescate de Biota Local para el proyecto Mejoramiento de Caldera-Barranca, Ruta Nacional No.23 (Consultorías Ambientales Guayacán S.A., 2022),

propiamente para un proyecto de infraestructura vial.

- Plan de Protección de la Biodiversidad para Proyectos Viales, desarrollado para el caso de la Ruta Nacional Primaria 1 en su sección Barranca-Limonal (Morales, 2019).
- Protocolo de rescate y reubicación de fauna y flora menor para la Ruta Nacional N.º 35, Carretera a San Carlos, sección Bernardo Soto – Florencia dentro del Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental, donde se cuenta con la estructuración de dicho protocolo (MOPT, 2023).

1.2. Justificación

A nivel país se ha estudiado el impacto de la infraestructura vial sobre la vida silvestre, principalmente sobre la operación de las carreteras en la fauna local, donde se identifican entre los principales impactos muertes y lesiones por atropello, fragmentación de hábitat, modificación de patrones de movimiento, interrupción de la conectividad entre poblaciones y alteración del estado fisiológico de los individuos (Artavia *et al.*, 2015). También, se ha asociado la distancia y tipo de vegetación en carreteras con el atropello de fauna, según Granados *et al.*, (2024), el porcentaje de atropellos aumenta conforme existe una menor distancia de la carretera con coberturas de bosques y matorrales, lo que podría indicar que en zonas de mayor cobertura boscosa el flujo de fauna silvestre es mayor.

Lo anterior, se vincula como dato relevante en procesos constructivos ya que como se mencionó anteriormente, la plasticidad de la legislación nacional para permitir procesos de corta de árboles y remoción de vegetación en proyectos de conveniencia nacional; como suele ser el caso de infraestructura vial, podría afectar las poblaciones de flora y fauna silvestre ya sea por lesiones o pérdida de las mismas. Por ejemplo, en un caso similar correspondiente al trópico centroamericano, para la ampliación del canal de Panamá se registraron tasas de mortalidad de apenas un 4% con 896 animales rescatados bajo la aplicación de técnicas de rescate y reubicación de fauna, dentro de una zona cubierta por un mosaico de asociaciones vegetales entre este bosque húmedo tropical (Swan *et al.*, 2019).

A nivel nacional, se tienen datos con respecto a la aplicación de este tipo de protocolos en derecho de vía de carretera nacional, específicamente para el proyecto de construcción del Puesto Fronterizo Paso Canoas de Costa Rica donde se debió aplicar un rescate en un área de 1980m², donde se debían cortar 52 árboles dentro del derecho de vía, en el cual se rescataron 200 individuos entre anfibios, reptiles y mamíferos (Gutiérrez, 2022).

La importancia de la estandarización de un protocolo de este tipo, también radica en la posibilidad de mitigar impactos de procesos constructivos sobre la flora menor y fauna silvestre por efecto de remoción de vegetación, en este caso Gutiérrez (2023b), menciona que bajo la correcta aplicación del protocolo de rescate en Peñas Blancas, Costa Rica fue posible el rescate y reubicación de más de 780 individuos de fauna silvestre y 249

ejemplares de especies vegetales de flora menor, presentando una tasa de mortalidad inferior al 5% en un área de aproximadamente 8.5 hectáreas con cobertura de árboles aislados, regeneración con sotobosque; estos en combinación de espacios de escombreras y zonas con movimientos de tierra.

Por lo tanto, se deben incluir procesos de rescate de fauna en este tipo de actividades ya que involucran una amplia gama de grupos como aves que anidan, pequeños anfibios, reptiles y mamíferos terrestres, así como arbóreos; siendo dos principales aspectos por considerar para el éxito de un programa de este tipo, la proporción de animales reubicados con éxito y la supervivencia de los reubicados (Thompson y Thompson, 2015).

Conforme a la legislación nacional y según el Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317, para el caso de Estudios de Impacto Ambiental (EsIA); según el tipo de proyecto, se debe presentar un plan de rescate, traslocación y reinserción de mitigación de fauna silvestre que remitirá la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) para valoración y emitir criterio.

De esta manera, se indica que para el caso de este plan de rescate se le otorga al desarrollador del proyecto la responsabilidad de aplicar las medidas pertinentes para minimizar el impacto producido a las especies afectadas, anotando que *“Los procedimientos concretos en el sitio de la actividad, obra o proyecto serán realizados por los profesionales en manejo de vida silvestre y veterinaria contratados por el permisionario desarrollador para tal fin”* (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 67). Sin embargo, la construcción del Plan de rescate se genera a criterio de los profesionales competentes contratados por el desarrollador, por lo que no se estandariza un protocolo específico para este tipo de actividades.

Por parte del MOPT, se reafirma la necesidad de implementar un protocolo de protección, rescate y liberación de flora y fauna silvestre según corresponda en el instrumento de evaluación ambiental, el tipo de proyecto o el código de buenas prácticas ambientales a partir del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (2020). Se especifica que el protocolo debe implementarse antes, durante y después del proceso de corta de árboles y durante todo el proceso constructivo (MOPT, 2020), de ahí la necesidad de estandarizar las técnicas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre en procesos constructivos de infraestructura vial. Sumado a esto, la implementación de este protocolo podría incluirse en el desarrollo de infraestructura vial a nivel cantonal, apoyándose en lo dispuestos en el Decreto Ejecutivo 40139, Art. 17.

En relación con lo mencionado anteriormente, el presente estudio fundamenta su relevancia bajo la premisa de su contribución a la reducción del impacto vial derivado de procesos constructivos en carreteras sobre la vida silvestre, mediante el desarrollo de un protocolo de rescate de fauna y flora para proyectos de infraestructura vial en Costa Rica,

con el fin de estandarizar las técnicas y procesos vinculados a esta actividad como herramienta de referencia para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes. La implementación de este protocolo tendría los siguientes resultados de impacto:

- Recomendación y validación de técnicas, procedimientos, insumos y recursos humanos necesarios para la optimización del rescate y reubicación de fauna y flora en procesos constructivos de infraestructura vial conforme a la legislación ambiental vigente.
- Consolidación de una propuesta de protocolo de rescate y reubicación de fauna y flora en procesos constructivos de infraestructura vial gestionados por el MOPT.
- Reducción del impacto derivado de procesos constructivos de infraestructura vial sobre la vida silvestre, una vez se valore y oficialice el protocolo por el SINAC.

1.3.Objetivos

Objetivo general

- Contribuir a la reducción del impacto derivado de procesos constructivos de obras viales sobre la vida silvestre, mediante el desarrollo de un protocolo de rescate de fauna y flora para proyectos de infraestructura vial en Costa Rica.

Objetivos específicos

- Recomendar y validar técnicas, procedimientos, insumos y recursos humanos necesarios, mediante experiencia propia, consulta a expertos y fuentes de información secundaria, para la optimización del rescate y reubicación de fauna y flora en procesos constructivos de infraestructura vial.
- Revisar e integrar la normativa ambiental vigente que esté relacionada con los procedimientos relacionados de rescate de fauna y flora para proyectos de infraestructura vial a nivel nacional.
- Definir las técnicas, procedimientos prácticos y legales para la optimización del rescate de fauna y flora a través de una propuesta de protocolo, formada desde la experiencia profesional propia y donde se integre la consulta a expertos como base estandarizada para proyectos constructivos de infraestructura vial a nivel nacional.
- Recomendar un mecanismo para que la institucionalidad asuma y oficialice el protocolo determinado, incluyendo los proyectos gestionados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y la entidad competente en la gestión de la vida silvestre en el país (SINAC).

2. Metodología

El trabajo consiste en actualizar, validar y determinar un protocolo de rescate de fauna y flora para proyectos en construcción de infraestructura vial, para lo cual como primer punto se aborda desde la experiencia profesional de la estudiante. Cuento con 9 años de experiencia en la ejecución, supervisión y diseño de proyectos de rescate, incluyendo:

- Diseño Ruta Nacional N°2, sección Palmar Norte- Paso Canoas.
- Diseño Ruta Nacional N° 4, sección Birmania- Santa Cecilia.
- Diseño constructivo del tramo Bernardo Soto-Sifón de la nueva carretera a San Carlos (Punta Sur).
- Construcción de la carretera ruta nacional N°1, sección Barranca-Limonal.
- Mejoramiento de la Ruta Nacional N°23, sección Caldera-Barranca.
- Construcción del Nuevo Puesto Fronterizo Paso Canoas.
- Factibilidad del diseño de la nueva carretera a San Carlos Ruta Nacional N° 35, sección Sifón-La Abundancia.
- Construcción del Nuevo Puesto Fronterizo Peñas Blancas.

La experiencia profesional generada en los proyectos mencionados se encuentra estrechamente vinculada a procesos de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, donde se abordaron actividades profesionales en distintas fases, ya que para algunos casos se laboró desde la fase de diseño del proyecto, aplicación de protocolos durante la fase constructiva e inclusive como parte de la supervisión de implementación de actividades vinculadas al tema. Por tanto, se cuenta con un panorama integral de las fases de diseño, aplicación y supervisión de protocolos de rescate y reubicación de fauna y flora. Este proceso proviene de una experiencia profesional en el campo y responde a una aplicación de mis conocimientos profesionales, lo cual tiene una vinculación directa con el Trabajo Final de Graduación, al mismo tiempo la experiencia desarrollada es fundamental para la construcción de esta propuesta.

En términos generales, para el desarrollo del presente trabajo se cuenta con el desarrollo de cuatro fases acordes a los objetivos específicos (Figura 1).

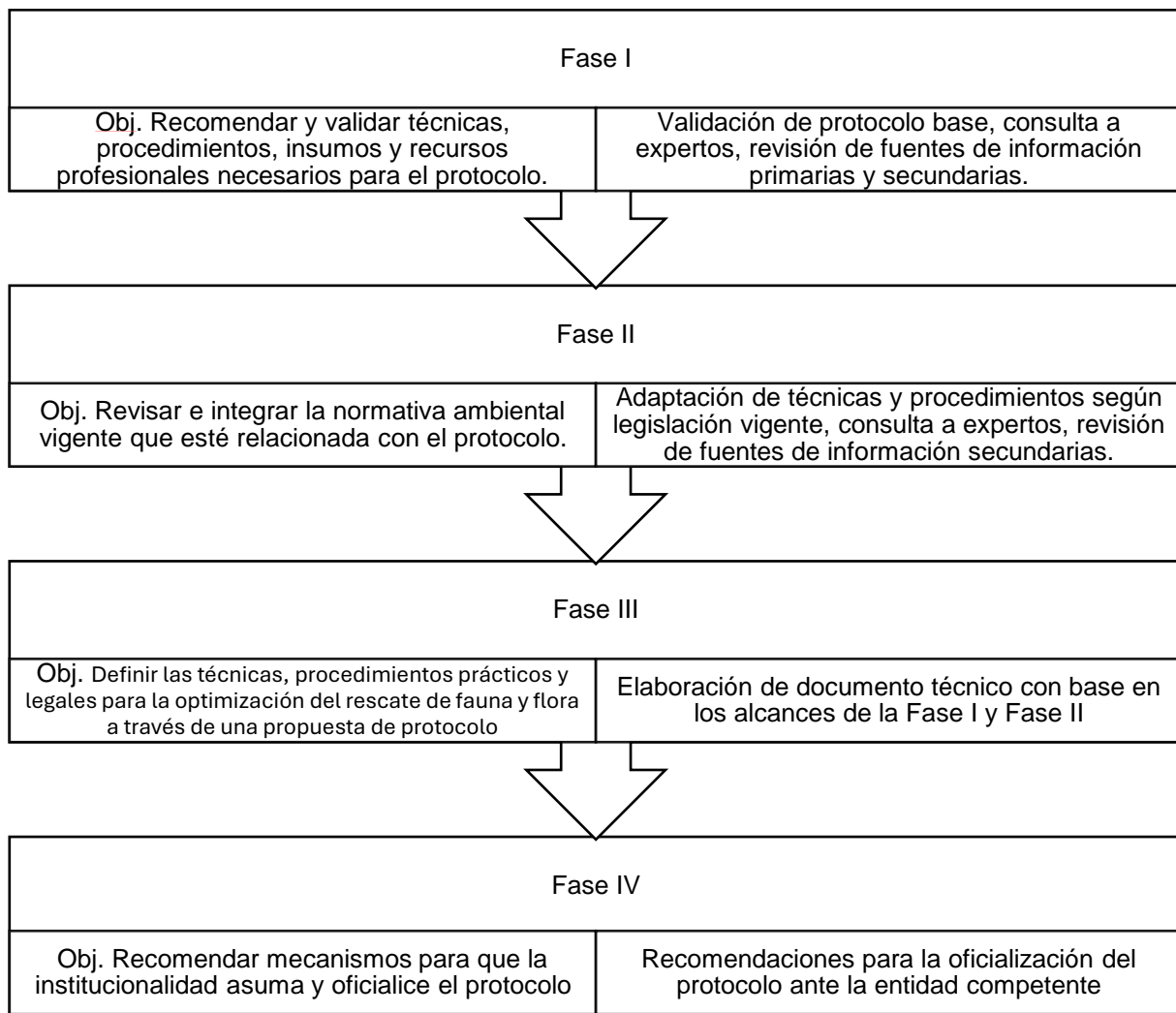


Figura 1. Esquema conceptual fases metodológicas, según objetivos específicos.

A continuación, se describen de forma específica las fases de la metodología planteada.

Fase I. Actualización y validación del protocolo rescate de fauna y flora

Para este proceso se tomó como base un protocolo de rescate de fauna y flora desarrollado por la estudiante a partir de la experiencia profesional en los proyectos mencionados, que se vinculan a actividades de procesos constructivos en infraestructura vial donde fue necesario la implementación de un protocolo de rescate y reubicación de fauna y flora.

De esta forma, se tomó como base el Protocolo de Rescate de Fauna y Flora Silvestre del Puesto Fronterizo Peñas Blancas (Gutiérrez, 2023a), el cual es el más actualizado a la fecha y al que se le han incluido las mejoras a lo largo del tiempo laborado, este involucra distintos grupos de flora y fauna entre los cuales: aves, mamíferos, fauna

acuática, abejas, anfibios, reptiles, caimanes y cocodrilos, así como flora menor (plantas epífitas). Sumado a esto, se generó una revisión de los dos documentos del MOPT 2016 y 2019, entorno a los protocolos base con que cuenta la entidad los cuales no se encuentran oficializados a la fecha, pero han fungido su labor como documentos para toma de decisiones en este ámbito.

Para validar las técnicas, procedimientos, insumos y recurso profesional necesario para la optimización del rescate y reubicación de fauna y flora presentadas en dicho protocolo, se generaron consultas y revisión tanto de fuentes de información primaria como fuentes de información secundaria.

Se implementó una entrevista cualitativa semiestructurada de manera virtual por cada grupo de fauna y flora, esta se grabó para poder obtener mayor provecho a la información, al iniciar las entrevistas se les presentó un contexto general del protocolo con el fin de actualizar sobre los procesos de rescate en proyectos constructivos. Se tomó como base las técnicas definidas en el protocolo, con el fin de validar la información establecida, incorporando el criterio técnico de especialistas. Al mismo tiempo, se agregaron algunos aportes de la estudiante que antes no se habían incluido al protocolo.

Se seleccionó un experto por grupo faunístico y de flora para la aplicación de las entrevistas. Además de un médico veterinario especialista en fauna silvestre y un abogado ambiental. Para la selección de los expertos, se tomaron en cuenta factores de disponibilidad, formación académica y experiencia en el manejo, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre. Los expertos seleccionados cuentan con amplia experiencia y son profesionales reconocidos en su ámbito de acción, por lo que la integración de la información suministrada es un valioso aporte para el Protocolo. Los expertos entrevistados fueron:

- Anfibios y reptiles: Juan Gabriel Abarca Alvarado.

Biólogo con énfasis en Biología Tropical, cuenta con una Maestría Académica en Microbiología y amplia experiencia como investigador y profesor de curso vinculados a la taxonomía y ecología de herpetofauna. Cuenta con experiencia en trabajo de campo para el manejo y conservación de fauna silvestre, principalmente de anfibios y reptiles, así como con una lista de más de 15 artículos científicos y otras publicaciones sobre herpetología.

- Cocodrilos y caimanes: Pompilio Campos Chinchilla.

Biólogo con Maestría en Gestión y Auditoría Ambiental, cuenta con especialidades reconocidas por el Colegio de Biólogos de Costa Rica, la primera en herpetología y la segunda en Manejo y Conservación de especies Silvestres. Cuenta con experiencia en filmaciones internacionales, como asesor científico y durante los últimos 10 años ha ejercido como Regente en Vida Silvestre y Gestor Ambiental.

- Aves: Ernesto Michael Carman Moyher

Naturalista y guía de aves, realiza investigaciones sobre la migración de la Reinita Cerúlea, aves rapaces migratorias en Talamanca, utilizado radiotelemetría ha generado estudios para rastrear a los búhos de monte y ha estado trabajando para instalar estaciones MOTUS en América Central para rastrear a los migrantes. Presenta experiencia en investigación internacional focalizada en el estudio de colibríes de Costa Rica, Guatemala y Belice. Ha estado involucrado desde 2004 con la Operación Garganta Rubí: El Proyecto Colibrí, único estudio de anillamiento a largo plazo en sus zonas de invernada neotropicales. También colabora en el Proyecto Cabanisi, que estudia el endémico Pinzón Cafetalero y en el Proyecto Pico de Gancho, enfocado en el gavilán homónimo.

- Mamíferos: Francisco Durán Alvarado

Biólogo. Su experiencia laboral ha abarcado labores técnicas y profesionales en las secciones de Ornitología y Mastozoología en el Museo Nacional de Costa Rica, donde se desempeña como investigador, curador y encargado de la colección de Mastozoología. Entre sus publicaciones están algunos artículos sobre diversidad de avifauna y mastofauna de localidades como las zonas protectoras de El Rodeo, La Carpintera y cerros de Escazú, además de varias publicaciones divulgativas en internet.

- Abejas: Eduardo Herrera G.

M.Sc. Eduardo Herrera G. Ing. Agrónomo con especialidad en meliponicultura y biodiversidad de abejas. Profesor de la Universidad Nacional de Costa Rica y académico que forma parte del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), tiene amplia experiencia en el manejo y conservación de abejas y publicaciones científicas entorno a la apicultura y ecología de especies.

- Peces: Jorge San Gil

Biólogo que obtuvo su bachillerato en la Universidad de Costa Rica, donde realizó investigaciones ictiológicas. Trabajó en el Museo de Zoología de la Universidad, con énfasis en la colección de cíclidos. También trabajó en el laboratorio de acuarios del CIMAR. Realizó una investigación sobre el cíclido *Amphilophus lyonsi*, y participó en una investigación sobre los peces de la cuenca del río Coto, en la zona sur de Costa Rica. Actualmente trabaja en su propio proyecto, “Ictiobotánica”, donde cuenta con peceras y plantas acuáticas en un sistema integrado. Cuenta con 20 años de experiencia en el acuarismo.

- Flora: José Esteban Jiménez Vargas

Ingeniero Forestal con Maestría Académica en Biología con Énfasis en Botánica, cuenta con amplia experiencia en el manejo y conservación de flora nativa de Costa Rica. Ha participado en la descripción de especies de flora nuevas para la ciencia y cuenta con

una amplia gama de publicaciones científicas. Fue profesor de la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica de cursos como dendrología, además ha participado en distintos trabajos de campo para la evaluación de humedales y sitios de compensación de Áreas Silvestre Protegidas con base en el componente flora. Es un reconocido botánico con renombre internacional que ha enfocado sus trabajos en el estudio de la flora de distintos países del trópico.

- Veterinaria: Isabel Hagnauer

Licenciada en medicina veterinaria con amplia experiencia en el manejo de fauna silvestre, ha ejercido su profesión durante 10 años en el Hospital de Especies Menores y Silvestres de la Universidad Nacional y en el Rescate Wildlife Rescue Center Costa Rica (antes Zoo Ave), donde es regente veterinaria desde hace 6 años y cuenta con publicaciones e investigación en el manejo de fauna silvestre *ex situ*. Además, colabora con el ICOMVIS en proyectos de investigación de mamíferos grandes. Actualmente se encuentra cursando su maestría en Medicina de la Conservación.

- Abogado ambiental: Mario Peña Chacón

Abogado graduado de la Universidad Autónoma de Centro América y Máster en Legislación Ambiental de la Universidad para la Cooperación Internacional. Coordinador de la Maestría en Derecho Ambiental de la Universidad de Costa Rica (UCR). Profesor del curso de Derecho Ambiental de la Maestría de Derecho Empresarial de la Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras (UNITEC), de las Maestrías en: Derecho Ambiental, Negocios Internacionales, Derecho Público Comparado Franco-latinoamericano y Gestión y Turismo Sostenible de la Universidad de Costa Rica (UCR) y de los cursos del énfasis en Derecho Ambiental de la Facultad de Derecho Universidad de Costa Rica. Cuenta con experiencia en derecho ambiental y es autor de múltiples ensayos académicos publicados por revistas indexadas sobre el tema.

Las preguntas en entrevistas semiestructuradas están definidas previamente en un guion de entrevista, pero la secuencia, así como su formulación pueden variar en función de cada sujeto entrevistado (Blasco y Otrero, 2008); lo que permitió obtener un criterio específico para cada grupo según el profesional consultado. La secuencia de preguntas se llevó a cabo de forma temática, ya que una de las características de las entrevistas semiestructuradas es que las preguntas están definidas en un guion y se abordaron tres principales ejes según corresponda: Eje I. Equipo de seguridad, herramientas, pasos para el manejo y rescate de flora y fauna silvestre, Eje II. Herramientas y consideraciones para el transporte y reubicación de flora y fauna y Eje III. Condiciones de reubicación y registro de datos (ver Anexo 1). Sin embargo, durante la entrevista se abordaron los temas emergentes por parte de los profesionales consultados, los cuales enriquecieron los resultados de cada apartado.

Sumado a esto, se generó un proceso de revisión de fuentes de información secundaria tales como protocolos de rescate elaborados en el país o a nivel internacional que cuenten con técnicas aplicables en el trópico, así como artículos científicos y manuales técnicos vinculados con el tema.

Los resultados de esta fase se presentan a manera de integración dentro del documento del protocolo en el apartado de resultados del presente documento.

Fase II. Revisión e integración de la legislación nacional entorno a los procedimientos relacionados de rescate de fauna y flora.

Una vez se contó con la validación implementada en la Fase I, se procedió a contraponer la factibilidad de aplicar dichas actividades cumpliendo con la legislación ambiental vigente, para obtener el conjunto de componentes del protocolo de rescate que se adapte a su aplicación en procesos constructivos de infraestructura vial a nivel país, con énfasis en proyectos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Para este proceso se generó una entrevista con un abogado ambiental y revisión de fuentes de información secundaria vinculadas como el caso de la Ley N° 7317 (Ley de Conservación de la Vida Silvestre) y la Ley N° 7575 (Ley Forestal), entre otras normativas ambientales. Los resultados de esta fase se presentan a manera de integración dentro del documento del protocolo.

Fase III. Determinación de la propuesta de protocolo de rescate de flora y fauna silvestre.

Se determinaron los componentes base del protocolo de rescate de flora y fauna silvestre, tomando en cuenta los insumos de la Fase I y Fase II, plasmando una propuesta de documento estandarizado que aplique en proyectos de infraestructura vial a nivel nacional, gestionados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, dentro de su fase de construcción. Además, de la presentación del protocolo dentro del formato de Trabajo Final de Graduación en el apartado de resultados del presente documento, se presentará, una versión diagramada que se propone como formato final presentable durante el proceso de oficialización del protocolo.

Fase IV. Recomendación de mecanismos para la institucionalidad y oficialización del protocolo.

Se incluyó como parte del trabajo un apartado de recomendaciones para la oficialización del protocolo, con el fin de enmarcar la ruta a seguir para que la entidad competente en la gestión de la vida silvestre en el país (SINAC), valore esta herramienta para la reducción de impactos de proyectos de infraestructura vial sobre la vida silvestre. Una vez finalizado el Trabajo Final de Graduación, se promoverá un espacio de socialización del protocolo ante el SINAC, por parte del MOPT con el fin de dar a conocer las técnicas, procedimientos, insumos y recurso profesional determinado, este apartado

quedará fuera del marco del Trabajo Final de Graduación. Este se considera para una etapa posterior al proceso, debido al limitado tiempo con el que se cuenta.

3. Resultados y discusión

3.1. Actualización y validación del protocolo rescate de fauna y flora

Para la Fase I se procedió a realizar una actualización y validación del protocolo de rescate de fauna y flora silvestre base, a través de la revisión de fuentes de información secundaria y consulta a expertos. Se generó una revisión e integración de documentos técnicos entorno al manejo, recate y reubicación de flora y fauna, así como la implementación de nueve entrevistas semiestructuradas en formato virtual a expertos de los grupos de interés para el protocolo, sumando de forma complementaria la participación de un abogado ambiental y una médico veterinaria para generar una validación integral.

3.1.1. Revisión de fuentes de información secundaria

Se procedió a realizar el proceso de actualización del protocolo a través de la revisión de fuentes de información secundaria, se tomó un enfoque técnico sistematizando artículos científicos, guías y manuales. La información consultada se desarrolló en su mayoría para su aplicación en el trópico y en los casos en que se utilizaron fuentes de trabajos realizados en sectores que no cuentan con características biofísica similares a Costa Rica, se valoraron los procesos descritos para su integración y tropicalización, por ejemplo, el caso del Manual para el muestreo y seguimiento de anfibios de la Universidad de Salamanca, España. Sin embargo, hubo un aporte importante de guías provenientes de países tropicales de América como el caso de la Guía de manejo para animales silvestres en situación de amenaza de la Universidad Nacional de Colombia. Los resultados de la consulta de fuentes de información secundaria se integran de manera general en los apartados del Protocolo.

3.1.2. Entrevistas a expertos de fauna y flora silvestre

Se procedió a realizar el proceso de actualización y validación del Protocolo definido en la Fase I mediante la implementación de entrevistas semiestructuradas (Anexo 1), a expertos en distintos grupos taxonómicos de interés para el estudio. Previo al desarrollo de las entrevistas se entregó el documento base Protocolo de Rescate de Fauna y Flora Silvestre del Puesto Fronterizo Peñas Blancas (Gutiérrez, 2023a), a los expertos para su revisión.

La secuencia de preguntas se llevó a cabo de forma temática según la guía de subtemas definida y se abordaron tres principales ejes, detallando las observaciones para cada grupo taxonómico según fuera el caso. Además, se abordaron temas emergentes propuestos por los profesionales consultados.

A manera general los resultados de las entrevistas se integran en el Protocolo, sin embargo, se puede articular que ha habido mejoras en los distintos apartados del documento, se generó una integración de técnicas y procesos para cada grupo de fauna, de forma específica, así como para el apartado de flora. A continuación, se presenta un resumen general de los principales hallazgos en cada caso. En la Figura 2, se presenta la evidencia de aplicación de entrevistas a expertos de forma virtual.

Para el caso de flora, se consultó al experto botánico José Esteban Jiménez Vargas, profesional con amplia experiencia en el manejo y reconocimiento taxonómico de plantas. A través de esta consulta, se consolidó una lista de especies prioritaria, entre otros aportes, al Protocolo. La lista de especies prioritarias contiene tanto plantas epífitas como especies leñosas que tienen potencial para ser trasplantadas previo a procesos de corta debido a su estado de conservación.

En el caso del grupo de anfibios y reptiles, se consultó al experto Juan Gabriel Abarca Alvarado, reconocido herpetólogo que cuenta con amplia experiencia en la taxonomía de anfibios y reptiles del trópico, así como del manejo de este grupo. En este caso, se logró profundizar sobre las técnicas de captura y traslado de ejemplares de anfibios y reptiles, optimizando las prácticas implementadas al tratarse de un grupo altamente sensible por su condición como organismos ectotermos.

El experto Pompilio Campos Chinchilla, contribuyó a complementar el apartado de reptiles con el caso de manejo de caimanes y cocodrilos, se identificaron las técnicas adecuadas para el manejo de este tipo de fauna que involucra una serie de cuidados para el personal de rescate ya que no se pone en riesgo solamente al animal, si no que, por el comportamiento y fuerza de este, puede conducir a generar heridas sobre una persona que lo intente manipular. De esta manera, se sistematizan en el protocolo las técnicas y pasos para rescate y reubicación de esto reptiles de talla grande.

El especialista en peces consultado fue Jorge San Gil, experto con amplia experiencia en la identificación taxonómica de ictiofauna de aguas continentales, quien tiene un proyecto de cultivo de peces ornamentales, conociendo así muy bien los requerimientos de los organismos en fases de traslados y reubicación. Se incorporaron consideraciones importantes sobre la selección de contenedores para traslados de especies dulceacuícolas, así como datos sobre la densidad por contenedor, ya que este es un factor que incide en la acumulación de amonio en el agua lo que podría intoxicar a los peces.

La especialista veterinaria Isabel Hagnauer, fue la entrevistada para el caso de optimizar los procesos de valoración captura y traslado de animales heridos, así como del equipo necesario de seguridad con que debe contar el personal de campo, procesos de desinfección, y entre otros resultados.

En cuanto a mamíferos, se contó con la colaboración de Francisco Durán Alvarado, permitiendo ampliar la gama de técnicas de rescate y liberación de mastofauna en el

protocolo. Cómo principales hallazgos se identifica el aporte en técnicas para manejo de animales que habitan en madrigueras y la recomendación de desarrollo de un barrido previo de la zona a impactar para tratar de mitigar el posible daño o lesiones de animales, antes de ingreso de maquinaria y dos semanas antes de la corta.

El experto Ernesto Michael Carman Moyher, especialista en aves colaboró a optimizar las técnicas de rescate y reubicación de este grupo, a pesar de que la mayoría de aves tiende a ser ahuyentada cuando se da ingreso de maquinaria, previo a esto se debe hacer una revisión de nidos y manejo de pichones en los casos necesarios. En la medida de lo posible se menciona que lo ideal es esperar a que los pichones abandonen el nido antes de continuar con el proceso de corta. Se aportó el uso de bolsas de tela para transporte corto de ejemplares ya que limitan estímulos visuales y reducen el riesgo de lesiones potenciales.

Uno de los apartados con más retroalimentación y sumaria de aportes fue el de las abejas, ya que anteriormente no se tenía incorporado este grupo. A partir del experto Eduardo Herrera G, se lograron definir los pasos para el rescate y reubicación de abejas sin aguijón en este tipo de proyectos, asimismo se destinó una sección para el manejo de abejas africanizadas debido al riesgo potencial derivado de su manipulación para el personal de rescate.

Finalmente se contó con la participación del abogado ambiental Mario Peña Chacón, el cual contribuyo a orientar la revisión de legislación nacional para el desarrollo e implementación del protocolo. Se toma como base el Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre, su marco de definiciones y artículos vinculantes a la aplicación de este tipo de técnicas a nivel nacional.

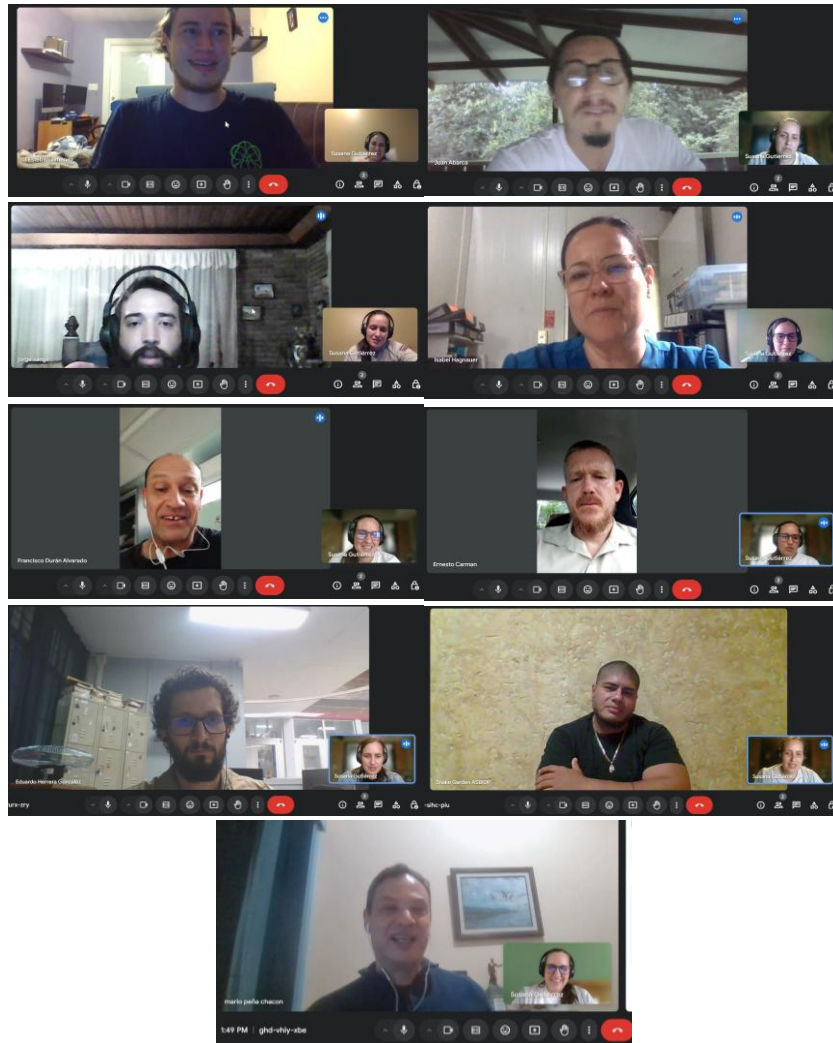


Figura 2. Implementación de entrevistas semiestructuradas consulta a expertos.

3.2.Revisión e integración de la legislación nacional entorno a los procedimientos relacionados de rescate de fauna y flora.

Con el fin realizar una síntesis de la normativa vigente respecto a los procesos de rescate de vida silvestre se realizó una revisión bibliográfica de las leyes que involucren los procesos en los que se pueda requerir rescate de vida silvestre, así como sus reglamentos, y documentación interna de instituciones para comprender la normativa vigente en Costa Rica para atenderlos. A continuación, se detallan los puntos principales de la normativa vigente, así como los vacíos existentes que implican la necesidad de un Protocolo para garantizar el resguardo de la vida silvestre que requiera rescate. Adicionalmente, se detalla el rol de las instituciones involucradas en el tema, particularmente el SINAC, la SETENA y el MOPT.

Decreto Ejecutivo N° 40548: Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre (LCVS) N° 7317:

En el artículo 4 del Reglamento se establecen las definiciones terminológicas que deben tenerse en cuenta para el manejo de fauna silvestre:

Rescate: atención de las necesidades de los animales silvestres que han visto comprometido su bienestar y supervivencia, requiriendo la intervención humana inmediata para sobrevivir.

Traslocación: acción humana de trasladar vida silvestre de su hábitat natural de origen a otro hábitat natural similar al de origen, bajo situaciones de riesgo comprobado para los organismos (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 4).

LCVS, en su artículo 11, establece que: *“El SINAC deberá incluir en su presupuesto, tanto para la Secretaría Ejecutiva como para las áreas de conservación, los montos necesarios para el ejercicio y cumplimiento efectivo de la LCVS y este Reglamento, incluyendo la compra de equipo de manejo de vida silvestre, alimentación de animales silvestres que se encuentren en su custodia temporal, atención veterinaria de emergencia, pago por aplicación de eutanasia, combustible y viáticos para traslados e inspecciones, capacitaciones especializadas, entre otros” (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 11).*

Cabe destacar que el artículo no menciona presupuestos del SINAC destinados para el rescate ni para la traslocación de vida silvestre en ningún escenario puntual, y de forma implícita, les delega la responsabilidad a otros entes.

El artículo 25 de la LCVS, sobre la convivencia de la fauna silvestre con actividades humanas dice: *“El SINAC desarrollará y fomentará la elaboración de guías, protocolos, investigación, campañas educativas, entre otros, necesarios para fomentar un balance adecuado entre las actividades humanas y la fauna silvestre. Podrá coordinar con instituciones, organizaciones y particulares en el desarrollo de procesos de concientización sobre aspectos ecológicos asociados a la presencia de animales silvestres en zonas urbanas o rurales con actividades productivas, entre otras” (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 25).*

Este artículo expone de manera evidente que el desarrollo de protocolos que promuevan la convivencia con la vida silvestre es una necesidad que debe atenderse con apoyo de actores privados, ya que no detalla qué personal o con qué fondos deben desarrollarse estos materiales y actividades.

Para los procedimientos de liberación post rescate, se debe tener en cuenta el artículo 54 del reglamento de LCVS, que establece: *“Para la liberación de animales silvestres provenientes de su hábitat natural con 72 horas o menos de captura, no se realizarán valoraciones sanitarias, etológicas y genéticas antes de su liberación, salvo que el animal presente heridas graves o síntomas de enfermedad y requiera atención especializada. La liberación de los animales deberá hacerse en un punto cercano al sitio*

donde se encontró el animal o dentro del área de distribución natural de la especie, el cual reúne las condiciones necesarias para la supervivencia de los individuos” (Decreto Ejecutivo 40548, Art.54).

En caso de requerir llevar a cabo alguna evaluación sanitaria producto del estado de salud del organismo, o de algún inconveniente en el proceso de rescate o traslocación, deberán tomarse en cuenta las disposiciones de los artículos 55 al 61, que toman en cuenta aspectos ecológicos, genéticos, geográficos y conductuales vinculados a las especies involucradas en los procesos de rescate (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 55-61).

El artículo 61 del reglamento de LCVS establece que: *“Todos los gastos incurridos en estas actividades deberán ser asumidos por el centro de rescate a cargo de la reinserción. El SINAC podrá suscribir convenios de cooperación con centros de rescate, cuando estos apoyen la conservación de las especies prioritarias, amenazadas o con interés particular en su manejo y conservación por parte del Estado” (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 61).*

SINAC se desliga de la responsabilidad económica de los procesos de reinserción, sin que exista discriminación al plazo. Esto implica necesariamente que los costos y procesos de reinserción van a recaer sobre otros actores, y aunque la ley menciona los centros de rescate, no siempre son estos sitios de manejo los que están involucrados en liberaciones que no ameritan traslados a clínica, y no están necesariamente vinculados con reubicaciones de fauna, por ejemplo, en proyectos de infraestructura pública.

La elaboración y ejecución de planes de rescate de vida silvestre se encuentran contempladas en la sección V del Reglamento, en el artículo 66 se establece que, para los proyectos que impliquen un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), este debe incluir un protocolo de rescate de fauna silvestre que incluya traslocación y reinserción. Asimismo, la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) debe remitir el EsIA a SINAC para que brinde su criterio en el plazo de un mes, según el artículo 67 (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 66-67).

Si bien, la ley faculta a la SETENA a plantear estas consultas, no establece que los criterios de SINAC respecto a estos protocolos sean vinculantes. Poniendo la situación compleja para los protocolos que se generen para obras impactantes al medio ambiente, pues si la SETENA no hace la consulta (ya que el reglamento tampoco obliga a la SETENA a hacerla, simplemente le da la posibilidad), no hay ningún proceso de verificación del protocolo, y la responsabilidad recae sobre el consultor, responsable ante la SETENA del proyecto. Se debería contratar a un profesional con experiencia en manejo de vida silvestre, que cumpla con los requisitos legales para el ejercicio de la función, que deberá formular y ejecutar el protocolo de rescate y traslocación de fauna silvestre. Otro asunto que debe considerarse para la comprensión y ejecución de este artículo es que la SETENA usualmente opera con tiempos muy limitados para poder otorgar la viabilidad ambiental a

los proyectos, y si esta etapa de consulta ocurriera en el plazo que este reglamento plantea, el proceso podría alargarse de manera significativa.

El desarrollador del proyecto es el responsable directo de minimizar los impactos sobre las poblaciones afectadas por las obras en ejecución, contratar a profesionales con experiencia en manejo de vida silvestre para que se encarguen de efectuar los procedimientos de atención a vida silvestre *in situ*. Además, de requerir que se ofrezca atención a fauna que no pueda ser liberada de inmediato, producto del desarrollo del proyecto, el desarrollador también tiene la obligación de asumir los costos que deba atender el centro de rescate encargado de la atención de la fauna, según el artículo 68 (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 68).

El artículo 97 indica que los animales rescatados deben remitirse a centros de rescate, donde estos decidirán su destino (Decreto Ejecutivo 40548, Art. 97). Esto es específicamente para aquellos animales que ameriten traslado, y por lo tanto dejan por fuera de esta normativa a los que únicamente requieran una traslocación.

Queda en evidencia la importancia de coordinar previamente a la ejecución de una obra impactante los procesos de rescate y atención de fauna silvestre en el sitio, tanto con los profesionales en manejo de vida silvestre, como con las autoridades y un centro de rescate. Se identifican algunos vacíos legales en cuanto al transporte de los animales afectados y los protocolos que deben emplearse para su atención.

El reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre establece lineamientos para garantizar la sana convivencia entre el ser humano y la vida silvestre. Además, define las bases sobre las que deben operar ciertas actividades humanas con el fin de reducir los impactos ambientales, o bien, mitigar aquellos existentes sobre la vida silvestre. El reglamento contempla una amplia gama de situaciones, escenarios y actores, pero deja por fuera elementos clave asociados a los procesos de traslocación y rescate de fauna silvestre, delegando la responsabilidad de generación de protocolos y coordinar la atención *in situ*, el traslado a centros de rescate y la atención de los costos del proceso a terceros. Este punto es de especial interés debido a que este reglamento no le otorga a SINAC recursos específicos para los casos en los que se requiera la traslocación o el rescate de fauna, por lo que desarrollar un protocolo de atención para estas situaciones es de gran utilidad para poder contar no sólo con los procedimientos y mecanismos apropiados para garantizar la salud de la fauna atendida, sino que además pueda ofrecer a los encargados de los rescates y traslocaciones una base para poder comprender cómo operar de acuerdo con el marco jurídico vigente, observando sus obligaciones, responsabilidades y derechos.

Decreto Ejecutivo N°43898:

El artículo 76 establece:

“El responsable ambiental tendrá la obligación directa del control y seguimiento en la etapa de gestión ambiental del proyecto, con el fin de vigilar el correcto cumplimiento de los compromisos ambientales por parte del desarrollador para desarrollar su actividad, obra o proyecto y evitar efectos al ambiente no contemplados en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. (...)”. (Decreto Ejecutivo 43898, Art. 76).

Dentro de los efectos al ambiente no detallados en la Evaluación de Impacto Ambiental pueden estar aquellos asociados a la traslocación o rescate de vida silvestre. Para optimizar estos procesos es fundamental contar con un protocolo integral que tome en cuenta los aspectos legales involucrados procesos de manejo de fauna silvestre.

El artículo 98 aborda la situación de las Áreas Ambientales Frágiles (AAF), y establece que la SETENA tiene la obligación de verificar mediante las herramientas digitales disponibles la situación del Área del Proyecto (AP) respecto a las AAF. El traslape no implica de forma tácita un impedimento para el desarrollo del proyecto, pero sí puede involucrar medidas adicionales para mitigar el impacto (Decreto Ejecutivo 43898, Art. 98). En AAF es particularmente importante contar con un protocolo que permita atender situaciones con vida silvestre, pues puede pensarse que en sitios que ya cuentan con una categoría de riesgo o fragilidad, el impacto de los encuentros con vida silvestre en el proyecto sobre la integridad ecosistémica puede ser mayor.

Asimismo, el artículo 99 plantea la conformación de Comisiones Mixtas de Monitoreo y Control Ambiental (Decreto Ejecutivo 43898, Art. 99). Estas comisiones se verían ampliamente beneficiadas de contar con un protocolo de referencia que permita evaluar la pertinencia de las medidas de mitigación puestas en práctica por el desarrollador y que les permita dar seguimiento a los procesos de atención a vida silvestre *in situ*.

Ley Forestal N° 7575:

El artículo 18 autoriza al Estado a otorgar permisos para distintos tipos de aprovechamiento de los sitios de Patrimonio Natural, tras solicitar al MINAE la autorización para dichas actividades, quien, a su vez, podría solicitar que se efectúen evaluaciones de impacto ambiental posteriores. Este punto en particular es relevante porque sugiere que, en condiciones en las que el Estado permita el aprovechamiento de espacio de Patrimonio Natural para el desarrollo de actividades ecoturísticas, existe la necesidad de contar con instrumentos de manejo de vida silvestre para resguardar su integridad y para garantizar que las actividades realizadas en estos sitios observen los reglamentos y mecanismos para mitigar el impacto ambiental sobre la vida silvestre.

En el artículo 19 de esta misma Ley, se establece que en ciertas circunstancias el Estado podrá dar permiso para el desarrollo de infraestructuras para el aprovechamiento humano, tales como caminos, puentes, casas de habitación, corrales, oficinas y otros.

Asimismo el artículo 20 señala que los bosques podrán aprovecharse si cuentan con un plan de manejo que contenga los impactos ambientales generados por la actividad propuesta. Contar con un protocolo de atención específico para atender de manera sistematizada las eventualidades que requieran rescate o traslocación de vida silvestre, y que permita una aplicación que mitigue impactos ambientales en proyectos de diferentes escalas permitiría a los desarrolladores y al Estado tener acceso a una herramienta para facilitar el cumplimiento de esta normativa y garantizar el bienestar de la vida silvestre en intervenciones de espacios donde esta se pueda ver afectada.

Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes:

El Manual plantea que se tomen medidas para mitigar el impacto de las obras de infraestructura pública sobre la vida silvestre. Habla explícitamente de evitar cualquier tipo de proceso que dañe directamente árboles, tales como la colocación de clavos, cuerdas o cadenas, apilar materiales o generar cualquier tipo de interacción que cause impactos negativos en la fisiología de los árboles (MOPT, 2020). En este mismo apartado, el protocolo dice que el contratista deberá asumir los costos de atención a fauna que resulte herida durante el proceso de desarrollo de la obra, y que, en caso de muerte, debe generarse un informe sobre la situación, y tomar medidas para prevenir muertes futuras (MOPT, 2020).

Es importante destacar que en este apartado el Manual no indica a qué ente se debe remitir el informe en caso de muerte de fauna. Tampoco se detalla el proceso de rescate, atención o traslocación de vida silvestre afectada por las obras. El Ministerio podría verse afectado económicamente si no se cuenta con un protocolo claro para la atención de estos incidentes, ya que podría incurrir en gastos elevados que se pueden prevenir con la formulación y aplicación de un protocolo de rescate.

Además, el resguardo de la vida silvestre debe ser una prioridad dentro del desarrollo de las obras de cualquier proyecto de infraestructura pública. El protocolo que se propone en esta investigación vendría a solventar estas problemáticas y optimizaría los procesos de atención a situaciones que ameriten rescate de vida silvestre.

3.3.Determinación de la propuesta de protocolo de rescate de flora y fauna silvestre

En esta sección de los resultados se contiene la estructura final del protocolo de rescate de flora y fauna, integrando los aspectos de la Fase I y Fase II, por lo que contiene la incorporación de procesos de validación de las técnicas, procedimientos, insumos y recursos profesionales, así como de la integración de normativa ambiental relacionada, resultado un documento que funge como línea base estandarizada para su implementación en actividades constructivas de infraestructura vial del MOPT.

**PROTOCOLO DE RESCATE DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE PARA
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

PROTOCOLO DE RESCATE DE
FAUNA Y FLORA SILVESTRE
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL



COSTA RICA, 2024

Este documento se ha redactado en el marco del Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Maestría Profesional en Conservación de Vida Silvestre y Biodiversidad en la Modalidad de Proyecto de Graduación del Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre

El texto de este documento se ha basado en revisión bibliográfica, consultas técnicas y criterio profesional de la autora

AUTORA

Susana Gutiérrez Acuña

CRÉDITOS

Ilustraciones: Viviana Araya Gamboa

AGRADECIMIENTOS

Eduardo Herrera, experto consultado para el desarrollo del protocolo de abejas.

Ernesto Carman, experto consultado para el desarrollo del protocolo de aves.

Francisco Durán Alvarado, experto consultado para el desarrollo del protocolo de mamíferos.

Isabel Hagnauer, experta veterinaria consultada para el desarrollo del protocolo.

Jorge San Gil, experto en peces consultado para el desarrollo del protocolo de fauna acuática.

José Esteban Jiménez Vargas, experto consultado para el desarrollo del protocolo de flora.

Juan Gabriel Abarca Alvarado, experto consultado para el desarrollo del protocolo de herpetofauna.

Mario Peña Chacón, experto en derecho ambiental consultado para el desarrollo del protocolo.

Pompilio Campos Chinchilla, experto consultado para el desarrollo del protocolo de caimanes y cocodrilos.

M.Sc. Carlos Espinoza, profesor tutor del proyecto de graduación de la maestría

Andrea Ávila, Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Hugo González, Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Andrés Esteban Molina Coto, edición de texto y colaboración en estructura.

César Castro Azofeifa, revisión de texto e integración conceptual.

SOBRE LA AUTORA

Formación académica: Bachillerato en Bióloga con énfasis en Biología Tropical de la Universidad Nacional de Costa Rica y Licenciatura en Biología con énfasis en Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Actualmente se encuentra culminando su Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Maestría Profesional en Conservación de Vida Silvestre y Biodiversidad del Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre.

Profesión: Bióloga.

Experiencia: Bióloga con más de 12 años de experiencia en diversos campos, ha incurrido en el manejo, rescate y reubicación de fauna y flora silvestres en diversos proyectos constructivos y de infraestructura vial.

Labora desde el 2012 a la fecha como consultora independiente elaborando regencias ambientales, monitoreo e inventario de fauna en general: mamíferos voladores y no voladores, reptiles, anfibios, aves, peces de agua dulce, macroinvertebrados acuáticos y camarones dulceacuícolas, así como estudios de infraestructura y biodiversidad, medidas, recomendaciones y compensación y estudios biológicos de conectividad estructural para la identificación de pasos de fauna en carreteras.

Desde el 2020 funge como bióloga cofundadora de Manejo de Fauna Silvestre CR (MFS), donde ha desarrollado la atención de casos de interacciones de fauna silvestre con personas en ambientes urbanos y periurbanos, para la búsqueda de soluciones aplicando buenas prácticas, apegadas a la legislación existente en el país, velando por la coexistencia con la fauna silvestre y atendiendo más de 100 casos a la fecha.

Trabajó en el Proyecto Hidroeléctrico Reventazón del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) del 2013 al 2015, en la gestión y ecología de los ambientes acuáticos en los ríos Parismina y Dos Novillos, programa de compensación fluvial, así como en el monitoreo de macroinvertebrados, camarones, peces, aves, cámaras trampa para mamíferos, restauración de ribera y educación ambiental en las comunidades de la zona, entre otras funciones.

INTRODUCCIÓN

Las actividades asociadas a procesos constructivos como la remoción de cobertura vegetal, movimientos de tierra, colocación de alcantarillas o puentes, entre otros, involucran impactos potenciales directos e indirectos hacia la fauna silvestre y otros organismos asociados con el medio, los cuales utilizan la vegetación como hábitat, zona de refugio, alimentación o para su movilización (Gutiérrez, 2023a). Entre las principales consecuencias de la limpieza y remoción de vegetación en zonas donde se encuentra vegetación nativa o poco perturbada, se presentan a menudo lesiones y pérdidas de fauna terrestre, siendo principalmente animales de talla pequeña o de baja movilidad los que se ven afectados, ya que generalmente no son observados con facilidad, mientras que, los animales grandes y de mayor movilidad tienden a huir del área de afectación una vez que comienzan las labores de limpieza (Thompson y Thompson, 2015).

La fauna que se encuentre dentro de la zona de trabajo se ahuyentará o desplazará por factores como el ruido y vibración, producida por el movimiento de la maquinaria y del personal de las obras, reduciendo en el sector la cantidad de individuos. Sin embargo, existirán organismos de distintas especies que no tendrán la capacidad de desplazarse hacia otras zonas y por tanto se deberá contar con un protocolo de asistencia con el fin de rescatar, darle protección y trasladar estos individuos a otras zonas fuera de la afectación de la corta o zonas con labores constructivas (Gutiérrez, 2023a).

Cabe destacar que, dentro de los procesos de rescate y reubicación de vida silvestre, no solo se involucra a la fauna local sino también a especies de flora que podrían ser vulnerables ante procesos de tala y en las cuales puedan implementarse reubicación de ejemplares para su supervivencia como es el caso de algunas plantas epífitas. Este tipo de plantas poseen un papel fundamental dentro de los ecosistemas tropicales, ya que aportan una gran cantidad de biomasa, regulan el flujo hídrico del bosque, fijan nutrientes con sus raíces aéreas que se encuentran directamente en la atmósfera y los incorporan al ciclo trófico del bosque, entre otras funciones (Rojas y Hernández, 2023), de ahí la importancia de focalizar esfuerzos de rescate de este grupo de plantas a través de la herramienta del protocolo.

Las medidas o pautas de protección de la vida silvestre que involucran los grupos antes mencionados, se enmarcan con principal interés en proyectos de conveniencia nacional, ya que según la Ley Forestal N° 7575, se permite el cambio de uso de suelo en terrenos cubiertos de bosque y tala de árboles para actividades realizadas por las dependencias centralizadas del Estado, las instituciones autónomas o la empresa privada, cuyos beneficios sociales sean mayores que los costos socio-ambientales, por ejemplo la construcción de carreteras de interés público. Sin embargo, no se restringe su aplicación a otro tipo de proyectos de infraestructura vial.

Lo anterior, debido a que la limpieza o remoción de vegetación durante el desarrollo de un proyecto, a menudo da como resultado lesiones y pérdidas de fauna terrestre, en particular si el sitio contiene vegetación autóctona, es relativamente grande y no ha sido perturbado anteriormente (Thompson y Thompson, 2015).

La importancia de aplicar protocolos de rescate y reubicación se ve reflejada en datos de estudios previos sobre mortalidad y tasa de éxito, por ejemplo, en un caso correspondiente al trópico centroamericano, para la ampliación del canal de Panamá se registraron tasas de mortalidad de apenas un 4% con 896 animales rescatados bajo la aplicación de técnicas de rescate y reubicación de fauna, dentro de una zona cubierta por un mosaico de asociaciones vegetales entre este bosque húmedo tropical (Swan *et al.*, 2019). A nivel de Costa Rica, se tienen datos con respecto a la aplicación de este tipo de protocolos en derecho de vía de carretera nacional, específicamente para el proyecto de construcción del Puesto Fronterizo Paso Canoas de Costa Rica donde se debió aplicar un rescate en un área de 1980m², donde se debían cortar 52 árboles dentro del derecho de vía, en el cual se rescataron alrededor de 200 individuos entre anfibios, reptiles y mamíferos (Gutiérrez, 2022b).

Además, bajo la correcta aplicación de un protocolo de rescate en Peñas Blancas de Costa Rica fue posible el rescate y reubicación de más de 780 individuos de fauna silvestre y 249 ejemplares de especies vegetales de flora menor, presentando una tasa de mortalidad inferior al 5% en un área de aproximadamente 8.5 hectáreas con cobertura de árboles aislados, regeneración con sotobosque; estos en combinación de espacios de escombreras y zonas con movimientos de tierra (Gutiérrez 2023b).

Por lo anterior, se generó el presente documento a partir de un formato base, el Protocolo de Rescate de Fauna y Flora Silvestre del Puesto Fronterizo Peñas Blancas (Gutiérrez, 2023a), tomando también como referencia un protocolo no oficializado que utiliza actualmente el MOPT, el cual fue sometido a revisión y reestructurado con la incorporación de la opinión de expertos en distintos grupos taxonómicos y la actualización por parte de la autora basada en su experiencia; con el fin de contribuir a la reducción del impacto derivado de procesos constructivos de obras viales sobre la vida silvestre, mediante la estandarización de técnicas, procedimientos, insumos y recursos humanos necesarios para su aplicación en procesos de rescate de fauna y flora para proyectos de infraestructura vial en Costa Rica.

ASPECTOS OPERATIVOS Y ADMINISTRATIVOS

Responsable de la aplicación del protocolo

El contratista será el responsable de la ejecución y aplicación del protocolo, mientras que el desarrollador será el responsable del seguimiento y verificación del cumplimiento de este protocolo en la etapa de ejecución de las obras; para esto, se deberá establecer claramente en las especificaciones técnicas del cartel de la licitación.

Para realizar los rescates el contratista deberá contar con un profesional con formación en el ámbito de biología, ciencias biológicas, recursos naturales y/o manejo de vida silvestre, con experiencia comprobable en rescate de fauna. Esta experiencia deberá demostrarse según los proyectos en los que haya participado, con sus roles específicos y funciones puntuales dentro de cada actividad. La experiencia obtenida trabajando en centros de rescate u otros lugares en donde se compruebe la manipulación de vida silvestre, puede ser tomada en cuenta.

Cuando se realicen rescates de fauna, deberá estar presente el profesional responsable del grupo de rescate y además mantener informado a la supervisión del responsable ambiental del proyecto (siempre y cuando se cuente con una). La cantidad de profesionales requeridos será asumida por el contratista de manera que cubra todos los frentes de trabajo y se cumpla fielmente con lo establecido en el protocolo. Se recomienda definir la cantidad y perfil de profesionales requeridos para este fin, estableciéndolos en el cartel de contratación, asumiendo la administración los costos de acuerdo con la formulación del proyecto.

Además del profesional responsable de la implementación del protocolo de rescate de flora y fauna, se tendrá un equipo de apoyo o cuadrilla especificado en el presente documento, el cual será capacitado por el profesional respectivo. Se contará con el personal necesario y en cantidad suficiente para atender las actividades correspondientes. Este personal de apoyo corresponde a la cuadrilla de rescate de fauna, la cual estará capacitada para realizar las actividades de rescate de flora y fauna, y contar con el equipo y herramientas necesarias. La cantidad de personas que conforman esta cuadrilla varía dependiendo de la magnitud de la obra, se deberá contar como mínimo con la presencia de un profesional encargado de la aplicación del protocolo, así como de dos asistentes, número que variará de acuerdo con los frentes de trabajo activos. El puesto de asistente en este grupo de rescate puede ser llenado por profesionales, técnicos o personal sin educación superior, de igual forma, todos pasarán por el proceso de capacitación correspondiente, impartido por el profesional a cargo, el cual en todo momento liderará todos los procesos de rescate y manipulación de fauna.

En el caso de personal que forme parte de la cuadrilla de rescate, se recomienda que cuenten con experiencia en el manejo, rescate y reubicación de fauna y flora silvestre, asimismo es indispensable que cuenten con la capacitación sobre técnicas y procesos entorno a la implementación del protocolo, impartida por el responsable de la aplicación de dicho documento. Será deber del profesional responsable en manejo de vida silvestre contar con los números de contacto en caso de emergencia, y facilitárselos a todos los miembros del equipo.

En los proyectos donde se cuente con la aprobación del protocolo de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre; la implementación de este es a lo largo de toda el área del proyecto (AP) y en cada frente de trabajo, no se aceptará obras sin presencia de responsables o personal capacitado para el rescate de fauna (se debe de tener el personal oficial a cargo).

La versión final del protocolo deberá ser presentada a la regencia ambiental, en caso de poseerla, para su revisión, observaciones y comentarios, así para proceder en su implementación. Este protocolo se deberá implementar en todo tipo de proyectos, aunque no posean viabilidad ambiental, para lo cual se deberá incorporar en los carteles de licitación. De igual forma, en cualquiera de los escenarios con motivo de transparencia, se le comunicará en el primer mes de proyecto, de manera informativa a la oficina del SINAC correspondiente al área de proyecto.

Capacitaciones

Dentro de las charlas de inducción y demás capacitaciones que se den al personal del proyecto se les hablará de la necesidad del respeto y cuidado de la fauna silvestre que pueda encontrarse en el AP, dándoles un enfoque en la protección e identificación de especies locales.

A los miembros de la cuadrilla de rescate, se les dará una capacitación más específica y constante por parte del profesional a cargo u otros actores invitados, sobre la captura y rescate, manejo de la fauna, legislación y primeros auxilios. Al personal que no forma parte de la cuadrilla, se le informará sobre el protocolo de acción en caso de tener interacción con fauna silvestre o que se identifique una amenaza relacionada con la fauna local. Este protocolo tendrá como objetivo principal que personas ajenas a la cuadrilla no tengan contacto con la fauna silvestre, y que comuniquen en el menor tiempo posible al profesional a cargo.

Se capacitará a todo el personal involucrado en las labores de corta y remoción de capa vegetal, específicamente operarios de maquinaria, sierreros y peones, que estarán en primera fila de interacción o avistamiento de fauna y flora durante las labores de la obra. El

operario de la excavadora o retroexcavadora es crucial, ya que tienen visión de un ángulo cercano al movimiento de la vegetación y son los que controlan la máquina, pudiéndose detener apenas observe un animal. Esto al igual del sierrero que manipula la motosierra, encargado de la corta del árbol.

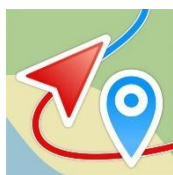
Se llevará registro de que todos los trabajadores de campo conozcan las pautas establecidas en el presente protocolo por medio de hojas de asistencia.

Se informará a los colaboradores sobre la política de prohibición de extracción de flora, cacería, pesca, comercialización y extracción de fauna silvestre en el área de proyecto y área de influencia, así como las sanciones referentes a estos casos.

Con el fin de facilitar el levantamiento de datos en campo, se capacitará a los trabajadores en el uso de las aplicaciones de colecta de datos georreferenciados, como Timestamp Camera, Geo Tracker y My Altitude.



Timestamp camera



Geo Tracker



My Altitude

Acciones prohibidas en el proyecto

- Se prohíbe la caza de cualquier especie silvestre que se encuentre en el proyecto. No podrá ser retirada, ni vendida y/o herida.
- Se prohíbe alimentar a la fauna silvestre que se encuentre en el AP.
- Se deberá dar aviso al encargado del proyecto cuando se encuentre fauna silvestre para que se proceda a activar el presente protocolo.
- Se prohíbe manipular, maltratar o matar cualquier animal que ingrese al área de proyecto, instalaciones u otras, se debe dar aviso inmediato al responsable del rescate.
- Se prohíbe sacrificar individuos.
- Se debe evitar que el derribo y tala de los árboles afecte la vegetación adyacente.
- Se debe eliminar únicamente la vegetación requerida para el desarrollo del proyecto.

Actividades para la protección y rescate de fauna

A continuación, se presentan las principales recomendaciones para minimizar el impacto y asegurar el rescate de la mayor parte de la fauna que pueda verse afectada

1. Se contará con un encargado, el cual tendrá a cargo la coordinación de las actividades en sitio, esta persona deberá ser un profesional en biología o manejo de vida silvestre y deberá tener experiencia comprobada en la manipulación de vida silvestre. La experiencia será comprobada de acuerdo con los atestados entregados al proceso de construcción y certificaciones revisadas por el contratista. La cantidad de encargados dependerá de los frentes de trabajo activos. El contratista deberá de velar, acorde con el plan de trabajo, cubrir todos los frentes de trabajo de manera que se cumpla fielmente con la implementación de este protocolo.
2. Previo al inicio de las obras se debe realizar una revisión de posibles centros de rescate en la periferia del área a intervenir, además realizar una notificación o contacto con las personas administradoras del centro de rescate con el fin de comunicarles sobre el inicio de las obras, manteniendo un canal de comunicación constante en caso de proceder a trasladar animales al centro seleccionado.
3. Se deben tener identificados los centros de potencial traslado, sitios de liberación y centros de rescate, previo al inicio del proyecto. Asimismo, se deben preparar los vehículos y equipos necesarios para realizar el transporte a los sitios de reubicación o al centro de rescate cuando se requiera.
4. La realización del rescate se ajustará al cronograma de intervención y corta en el área del proyecto.
5. Antes de la corta, limpieza o despeje de la vegetación se debe realizar el primer rescate de fauna. Con el objetivo de reducir la probabilidad de recolonización, este rescate debe realizarse antes a la intervención del equipo de corta.
6. Iniciar de forma paulatina la intervención de las áreas, mediante un recorrido y chapea manual en lugares clave que puedan tener presencia de fauna.
7. Previamente se estudiará la vegetación y el sustrato de los sitios donde se realizará el rescate para definir los sitios con potencial de hábitat.
8. Realizar un recorrido antes del inicio de la corta, con inspección visual exhaustiva de la vegetación a remover, con la finalidad de verificar la existencia de nidos con huevos o aves, crías de mamíferos, mamíferos, reptiles o anfibios, que puedan ser afectados por las actividades propias del proyecto. Además, se consultará con la población local sobre la presencia de fauna en el sitio, para saber qué especies lo frecuentan y qué animales probablemente se vayan a encontrar y requerir rescate.
9. Identificar y valorar la presencia de madrigueras.
10. Para esta primera revisión se deben utilizar binoculares, foco, guantes de protección y gancho herpetológico, siempre buscando no utilizar las manos para mover vegetación o revisión de huecos para evitar una mordedura o picadura.

11. De encontrarse el árbol cercano de otros árboles que pueden ser derribados o maltratados por la caída del árbol en cuestión, es necesario realizar una inspección de aquellos otros para verificar la no existencia de fauna.
12. En caso de observar fauna en la vegetación a remover, valorar si la misma puede solo ser ahuyentada sin maltrato o si requiere del rescate.
13. Durante la corta, limpieza o despeje de vegetación se debe realizar el segundo rescate. Se debe realizar un recorrido, en el que se verifique la presencia de fauna y se realice la captura de individuos.
14. En caso de que el equipo de sierreros cuente con escalador, el encargado del rescate se podría apoyar con él para revisión de nidos o cavidades donde se tenga duda de la presencia de individuos.
15. En este proceso de tala, limpieza y remoción de capa vegetal se recomienda el uso de excavadora o retroexcavadora (Backhoe), pero siempre se debe utilizar el cucharón o balde y se debe evitar usar del lampón o pala frontal, ya que esta última reduce la visibilidad del operar y el encargado del rescate, evita que la fauna de menor movilidad logre escapar por el efecto de arrastre de vegetación, tierra o material de escombros, esto generará un aumento en el porcentaje de mortalidad o lesión de fauna silvestre.



Figura 3. Diagrama de las partes principales de una retroexcavadora, arriba y partes de una excavadora, abajo.

Fuente: Gutiérrez, 2024.

16. El encargado del rescate y su cuadrilla deben posicionarse en una o dos zonas (dividirse) seguras donde el operario y el sierrero los puedan ver, sitio desde donde observen en todo momento algún animal o movimiento, en el momento que se detecte fauna se le avisará al operario o sierrero solicitando detener la maquina o asegurándose de que sea seguro su ingreso para realizar el rescate. Esta coordinación entre los diferentes equipos es muy importante para poder trabajar de forma segura y eficiente.
17. Durante la corta (inmediato a que el árbol caiga y la zona sea segura) y/o eliminación de vegetación, realizar una segunda inspección visual (acercarse al árbol derribado, rodearlo y mover ramas), dado que puede presentarse fauna que no fue observada en el recorrido previo. De hecho, este momento es donde se observará mayor cantidad de individuos, ya que los animales que estaban escondidos salen o quedan expuestos por la eliminación de la vegetación.
18. El traslado o transporte de todo individuo debe darse en transportadoras individuales o en cajas plásticas (según la especie, ver cada apartado) para evitar agresiones entre ellos. Las cajas plásticas deben cumplir con condiciones mínimas, tales como dimensiones y ventilación.
19. El presente protocolo no es exclusivo para procesos de corta de árboles o limpieza de vegetación, sino que debe utilizarse en cualquier otro proceso en el cual se realice actividad constructiva que ponga en riesgo la fauna silvestre, como, por ejemplo, trabajos en zonas inundadas, construcción de alcantarillas, puentes y cualquier otra obra que se ejecute en áreas ambientalmente frágiles.
20. Se debe mantener una bitácora de datos de manera digital. Para la fauna silvestre; elaborar un listado de cantidad y nombre de las especies rescatadas, estado de desarrollo y localización de los sitios (GPS), fecha de captura y relocalización. El registro de rescate y reubicación de vida silvestre se tomará en campo mediante fotografías con el uso de dispositivos móviles inteligentes para posteriormente proceder a digitalizar la información en la hoja de registro de forma diaria. En el Anexo 2 del presente protocolo se muestra una hoja de registro como guía para el control de las actividades de rescate de fauna silvestre.
21. Se debe elaborar un informe mensual que contenga los datos de rescate caracterizados en los Anexos 2 y 3, incluyendo fecha, información taxonómica, nombre común, estado de los organismos, coordenadas del sitio de rescate y reubicación y observaciones.

Prácticas de prevención y primeros auxilios

Prevención y primeros auxilios aplicados al personal de campo

Previo al proceso de intervención e inicio de obras constructivas se debe realizar una revisión de los centros de emergencia, clínicas, hospitales y sedes de bomberos más

cercanos al área de intervención, así como identificar los números telefónicos y ubicación exacta de estos sitios, para casos de emergencia.

Se debe recordar siempre que toda especie silvestre es potencialmente peligrosa y nunca debe ser tratada como animales domésticos. Se plantean las siguientes medidas para prevenir accidentes con la fauna local:

- Utilizar los equipos de protección necesarios durante todas las labores del proyecto (botas, guantes de cuero, focos, ganchos y pinza herpetológico, entre otros, ver cada apartado).
- Asegurarse el sitio de colocación de las manos (ramas, hoyos, grietas, entre otros) en relación con la posible ubicación de especies peligrosas.
- Toda la cuadrilla de rescate debe contar con ganchos para mover ramas, vegetación, revisar cavidades (cuevas) no utilizar las manos para esto.
- Utilizar equipo de protección para el levantamiento de los residuos vegetales.
- Guardar distancia con cualquier organismo desconocido.
- Hacerse acompañar al desarrollar las labores anteriores, para advertir situaciones de emergencia.
- Poseer en el frente de trabajo equipo de primeros auxilios y personal capacitado para utilizarlo.
- No intentar manipular a ningún animal si no se cuenta con el entrenamiento adecuado.

Es poco común encontrar en el AP animales que puedan representar un riesgo importante para los trabajadores, o que puedan morder, sin embargo, en caso de presentarse alguna mordedura o ataque de algún animal silvestre se recomienda seguir las siguientes pautas:

- Contar con personal capacitado en primeros auxilios.
- Mantener la calma e informar a los compañeros cercanos para que a su vez se informe al responsable del proyecto.
- Poner al paciente en reposo.
- Lavar la herida con agua y jabón.
- Inmovilizar la extremidad mordida.
- No hacer torniquetes.
- No administrar bebidas alcohólicas ni ningún medicamento en la herida o suministrado al paciente. Esperar que llegue el personal capacitado para atenderlo.
- No intentar extraer veneno con la boca o haciendo presión.
- No hacer incisiones.
- Trasladar el paciente a la clínica u hospital más cercano con capacidad de atender la emergencia.
- De presentar sangrado colocar apósitos para disminuir la pérdida de sangre y trasladar de inmediato.

Valoración y primeros auxilios aplicados a la fauna silvestre

Antes de implementar cualquier tipo de asistencia médica a la fauna silvestre se debe generar un proceso de valoración que depende de las circunstancias del proyecto y del tipo de fauna a la cual se le está aplicando el protocolo de rescate y reubicación. De manera general, se recomienda evitar situaciones de riesgo siguiendo los pasos descritos en el apartado de Actividades para la protección y rescate de fauna, sin embargo, en los casos en que sea inevitable cualquier tipo de evento o accidente, se desarrolla el proceso de valoración de los ejemplares que cuenten con alguna condición en específico.

Se debe tomar en cuenta que existen ejemplares que no requieren de intervención por parte del personal capacitado para brindar primeros auxilios; en los casos en que se identifiquen heridas o condiciones propias del ciclo de vida de los animales o eventos de depredación no se debe intervenir. Únicamente se intervendrá en los casos que se derivan de actividades de origen antropogénico, así como las consecuencias de actividades de labores constructivas del proyecto.

Con el fin de contribuir a la toma de decisiones para la valoración de fauna silvestre, se toma en consideración la categorización de peligrosidad de animales silvestres, según la Amortegui *et al.* (2019), se presenta de la siguiente manera:

- Riesgo alto: Animales que pueden causar la muerte del ser humano. Por lo general, son animales grandes, agresivos, tóxicos o que poseen mucha fuerza.
- Riesgo moderado: Animales que pueden generar heridas incapacitantes, como la mutilación de alguna parte corporal, pero no la muerte inmediata.
- Riesgo leve: Animales que pueden generar heridas superficiales, pero no incapacitantes o reversibles.
- Riesgo bajo: Animales con bajo potencial de generar daño físico.

De igual forma, se debe prestar atención a ciertos síntomas visuales en caso de animales enfermos, por ejemplo, secreciones en ojos, nariz o boca, movimientos aletargados, entre otros. En el momento que detectemos un animal enfermo se debe resguardar la protección de la persona que manipula, utilizando equipo de protección como guantes de nitrilo, lentes de seguridad y cubrebocas. Al mismo tiempo se debe desinfectar todo el equipo utilizado, para evitar pasar enfermedades a otros individuos que capturemos.

Disposición de animales que fallezcan durante la intervención.

Este protocolo plantea medidas para evitar al máximo que esto ocurra, pero debido a la naturaleza de las obras y las características de la maquinaria y equipo presentes en el AP, es posible que algún organismo muera durante las obras, o durante el proceso de rescate. En caso de presentarse este escenario, deben tenerse claras las pautas de manejo para evitar

potenciales riesgos asociados a zoonosis o a interacciones negativas con el cuerpo del animal.

Antes de iniciar las obras, deberá contarse con una zona designada para disponer de algún animal que falleciera en el proceso. Para disponer del cuerpo, es indispensable que las personas involucradas estén utilizando todo el equipo de protección de manera apropiada, incluyendo guantes y cubrebocas, para evitar cualquier vectorización viral o bacteriana.

El animal deberá ser enterrado en una fosa de al menos 1 m de profundidad, y se deberá levantar un registro del sitio empleado, la especie del animal, etapa de desarrollo, número de individuos enterrados, fecha e indicar la causa de muerte, si se conoce. Idealmente, el cuerpo debe envolverse con una o dos bolsas de tela, según el tamaño del animal.

El sitio debe ser de difícil acceso para carroñeros, y debe estar ubicado al menos a 50 m de ríos o quebradas.

En caso de que la especie sea poco común, que posea algún valor para efectos de investigación o algún grado de vulnerabilidad, el responsable del rescate debe notificar a SINAC y esperar indicaciones para el manejo del cuerpo del animal.

Disposiciones generales para primeros auxilios a fauna silvestre

De forma a general los pasos a seguir para procesos de intervención de fauna silvestre herida o bajo alguna condición de fracturas, contusiones, hemorragia, o estrés térmico se sistematizan de la siguiente manera, según recomendaciones de la veterinaria experta Isabel Hagnauer

- Utilizar siempre el equipo de protección mínimo para la manipulación de fauna silvestre. Los guantes de látex, vinilo o nitrilo siempre y cuando se entre en contacto con el animal, sus fluidos u objetos que han estado en contacto con él.
 - ✓ Tapabocas o mascarillas, protege el aparato respiratorio de las personas y evita contaminación de heridas abiertas en los animales por saliva, además se debe utilizar siempre que una persona se encuentre con algún tipo de enfermedad viral, respiratorio o gastrointestinal para evitar procesos de antropozoonosis. Lo anterior aplica en los casos en que el personal de campo se encuentre enfermo, pero en condiciones de trabajar por determinación de un médico. El uso de mascarilla es muy importante ya que se tiene registro de antropozoonosis en varias especies de animales, entre estos venados, primates, murciélagos y mustélidos de COVID por transmisión humana.
 - ✓ Las gafas o lentes de seguridad se deben utilizar para proteger los ojos de sustancias que pueden ser irritantes u objetos traumáticos (ejemplo el pico de aves).

- ✓ Utilizar calzado cerrado y adecuado, con protección prioritariamente de cuero y con punta cerrada, así como pantalón largo y mangas con el fin de exponerse lo menos posible ante cualquier eventualidad.
 - ✓ Se deben mantener siempre limpias las manos y los utensilios para manipular y atender fauna silvestre, si se utilizan deben ser lavados y desinfectados antes de pasar a otro animal. El proceso de lavado se debe dar con abundante agua y jabón y luego aplicar un desinfectante en espray tipo Virkon (desinfectante de amplio espectro de grado veterinario) u otro con un rango de acción antibacteriana, antiviral, entre otros; y dejar secar el desinfectante para que se impregne las herramientas o manos.
- Los animales que cuenten con fracturas, contusiones, hemorragia, o estrés térmico, que no responden a estímulos deben ser aislados en un lugar seguro y fresco, separados en transportadoras individuales, manteniéndolos hidratados lo mejor posible con la aplicación de sueros.
 - En heridas de importancia se puede identificar en mamíferos un trauma craneal, observando las pupilas de estos y revisando que sean del mismo tamaño, por lo general cuando se encuentran de distinto tamaño esto podría dar indicio de un trauma craneoencefálico.
 - Para el caso de heridas externas, se recomienda el lavado con abundante agua limpia y de ser necesario la aplicación de jabón de clorhexidina.
 - Posteriormente, se pueden aplicar cicatrizantes en espray con sustancia activa con aluminio, utilizada en animales domésticos como el caso del Aluspray, como tratamiento coadyuvante de la cicatrización de heridas externas de cualquier naturaleza y protector de los tejidos contra la suciedad e insectos. Se recomienda mantener a los animales en observación durante 12 horas y contactar al centro de rescate o médico veterinario previamente identificado en las inmediaciones del proyecto o del sitio más cercano, para monitorear y valorar si requiere la movilización a un centro especializado.
 - La liberación de animales posterior a su observación y recuperación debe llevarse en sitios seguros fuera de las inclemencias del tiempo y darle monitoreo para revisar su evolución.

Traslado y sitios de reubicación de especies

Se deberá especificar los detalles de sitios para el traslado de especies capturadas, forma de almacenamiento y procedimiento para la entrega y rescate final de la fauna mediante la presentación de un plan operativo del tema.

- En el caso de ejemplares que presenten alguna condición física o individuos juveniles abandonados, que amerite su traslado a un centro de rescate para la intervención de un profesional en medicina veterinaria o algún proceso de recuperación, se determinará bajo criterio del profesional responsable de la aplicación del presente protocolo. Se debe identificar el centro de rescate más cercano para la atención de fauna silvestre, verificar

la capacidad de atención del sitio, debe contar con una clínica veterinaria y zona de cuarentena.

- En cuanto a forma de almacenamiento, procesos de entrega y rescate de la fauna para su liberación en el sitio definido; se especifica en el apartado *Actividades para la protección y rescate de fauna* el proceso a llevar a cabo según el grupo de fauna al que pertenecen los ejemplares rescatados. De esta forma, se detallan los pasos a seguir en el caso de aves, abejas, mamíferos, herpetofauna y peces.
- Para el proceso de traslado de fauna silvestre se debe tomar en consideración las especificaciones de transporte detalladas para cada grupo en el apartado *Actividades para la protección y rescate de fauna*. Previamente al proceso de traslado se debe coordinar con las personas encargadas del centro de rescate para asegurar que puedan recibir al animal, además se debe solicitar el comprobante de entrega respectivo al centro de rescate indicando la hora, fecha, especie, condición del animal y el nombre tanto de la persona que entrega como la que recibe el ejemplar. Se recomienda mantener un registro fotográfico de este proceso como respaldo.

El plan de rescate de fauna debe ajustar los equipos e instalaciones, según las especies detectadas en la zona de aplicación del protocolo. Los detalles específicos del plan deben ser definidos por el ejecutor del plan, antes del inicio de la obra y debe incluir al menos esos requerimientos:

- Responsable de los rescates, debe ser un profesional en biología, ciencias biológicas, recursos naturales y/o manejo de vida silvestre, con experiencia en rescate de fauna silvestre. La experiencia será comprobada de acuerdo con los atestados entregados al proceso de construcción y certificaciones revisadas por el contratista. El profesional responsable contará con una cuadrilla a cargo y se deberá valorar según frentes de trabajo cuantos especialistas en rescate y cuadrillas se requieren. Se debe contar con una cuadrilla por frente de trabajo, compuesta del profesional responsable del protocolo y tres asistentes capacitados como mínimo. En el caso de personal que forme parte de la cuadrilla de rescate, se recomienda que cuenten con experiencia en el manejo, rescate y reubicación de fauna y flora silvestre, asimismo es indispensable que cuenten con la capacitación sobre técnicas y procesos entorno a la implementación del protocolo, impartida por el responsable de la aplicación de dicho documento,
- Plan de captura y liberación. Comprende un proceso paralelo al Protocolo de corta de árboles, por lo que el Plan de captura y rescate se genera en las zonas a intervenir con procesos de corta u otra actividad constructiva que ponga en riesgo a la fauna silvestre. De esta manera, el Plan consiste en la aplicación del Protocolo de rescate de fauna y flora menor con los procesos de inspección y rescate antes de la corta de árboles, durante la corta, y posterior a esta. Una vez se tengan individuos rescatados estos serán reubicados a la brevedad posible, procurando que permanezcan en las cajas por periodos no mayores a 3 horas.

- El sitio de liberación de la fauna tiene que cumplir con una serie de características de idoneidad para poder ser tomado en cuenta. La zona debe estar a corta distancia del AP, de manera tal que no sea necesario realizar un traslado demandante en tiempo y distancia. Además, debe contar con condiciones similares a las del hábitat natural de las especies por liberar. Debe estar retirado de carreteras o infraestructuras que puedan interferir con los procesos de vida de los animales, y siempre que sea posible, debe estar lejos de viviendas. Debe tener conectividad con zonas boscosas o áreas protegidas que permitan el libre desplazamiento de las especies. Además, dependiendo del hábito de los organismos, pueden priorizarse los sitios según su distancia a quebradas o cuerpos de agua. El área de la zona inmediata de liberación tiene que ser suficientemente amplia como para que los animales liberados puedan desplazarse cómodamente desde el momento de su liberación. Debe contar con espacios para que las especies que lo requieran se puedan guarecer, como árboles suficientes y materia orgánica con la que las especies fosoriales se puedan cubrir. Antes de realizar la liberación, debe inspeccionarse el sitio, y conocer la composición faunística presente, para garantizar que no haya animales que puedan depredar las especies inmediatamente después de su liberación, y que las especies liberadas no vayan a causar impactos negativos a las especies de la zona. Debe procurarse que el sitio no sea empleado para actividades ilegales como la cacería, minería o la tala ilegal. La zona de liberación no debe ser vulnerable a incendios, no debe tener basura ni tampoco debe tener impactos por actividades que generen contaminación de ningún tipo. Se debe revisar que el punto de liberación no vaya a ser intervenido próximamente para el desarrollo de obras de infraestructura o la construcción de inmuebles. También se debe tomar en cuenta la seguridad del sitio respecto a eventos climáticos, principalmente inundaciones, terraplenes y derrumbes. Debe evitarse emplear como sitio de liberación el hábitat de especies microendémicas,
- La liberación se debe efectuar únicamente por los profesionales en manejo de vida silvestre y sus ayudantes, y estas se deben realizar sin terceros presentes, que puedan atentar contra la integridad de las especies liberadas.
- Para las especies que puedan significar un riesgo para la vida o integridad humana debe coordinarse con SINAC para encontrar el sitio y momento ideal para liberarlos de manera segura.
- Idealmente se debe planificar la hora de liberación para que no coincida con las horas de mayor calor durante el día, o con condiciones adversas para la vida silvestre.
- Las especies gregarias se deben liberar en grupo, y aquellas especies que tengan un comportamiento territorial, o que puedan responder de manera hostil con sus pares, deben liberarse con suficiente distancia entre los individuos de manera tal que puedan irse de manera segura.
- Ficha de chequeo y control de especies capturadas y su estado.
- Definición de estrategia a seguir con crías abandonadas. Se especifica en el apartado *Actividades para la protección y rescate de fauna* el proceso a llevar a cabo según el grupo de fauna al que pertenecen las crías abandonadas.

- Cuadrilla en campo y tareas en las que deberán estar destacados en el sitio.

El contratista deberá mantener en el área del proyecto y en cada frente de trabajo, el equipo necesario para rescate y traslado de animales, el cual se detalla en el Anexo 4 del presente documento.

PROTOCOLO PARA EL RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

Grupo aves

Las aves son un grupo faunístico de alto valor ecosistémico que frecuentemente se ve afectado por actividades humanas tales como el desarrollo de infraestructura vial (Benítez-López *et al.*, 2010). Debido a su gran capacidad de dispersión, y a la posición geográfica de Costa Rica, existe una alta probabilidad de encontrar aves o sus nidos dentro de los sitios donde se desarrollan proyectos de obra pública y de construcción en general (Faggi & Caula, 2017). Esta sección aspira a sentar las bases para mejorar los procesos de rescate de avifauna en obras de infraestructura vial, y para ello, se integraron recomendaciones del experto en el grupo Ernesto Carman.

Para mitigar el impacto ecosistémico de los proyectos de construcción, se deben tomar algunas medidas para el resguardo de la avifauna. El primer punto debe ser planificar un análisis previo de las potenciales especies que existan en el sitio para desarrollar y ejecutar acciones que minimicen los posibles impactos por actividades humanas sobre ellas. Teniendo en cuenta qué especies se pueden encontrar en el AP y en los sitios aledaños, se debe hacer una inspección detallada del sitio con apoyo del profesional encargado, determinar qué otras especies pueden estar presentes en el sitio durante la ejecución de la totalidad de la obra. Deben tomarse en cuenta tanto las especies residentes como las migratorias y sus principales atrayentes a la zona.

Por lo general, las aves volarán con el sonido de la maquinaria, por lo que se debe evitar iniciar las obras en puntos específicos que podrían generar que las aves vuelen en dirección a carreteras de alto tránsito o sitios de alto riesgo. Aunque es difícil proyectar estos comportamientos, algunas acciones como evitar la formación de espejos de agua, y monitorear que no se generen microhábitats que inviten a las aves a ubicarse en ellos, generando inconvenientes de manejo en el futuro.

Durante la intervención del sitio, se deben emplear binoculares o cámaras equipadas con lentes de largo alcance para realizar identificaciones de las especies de manera efectiva, previo a la corta de árboles. Si se detectan nidos, es necesario verificar si están en uso.

En caso de que se realice la revisión previa y se tenga duda de alguna cavidad o rama, se puede utilizar el balde o cucharón de la excavadora o retroexcavadora para golpear

suavemente el árbol esperando alguna señal de presencia de aves. Con esto podríamos ahuyentar o verificar presencia de nidos activos.

Rescate de aves

- En caso de encontrar un ave herida, se deberá informar al responsable de la aplicación del protocolo, y se realizará su rescate, observando todas las medidas de seguridad a disposición, con el equipo de protección que se ajustará según la especie con la que se esté trabajando, y se manipulará el ave durante el tiempo mínimo posible para evitar generar efectos disruptivos a nivel conductual y potenciales impactos negativos a su salud.
- El uso de bolsas de tela puede ser de gran ayuda para transportes cortos, que limitan los estímulos visuales y que disminuye los riesgos de potenciales lesiones a las aves desde el AP y hasta el vehículo. Asimismo, para especies de mayor tamaño se usarán transportadoras para su traslado. Las bolsas de tela deberán emplearse de manera individual y deberán guindarse, de forma que no se puedan golpear las aves pero que no queden aglutinadas en el suelo o piso del carro.
- El traslado deberá realizarse empleando una transportadora apropiada a las dimensiones y necesidades del animal, a donde corresponda según el criterio del responsable. El dispositivo para transporte del ave debe estar asegurado de manera firme en el vehículo y debe estar totalmente cubierto, de manera tal que no le ingrese luz pero que tenga ventilación, y se minimicen los estímulos que puedan alterar el ave, o causar que se deteriore su salud de alguna manera. Si se encontraran varios individuos heridos, deberá valorarse utilizar transportadores o bolsas individuales, para evitar que se lastimen entre sí.

Mantenimiento de los pichones y atención a nidos:

- Cuando se detecten pichones en un nido dentro del área a intervenir, la prioridad será resguardar su vida y su salud. El mejor escenario siempre será que se pueda esperar a que los pichones abandonen el nido por sus propios medios, realizando intervenciones en otros sitios. En caso de requerir el avance de la obra de manera inmediata, en el sitio donde están los pichones, y estos no sean capaces de desplazarse por sí solos, se deberá informar al responsable de aplicación de este protocolo, para que se proceda con su rescate y traslado.
- Si hay un nido habitado, se solicita informar del hallazgo al responsable de aplicación de este protocolo. En caso de tener pichones proceder con el rescate y reubicación en otro árbol cercano fuera del área de intervención, en caso de ser huevos verificar si se puede demorar la reubicación del nido, debido a que el nivel de éxito es mínimo, hay una probabilidad muy alta que los padres lo abandonarán el nido.
- Para estos trabajos se debe de valorar la contratación de una grúa especializada para trabajos en altura, o bien, contratar personal calificado para trabajos en alturas,

como escaladores (en algunos casos los sierreros cuentan con personal especializado para estas labores).

- Si se requiere el traslado de un nido, se deberá mover con delicadeza a un área cercana (a la par), procurando que los padres de los pichones se encuentren cerca del lugar. Cuando se traslade el nido, este debe ser colocado a la sombra en un lugar seguro. El nido reubicado deberá tener un aspecto, ubicación y orientación lo más similar posible a las condiciones originales para que sea exitosamente asimilado por los padres. En todo momento debe estar una persona vigilando los pichones, para evitar la presencia de depredadores y verificar si los padres logran localizar los pichones. Si al finalizar el día, los padres no se acercaron a los pichones, se deberán trasladar a un centro de rescate. Los pichones deben permanecer en un lugar fresco y ventilado, de ser necesario se alimentarán, para lo cual será necesario conocer la ecología de la especie para determinar el grupo trófico al que pertenecen.
- Se deberá realizar la identificación de los pichones, tras ubicarlos en un lugar fresco y ventilado, para saber cómo se deben satisfacer sus necesidades en el lapso previo a su entrega al centro de rescate.
- En caso de tratarse de especies que anidan en cavidades (ej: lechuzas, búhos, carpinteros, lapas, loras o pericos), debe priorizarse que terminen el tiempo de anidación de manera satisfactoria, pues estos presentan una vulnerabilidad mayor que otras especies por tener restricciones de anidación y requerir espacios muy específicos que tienen una menor probabilidad de ser sustituidos de manera exitosa. Se recomienda que, en caso de tener que cortar un árbol que hubiese sido usado como sitio de anidación, o que tenga indicios de haber albergado un nido en la cavidad, se coloque en la zona un cajón artificial para que las especies puedan utilizarlo.



Figura 4. Proceso de revisión de ramas de árboles y nidos de aves por escalador previo a corta.

Fuente: Gutiérrez, 2024; Gutiérrez, 2023.



Figura 5. Proceso de revisión, valoración y monitoreo de nido de lechuza (familia Tytonidae), para esperar a que los pichones abandonen el nido por sus propios medios.

Fuente: Gutiérrez, 2021.



Figura 6. Valoración y reubicación de nido de carpintero (familia Picidae), mediante escalada durante proceso de tala. Fuente: Gutiérrez, 2024.



Figura 7. Valoración, revisión y monitoreo de anidación en cavidad en el suelo (familia Momotidae). Se espera a que los pichones abandonaran el nido para la intervención del sitio. Fuente: Gutiérrez, 2021.

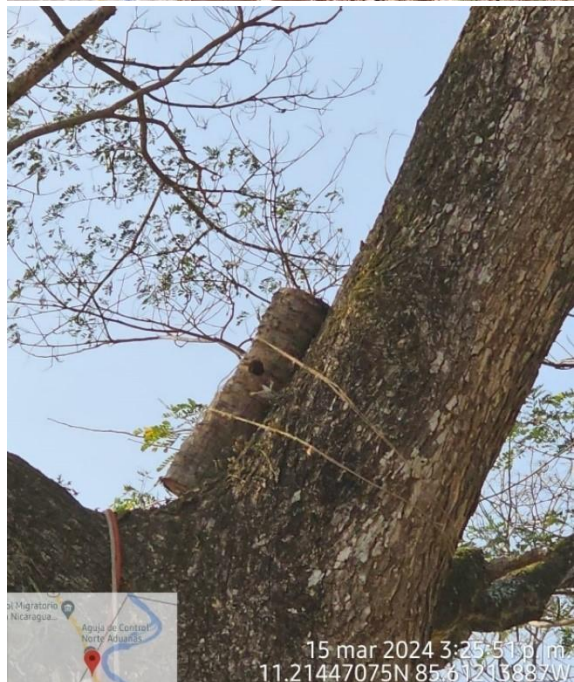


Figura 8. Rescate y reubicación de nido con huevos (familia Picidae). Se recomienda siempre trasladarlo en la misma dirección en la que se encontró. Fuente: Gutiérrez, 2024.

Grupo fauna acuática

Para el caso del rescate de fauna acuática se genera un proceso previo de revisión y rescate antes de la intervención de cuerpos de agua, pozas o relictos de agua dulce o salobre y que no cuenten con una salida natural hacia otro cuerpo de agua. Además, se genera la aplicación del protocolo durante el ingreso de maquinaria, se debe procurar trabajar en seco, sin afectar cauces de dominio público tratando de operar desde la orilla del cuerpo de agua o haciendo islas de trabajo, o bien, haciendo canales donde se mantenga un flujo constante para realizar trabajos en seco.

La fauna acuática involucra principalmente a las especies de ictiofauna (peces), aunque en cuerpos de agua también se podría aplicar el rescate de distintos crustáceos como los camarones, e incluso reptiles que se encuentren vinculados a este tipo de ambientes. Es importante revisar no solo cuerpos de agua que cuenten con una visibilidad alta a través de la columna de agua, sino también zonas inundables, charcos de lodos o sectores donde potencialmente podría albergarse fauna acuática dentro de la zona a intervenir. En el presente protocolo se integran criterios del experto en peces Jorge San Gil, al que se entrevistó para enriquecer la información contenida en este documento.

Rescate y reubicación de fauna acuática

- Previo al proceso de intervención se realiza una revisión exhaustiva de los distintos ecosistemas donde podría alojarse la fauna acuática. Se recomienda realizar un primer rescate de especímenes de mayor talla con ayuda de atarrayas para capturar tanto peces como camarones u otros animales de tamaño considerable y así ser reubicados en el menor tiempo posible. Se recomienda el uso de atarrayas de 2.60 m de alto que abre 4.5 m, de calibre 0.30 de hilo de monofilamento de luz de malla de 1/2" (Herrera 2014). En caso de ser necesario (el profesional encargado lo debe verificar previo al inicio del proyecto), se puede utilizar un kayak o bote estable que permita realizar el rescate desde este, para su utilización en lagunas o espejos de agua que no permitan el desarrollo de esta técnica en toda su área desde la orilla.
- Posterior a la primera fase de rescate, se recomienda reducir el espejo de agua con ayuda de bombas, drenando un porcentaje de la superficie del espejo de agua y utilizando filtros en la boca de la bomba de un haz de luz menor al tamaño de la fauna acuática presente, por ejemplo, peces pequeños como algunos Poecilidos de menos de un 1 cm de largo. La idea es evitar que la fauna acuática de menor talla sea succionada por la bomba, el espejo de agua no debe ser drenado en su totalidad. En este punto el rescate se puede realizar con redes de pesca de inmersión manual (Dip Net), chinchorros y cachadores, todos los equipos de rescate deben de estar limpios e hidratados con agua limpia del mismo sitio de rescate para evitar que los peces se adhieran a la superficie de las redes. Una vez bombeado el agua en su totalidad, se debe hacer una revisión manual en el sustrato de lodo para rescatar las especies que se encuentren en el lugar.

- En el caso de que no sea posible o necesario bombear toda el agua del sitio a intervenir o se trate de una quebrada o río de mayor tamaño, se aplican las mismas fases de rescate empezando con ejemplares de mayor talla y luego los pequeños, tratando de capturar y reubicar la mayor cantidad de biomasa en el menor tiempo posible.
- En cuanto a los contenedores y traslado de fauna acuática; en primer lugar, se recomienda separar peces de camarones y manejarlos en contenedores separados, luego diferenciar las tallas de peces y agruparlos en un mismo contenedor según su tamaño para evitar procesos de depredación. Los peces de mayor talla deben ser almacenados en agua limpia proveniente de la misma zona de captura, se pueden utilizar baldes o cajas con tapa, de ser posible con aireadores portátiles (con baterías), procurar dejar un espacio y cantidad de agua considerable para cada grupo de peces. Se debe realizar el traslado en el menor tiempo posible, tomando en cuenta la temperatura, evitar el choque térmico para lo cual se recomienda contar con un termómetro o instrumento de medición que permita medir la temperatura del sitio de captura y de reubicación, en caso de que sea muy diferente debe desarrollarse un proceso de aclimatación para evitar la muerte de los ejemplares a la hora de ser reubicados.
- Para el caso de peces o camarones de menor talla, si el traslado se desarrolla en una corta distancia (100-200m de la zona de rescate) y de forma de inmediata, se puede aplicar el traslado en baldes con aireadores, sin embargo, cuando son distancias mayores y periodos más amplios se recomienda la utilización de bolsas plásticas cerradas. Este tipo de contenedores produce una burbuja de aire y agua, que permite recuperar el oxígeno disuelto en el agua, que se encuentra disponible en el contenedor de una forma paulatina, conforme se gasta el oxígeno en el agua por procesos propios del ciclo de respiración de los peces; se disuelve el oxígeno disponible, lo que evita que la química del agua se altere de una forma extremadamente rápida. Además, se recomienda contener entre 20-30 ejemplares por bolsa para peces pequeños, por ejemplo, olominas de aproximadamente 1 cm de largo. Si es necesario el transporte de bolsas en vehículos, se recomienda contener las bolsas en cajas de plástico con tapa y evitar que se revuelva el agua en la medida de lo posible, agrupando las bolsas y movilizándose de manera cautelosa.
- En ambos casos de traslado se debe realizar la reubicación en el menor tiempo posible, evitando el roce de los ejemplares con las manos y herramientas lo máximo posible, para evitar dañarlos. Es importante tomar en cuenta que los peces liberan amonio y en procesos de estrés como el rescate, si se agrupan en grandes cantidades dentro de un solo contenedor, estos podrían intoxicarse.
- Para el proceso de liberación tanto de ejemplares de mayor talla como individuos pequeños se debe generar un periodo de aclimatación, que consiste en homogenizar la temperatura del agua del contenedor donde se encuentran los ejemplares a la temperatura del sitio de liberación. La aclimatación se lleva a cabo entre 15 a 30 minutos, en el caso de bolsas estas se deben colocar dentro del cuerpo de agua receptor

para que la temperatura se iguale y una vez pasado el periodo definido, se abran las bolsas para que se liberen los peces (Dodd, 2024). Para el caso de baldes o cajas se puede agregar poco a poco agua del cuerpo receptor a los contenedores para ir acostumbrando a los peces y camarones a las condiciones del sitio de liberación, este proceso debe ser paulatino. Es importante que el pH de ambos sitios se encuentre similar, así como las condiciones de ambos ecosistemas en el sentido de no reubicar peces y camarones en sitios con corrientes de velocidades altas, ya que sufrirán un proceso de estrés, por lo que se recomiendan pozas o aguas calmas y sitios con refugio como troncos o piedras sumergidos, para evitar la depredación.

- En todo momento se deben mantener los contenedores y utensilios de rescate limpios, así como utilizar guantes que no dañen a los peces y que protejan a los trabajadores. No se debe reutilizar el agua donde ya han sido contenidos peces, se debe reemplazar por agua limpia proveniente de la zona de rescate, ya que pudo haberse generado acumulación de amonio y esto aumentaría la tasa de mortalidad.
- Para el registro de rescate de fauna acuática se cuentan los ejemplares, en caso de ser muchos (cientos o miles de peces o camarones), se estiman las cantidades con el fin de no interrumpir el proceso de rescate y reubicación, ya que son especies sensibles, y mientras menor manipulación y periodo de estrés exista durante este proceso, mayor va a ser el éxito de rescate. Además, se toma registro fotográfico, ubicación georreferenciada y especie al menor nivel taxonómico posible. Se recomienda utilizar el libro *Peces de las aguas continentales de Costa Rica* (Bussing, 2002), como referencia y el artículo *New records and range extensions to the Costa Rican freshwater fish fauna, with an updated checklist*, (Angulo, 2021), para nomenclatura actualizada.



Figura 9. Rescate de peces con chinchorro previo a proceso de intervención. Fuente: Gutiérrez, 2023.



Figura 10. Rescate de peces con chinchorro y redes en espejos de agua. Fuente: Gutiérrez, 2023.



Figura 11. Rescate de fauna acuática con chinchorro y redes, separación de ejemplares. Fuente: Gutiérrez, 2023.

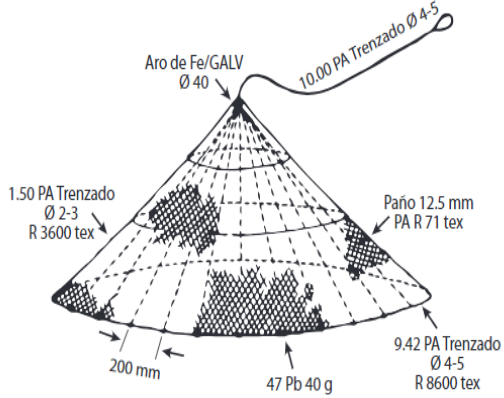


Figura 12. Atarraya con rangos de medidas más utilizado en América Latina y uso de atarraya para captura de fauna acuática. Fuente: Herrera, 2014; Gutiérrez, 2024.



Figura 13. Peces capturados en baldes y cajas plásticas. Fuente: Gutiérrez, 2024.



Figura 14. Proceso de aclimatación y liberación de peces de talla mayor, róbalos en Colombia. Fuente: Polonía, *et al.*, 2017.

Grupo mamíferos

El proceso de rescate y reubicación de mamíferos se lleva a cabo en varios momentos dentro de la fase de construcción; se genera una revisión intensiva previa de cobertura vegetal a intervenir en donde se buscan y rescatan ejemplares visualizados, así como los individuos que se logran identificar en zonas como madrigueras y otros refugios. Durante este proceso se emplean técnicas como la observación con binoculares para revisión de dosel o escalada para validación de nidos y crías. Una vez movilizada la maquinaria para la intervención se intenta ahuyentar a la mayor cantidad de ejemplares con el fin de evitar una afectación a la integridad de los mamíferos, posterior a la corta se revisan los árboles y troncos en el suelo para rescatar cualquier individuo que no logró huir o que no fue identificado previo a la intervención.

Los mamíferos terrestres cuentan con una serie de características a considerar que influyen en la selección de técnicas para el rescate y reubicación de este tipo de fauna, estos animales son vertebrados endotérmicos; es decir con la capacidad de generar calor para mantener su sangre caliente. Además, presentan una alta variedad de dietas, poseen pelo, glándulas lactógenas y distintos hábitos de desplazamiento ya que los hay arborícolas, saltatoriales, voladores, entre otros (Mora, 2000).

En este apartado se centran técnicas de rescate y reubicación de mamíferos terrestres que se movilizan a nivel del suelo y son arborícolas, por lo que se excluyen a los mamíferos voladores, como lo son los murciélagos. Se entrevistó al experto en el grupo Francisco Durán Alvarado, y se integraron sus criterios en este protocolo.

- En primera instancia se reitera el uso de equipo de seguridad general mencionado anteriormente, sin embargo, para casos especiales de mamíferos se recomiendan aspectos adicionales como el uso de caretas, ponchos contra lluvia y lentes de seguridad para manipular o relocalizar animales como los zorrillos hediondos, ya que la orina puede ser irritante para la piel y ojos en personas. Además, se recomienda utilizar mascarilla y guantes de látex o nitrilo con el fin de evitar antropozoonosis o algún intercambio de fluidos entre animales y personas.
- De ser posible dos semanas antes del proceso de intervención, se recomienda realizar un trapeo piloto de ejemplares en el sector a intervenir con el fin de reducir la cantidad de individuos, así rescatarlos y reubicarlos evitando daños por efecto de corta de árboles y movimientos de tierra. Se recomienda emplear trampas tipo Tomahawk y Sherman sumado a la utilización de cebos para atraer a los animales, contenerlos y reubicarlos fuera del área a intervenir. Las trampas deberán ubicarse en sitios probables de paso de los mamíferos, e idealmente se deben reubicar frecuentemente para maximizar la probabilidad de captura de mamíferos. Además, deberán ser revisadas con regularidad, y se debe verificar que los cebos se encuentren en buen estado, libres de hormigas y que sean seguros para que los mamíferos los puedan ingerir. Por lo general, los cebos

olorosos funcionan bien para un espectro grande de mamíferos, para algunos carnívoros pueden emplearse cebos para atraerlos, como latas de atún o carnes secas (orejas de cerdo). En el caso de mamíferos frugívoros u omnívoros, se pueden utilizar frutas mezcladas con esencias de vainilla, siendo estos bastante efectivos. Este paso es un escenario ideal que reduce la tasa de mortalidad y daño a mamíferos dentro de la zona a intervenir, sin embargo, se entiende que, por factibilidad del avance del proceso constructivo, se deja como un proceso opcional a aplicar conforme avance de los frentes de trabajo y disponibilidad para atender zonas sin intervención por personal calificado.

- Previo a la intervención se debe realizar un análisis del sitio, mediante el cual se determinen posibles riesgos y se identifiquen aspectos para la realización eficiente de las capturas, las especies encontradas deben rescatarse y liberarse en su totalidad en el menor tiempo posible.
- En caso de localizar fauna terrestre, probablemente los mismos huirán si se encuentran en buenas condiciones, por lo que simplemente se debe esperar a que estos se alejen para proceder con la tala, limpieza, remoción y/o despeje de la vegetación.
- Los mamíferos que no tienen la capacidad de huir y que se podrían ver afectados por el avance inminente de las obras, se capturarán manualmente y serán colocados en transportadoras o en cajas de madera para ser transportados. Si se encuentran animales heridos, de igual forma se deberá informar al responsable de aplicación de este protocolo, para proceder al rescate y traslado a la organización más cercana de rescate de fauna. En los casos necesarios por tratarse de especies vulnerables o peligrosas el traslado lo debe realizar profesionales con experiencia en rescate animal.
- En caso de mamíferos con movilidad reducida como el caso de osos perezosos, se debe atender a los ejemplares y reubicarlos, teniendo en cuenta un adecuado manejo de los mismo y el equipo de seguridad del personal.
- También se deben valorar casos especiales donde los animales no huyen, sino que se esconden en madrigueras o refugios como troncos huecos, al percibir la alteración de la maquinaria en movimiento. Para el caso de madrigueras se pueden instalar trampas tipo Tomahawk o Havahart en entradas y salidas con cebos para intentar capturar al animal, si este método no es posible se recomienda intervenir la madriguera de forma paulatina, tratando de conducir al animal en dirección a alguna salida. Los troncos huecos deben ser revisados y pueden cortarse de forma cuidadosa sin afectar la sección que contenga al animal con el fin de facilitar su captura de forma manual. Esta es una técnica riesgosa que recae en la experiencia del operario de motosierra, asimismo una vez cortada la sección de tronco, esta puede ser reubicada con todo y el animal adentro para que este decida salir cuando se sienta preparado.
- En el caso de primates, se debe ubicar la tropa para ahuyentarlos en dirección a los sitios donde no se realizará corta de árboles, mediante la utilización de bocinas y otros sistemas. Al momento de la corta, el personal debe asegurarse de que no se encuentren primates en el área.

- Si se encuentran crías que no pueden desplazarse por sí solas de igual forma se deberá informar al responsable de aplicación de este protocolo, para su rescate y posterior traslado fuera del AP. Las crías deben ser valoradas y monitoreadas posterior a su liberación, en caso de que no se visualice a los padres cerca de las crías, se debe comunicar con el centro de rescate cercano para implementar un posible proceso de movilización al centro, ya que dependiendo de la edad o estado de maduración de las crías estas no podrían sobrevivir por si solas.
- El traslado o transporte de algunos ejemplares debe darse en transportadoras individuales para evitar agresiones entre ellos. Las cajas de madera o transportadoras deben cumplir con condiciones mínimas, tales como dimensiones y ventilación. En el caso de que la distancia de reubicación requiera el uso de vehículos se recomienda instalar dentro de las transportadoras mantas de protección para que el animal se sienta seguro y se eviten golpes por el movimiento del transporte, además las transportadoras deben asegurarse con lingas dentro del vehículo para minimizar el movimiento. Los animales deben ser almacenados y transportados en un lugar fresco y con sombra, en el caso de vehículos tipo pick up, se recomienda instalar un techo para separarlos de las inclemencias del clima y que el sol no les dé directamente con el fin de evitar deshidratación. En la medida de lo posible el individuo deberá viajar en el área de cabina, sin aire acondicionado. De requerir que el animal sea trasladado en el cajón del vehículo, el traslado se debe realizar de manera rápida para evitar que el animal sufra daños por las condiciones climáticas (sol o lluvia), o bien, contar con un canopy con ventilación. Este sistema debe contar con aperturas que permitan circular el aire, y debe ser resistente para aportar mayor seguridad durante el traslado del animal.



Figura 15. Detalle de las características idóneas del canopy para pick up para emplear para traslados de fauna. Fuente: Gutiérrez, 2024.

- Si se realiza la captura de un mamífero, este deberá ser trasladado a la mayor brevedad (no más de 3 horas) al sitio de reubicación el cual debe ubicarse lejos del sitio de captura para evitar que el individuo vuelva al mismo lugar. El sitio de reubicación debe contar con condiciones similares al sitio de captura; establecerse dentro del mismo tipo de bosque y/o buscar sitios con refugios bajo sombra.
- Para el manejo de mamíferos se deben tomar en consideración especies con una mayor necesidad de captura debido a su comportamiento y ecología, con el fin de prepararse ante eventos de encuentros con este tipo de fauna, ya que serán especies que por lo general no huyan o tiendan a quedar inmóviles o refugiarse en el área de intervención para protegerse (Cuadro 1)

Cuadro 1. Especies de mamíferos de importancia para su manejo por movilidad.

Especie	Nombre común
<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos
<i>Choloepus didactylus</i>	Perezoso de dos dedos
<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón
<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa
<i>Philander opossum</i>	Zorro de cuatro ojos
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero
<i>Coundou mexicanus</i>	Puercoespín

Fuente: Elaboración propia con datos de F., Durán, comunicación personal, 29 de octubre 2024.



Figura 16. Revisión previa de refugios para búsqueda de mastofauna, uso de cámaras y focos. Fuente: Gutiérrez, 2023.



Figura 17. Captura, manipulación y transporte de mamíferos. Fuente: Gutiérrez, 2023.

Grupo anfibios y reptiles

Para el caso del rescate de herpetofauna se genera un proceso previo a corta de la zona a intervenir con el fin de identificar ejemplares de este grupo mediante revisión exhaustiva y así ahuyentarlos o rescatarlos, según sea el caso. También, se genera la aplicación del protocolo durante el ingreso de maquinaria y proceso de corta, de forma rápida se interviene la corta por parte de personal capacitado que visualice individuos movilizándose durante este proceso. Finalmente, se genera una revisión posterior a la intervención para la aplicación del protocolo. En términos generales el rescate de herpetofauna se lleva a cabo en tres momentos distintos e involucra la manipulación de anfibios y reptiles.

La herpetofauna está conformada por anfibios y reptiles, para este grupo es de suma importancia un proceso de capacitación previo al personal de campo, el cual se va a encontrar en contacto directo con los individuos dentro del proceso de rescate, ya que se toman en cuenta especies de herpetofauna de importancia médica y las técnicas de manejo para asegurar las normas de salud, higiene y seguridad laboral. Cabe destacar que tanto para anfibios y reptiles es de suma importancia lavarse las manos o limpiarlas con sustancias como alcohol u otro similar, antes y después de manipular a un animal y se deben usar guantes de nitrilo o latex, esto disminuye la posibilidad de que se transmitan enfermedades entre organismos o toxinas, el proceso de desinfección aplica de igual forma para las herramientas de manejo.

Según Monge (2018), este es de los grupos más afectados por las carreteras tanto en procesos constructivos como operativos; principalmente por su condición ectotérmica, así como su desplazamiento reducido, entre otras. Para el proceso de identificación de especies de herpetofauna se recomienda la utilización de guías de campo y claves dicotómicas desarrolladas para el país, por ejemplo, las Claves dicotómicas para la herpetofauna costarricense, Abarca (2020). Se entrevistó al experto en el grupo Juan Gabriel Abarca Alvarado, y sus criterios se integraron en este protocolo.

Rescate y reubicación de anfibios y reptiles

- Previo al proceso de corta se realiza un proceso de revisión exhaustiva con ayuda de binoculares, foco, guantes de trabajo (tela gruesa o de cuero) ganchos y pinzas herpetológicas para búsqueda de ejemplares, tanto huevos, juveniles o adultos, entre hojarasca, huecos de troncos, así como en el dosel de los árboles, con el fin de ubicar e identificar a los individuos presentes en la zona a intervenir.
- Previo al inicio de las obras, se deben realizar chapeas, revisiones de la vegetación, hojarasca, huecos en sustrato, huecos en troncos, bromelias y troncos caídos, que son hábitats comunes para muchas especies de anfibios y reptiles. Nunca se debe meter la mano u otra parte del cuerpo para verificar si hay presencia de animales, debido a que existe el riesgo de la mordedura de una serpiente venenosa, esta revisión se debe realizar con focos y ganchos herpetológicos.
- Se deben revisar zonas cercanas a procesos de corta que cuenten con algún tipo de cuerpo de agua o espejo de agua que pueda ser afectado por la caída de los árboles, debido al ciclo de vida de este grupo de fauna al encontrarse larvas, juveniles y adultos movilizándose usualmente en charcos, riachuelos o canales, por ejemplo, renacuajos, ranas, tortugas o serpientes vinculadas a estos ambientes. La revisión de espejos de agua se realiza previo a procesos de corta o constructivos, se pueden utilizar herramientas como cachadores, chinchorros o redes tipo piscina para la colecta, baldes y guantes de nitrilo. Los individuos son colectados y contenidos en baldes o bandejas con agua de la misma zona o cajas tipo terrarios, para ser reubicados posteriormente en el menor tiempo posible.
- En caso de rescate y reubicación de huevos de reptiles se debe contar con un termómetro tipo pistola para medir temperatura al momento de colecta y reubicarlos en un lugar similar, se deben depositar en refugios, por ejemplo, debajo de hojarasca, en gambas de árboles o cerca de troncos para asegurar su supervivencia y que no queden expuestos ante depredadores.
- Las especies pequeñas se manipulan manualmente con las manos limpias y/o utilizando guantes de nitrilo o vinilo como en el caso de las ranas y cecílicos. En la medida de lo posible se debe minimizar el contacto directo con los anfibios, a pesar de tener las manos cubiertas por guantes, se puede utilizar las bolsas plásticas para capturar

directamente al animal, sin tener contacto; ya que se debe evitar al máximo la contaminación de los equipos de manejo utilizados.

- Estas son colocadas en cajas de plástico tipo terrarios o bolsas plásticas con cierre hermético. Se colocará un máximo de un individuo por caja o bolsa y no se deben mezclar especies distintas. Es importante que se procure conservarlas en un ambiente aislado del sol, y evitar golpes de calor o estrés térmico, se deben rociar con agua proveniente de la misma zona de rescate (cuerpo de agua o agua de la llave) y no contenerlas por más de una hora en la medida de lo posible, antes del proceso de reubicación. En caso de que no sea posible realizar la reubicación en menos de una hora, se puede incluir parte del sustrato de donde se rescató el ejemplar al contenedor para promover mayor conservación de humedad y refugio al animal.
- En el caso de animales medianos y grandes, como sapos, se colocarán directamente en bolsas de tela o cajas plásticas y se debe seguir el procedimiento indicado en el punto anterior. También se podrían trasladar a un sitio acondicionado para la estancia de varios individuos y realizar las liberaciones por la noche para tener un mayor éxito de sobrevivencia.
- Para el caso de especies que generen algún tipo de toxinas (ranas y sapos) se debe optimizar el manejo en contenedores separados, no combinar especies y mantener limpias las manos (utilizar guantes de nitrilo o vinilo), herramientas y contenedores, debido a que por el estrés del manejo algunos anfibios pueden liberar toxinas por la piel (Cuadro 2).
- Los reptiles medianos y grandes, como tortugas, iguanas o garrosos pueden ser manipuladas con guantes de cuero, para mayor protección. Una vez capturados los ejemplares de mayor tamaño se deben contener en bolsas de tela grandes (animales no venenosos), cajas tipo terrario o baldes con tapa y ventilación. No se deben mezclar especies distintas ni ejemplares en un mismo contenedor. De igual forma, se pueden usar transportadoras para iguanas y garrosos.
- Se deben utilizar ganchos y pinzas herpetológicas para la captura de serpientes, es importante el acompañamiento de 2 personas para el manejo. Los recipientes para manejo de este tipo de serpientes deben cumplir con materiales resistentes, en el caso de los pequeños pueden utilizarse cajas tipo terrario transparentes y con tapa, para el caso de serpientes grandes, se pueden utilizar estañones con tapa.
- El manejo de serpientes de importancia médica debe llevarse a cabo bajo estricta supervisión del profesional en biología o experto en campo del frente de trabajo. La manipulación o manejo de estas serpientes, se debe llevar a cabo con una distancia segura entre el animal y los trabajadores, nunca se debe sujetar contenedores en las manos mientras se ingresa una serpiente a este, se abre la tapa y se pone en el suelo, mientras otra persona acerca el animal con ayuda del gancho y/o pinza, al final la otra persona con ayuda del gancho y/o pinza coloca la tapa y se termina de cerrar para su traslado.

- Para el proceso de reubicación de ejemplares, se deben seleccionar sitios que no vayan a ser intervenidos por el proyecto, que cuenten con condiciones similares al área de rescate (antes de ser intervenida), se recomiendan sitios cercanos a cuerpos de aguas de agua o espejos de agua, con abundante vegetación y con una temperatura similar (no superior a la temperatura del sitio de rescate). Los individuos en estadios larvales o renacuajos deben reubicarse dentro de cuerpos de agua con una calidad de agua similar o mejor de donde se rescataron, se pueden tomar en cuenta condiciones organolépticas definidas de forma rápida y cualitativa como la coloración del agua, olor, estado de contaminación visual, entre otros. Además, se debe tomar en cuenta la reubicación en zonas de baja corriente y que no representen un grado de exposición mayor ante depredadores.

Cuadro 2. Familias y especies de anfibios con toxinas de importancia para su manejo en Costa Rica.

Familia	Nombre común	Nombre científico
Bufonidae	Sapo	<i>Rhinella marina</i>
Dendrobatidae	Rana blue jeans / Rana venenosa	<i>Oophaga pumilio</i> <i>Oophaga granulifera</i> <i>Dendrobates auratus</i> <i>Allobates talamancae</i> <i>Phyllobates lugubris</i> <i>Phyllobates vittatus</i> <i>Silverstoneia flotator</i>
Hylidae	Rana lechosa	<i>Trachycephalus "vermiculatus"</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de J. Abarca, comunicación personal, 6 octubre 2024.

Cuadro 3. Familias y especies de reptiles de importancia médica de reptiles de importancia para su manejo en Costa Rica.

Familia	Nombre común	Nombre científico
Colubridae	Algunas especies como la lira, serpiente ojigata	<i>Trimorphodon quadruplex</i> <i>Leptodeira rhombifera</i>
Elapidae	Coral	<i>Micrurus nigrocinctus</i> <i>Micrurus mosquitensis</i>
Viperidae	Terciopelo / Oropel / Tamagá / Cascabel / otras especies	<i>Bothrops asper</i> <i>Bothriechis nigroadspersus</i> <i>Porthidium nasutum</i> <i>Crotalus simus</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de J. Abarca, comunicación personal, 6 octubre 2024.

Rescate y reubicación de caimanes y cocodrilos

Los cocodrilos y caimanes son reptiles de gran importancia ecosistémica y ecológica gracias a su rol como depredadores, ejerciendo controles poblacionales sobre varios niveles tróficos, manteniendo la integridad y funcionalidad ecosistémica de los sitios que habitan (Somaweera *et al.*, 2020). Este grupo requiere acciones de manejo específicas, que se deben ajustar según sus necesidades, talla y ubicación del AP. El diseño del presente protocolo tiene como prioridad garantizar el rescate de este tipo de herpetofauna de manera segura para todos los involucrados, y toma en cuenta una detallada descripción paso a paso para permitir que, tanto profesional en manejo de vida silvestre como los colaboradores del proyecto que trabajen con él, tengan bien definido el procedimiento y lo puedan emplear como base operativa y metodológica en campo. Siempre que se vaya a trabajar este grupo, la totalidad del personal involucrado debe recibir una capacitación apropiada, que de preferencia incluya el trabajo con animales reales, para entender aspectos básicos de la etología y manejo de manera tan parecida como sea posible a las condiciones que se van a encontrar en campo. El costo de la capacitación del personal ronda los \$1500. Con el fin de optimizar este protocolo, se entrevistó al experto en el grupo Pompilio Campos Chinchilla y se tomaron en cuenta sus recomendaciones para la redacción de este documento

Aspectos biológicos y ecológicos:

Los caimanes pueden medir entre 1.4 y 2.5 m de longitud, siendo los machos más grandes que las hembras. La anidación ocurre en época lluviosa, y la hembra construye un nido en las márgenes de la laguna que habita, pudiendo exhibir comportamiento territorial respecto al nido (Velasco *et al.*, 2010).

Generalmente, los cocodrilos adultos se pueden encontrar en tallas que rondan los 4 m en el país, sin embargo, algunos individuos pueden crecer hasta tamaños mucho mayores (Sandoval Hernández *et al.*, 2021). La época reproductiva coincide con la temporada lluviosa, y las crías salen de los nidos en las primeras lluvias, cerca de abril, por lo que en los primeros meses del año es posible encontrar nidos ocupados (Porrás Murillo *et al.*, 2019).

Tanto en los cocodrilos como los caimanes el sexo de las crías se define según la temperatura a la que esté el nido, temperaturas intermedias entre 30°C y 33°C darán como resultados machos, fuera de ese rango serán hembras (González *et al.*, 2019). El embrión es sumamente frágil, por lo que estas características deben tomarse en cuenta cuando se realice el rescate de nidadas de cocodrilos o caimanes.

En el Caribe los caimanes tienen una densidad de hasta 11.88 por km de río (Mauger *et al.*, 2012), mientras que los cocodrilos, de 0.55 individuos por km (Sandoval Hernández *et al.*, 2021) a 1.84 en el caribe, y entre 1.2 y 4.1 en el Pacífico (Mauger *et al.*, 2012). Cabe destacar que estos animales no se distribuyen de manera uniforme, y que tienen sitios preferenciales en los cuerpos de agua (Mauger *et al.*, 2012), por lo que siempre

que se intervenga un sitio deberá realizarse una inspección previa para determinar qué animales están presentes.

Para optimizar la comprensión del manejo de cocodrilos debe tenerse en cuenta que estos tienen un comportamiento variable según la época del año, pues se sabe que en época reproductiva los machos pueden defender territorios de manera más agresiva, y que en época de anidación las hembras se pueden desplazar para establecer nidos, que a menudo protegen (Porrás Murillo *et al.*, 2019). El resto del año el riesgo radica en que los cocodrilos intenten depredar humanos, sin embargo, la incidencia es extremadamente baja (P. Campos, comunicación personal, 6 de noviembre de 2024). Es importante estudiar la conectividad del sitio que se va a intervenir, porque, aunque no se trate de un lugar donde se observen cocodrilos con regularidad, puede ser que producto de interacciones de territorialidad alguno se vea desplazado y llegue a un sitio poco habitual.

En el sitio donde se sospecha que hay caimanes o cocodrilos, las inspecciones iniciales idealmente deben ser nocturnas, y mediante el uso de un foco, se podrán detectar los animales aprovechando la reflectividad de sus pupilas y sus horas pico de actividad (Sandoval Hernández, 2021). Durante el día el equipo debería contar con un miembro que actúe como centinela, encargado de detectar la presencia de estos animales.

Manejo de nidos:

Para hacer el rescate de los huevos, deben extremarse medidas de seguridad y asegurar que la madre no esté protegiendo el nido, y que no esté oculta en las inmediaciones. Aprovechando los horarios de actividad de los cocodrilos, se sugiere llevar a cabo este proceso en horas de la mañana. Una vez que se excave el nido y se vayan a extraer los huevos, estos deberán marcarse para que se mantengan en la posición en la que estaban, e idealmente deberían mantenerse en condiciones de temperatura y humedad similares a las que se encontraban (Thorbjarnarson, 1989). Para su transporte se podrá utilizar un balde, y se podría agregar materia orgánica presente en el nido, con la intención de mantener las condiciones de los huevos tan cercanas como sea posible al nido, mientras se reubican a su destino en un centro de rescate.

Aspectos previos a la captura:

Antes de proceder a la captura del cocodrilo o caimán, debe definirse un sitio para realizar el confinamiento temporal, que es el sitio donde se ubicará el animal después de su captura y antes de su liberación. Se debe tomar en cuenta que este sitio tenga el espacio suficiente para contener el animal, y que cuente con las medidas de seguridad para impedir una fuga o potenciales interacciones con otros animales o personas.

Algunas técnicas que se han empleado en el pasado, como capturar el cocodrilo con un trasmallo, ingresando al agua con el animal, no se recomiendan por los altos riesgos que implican (Pompilio 6 11). La captura del cocodrilo debe darse en condiciones en las que la

persona que la realiza tenga sus dos pies en tierra firme, o bien se efectúe desde un bote grande, que no arriesgue su flotabilidad o estabilidad con el movimiento del animal.

La hora ideal de captura debe hacerse cuando su metabolismo se encuentra más “aletargado”, en horas de la mañana, cuando aún no han calentado su sangre y han disminuido su actividad. Sin embargo, según cada sitio, podría ser que se efectúen a otras horas.

Los materiales que se requieren son: cinta adhesiva gruesa, para asegurar la boca del cocodrilo. Cuerdas resistentes (o bien cable de acero recubierto con caucho) para restringir el movimiento del animal y arrastrarlo a una zona donde se pueda manipular de manera más sencilla. Toalla para restringir el campo visual y tranquilizar el cocodrilo. Sandoval (2021) menciona que el uso del lazo con un tubo de PVC se puede emplear de manera exitosa para capturar cocodrilos.

Captura:

La cuadrilla de trabajo debe tener mucho cuidado con las capacidades lesivas del animal, pues además de las mordidas, los cabezazos, colazos e incluso las garras de los cocodrilos pueden causar serios daños. Idealmente se debe lazar primero el cuello o la maxila. En campo se aprovecha capturar al animal de cualquier manera posible, en torno a la cabeza. Luego, con una segunda cuerda se busca mantener cerrada la boca del cocodrilo. Con la cuerda inicial es la que se va a mover al animal y se va a movilizar a tierra. Después de ubicar el cocodrilo en tierra firme, y con las dos cuerdas ubicadas, se coloca un paño mojado sobre los ojos del cocodrilo para limitar su campo de visión y de esa manera, reducir sus niveles de actividad al limitar su acceso a estímulos sensoriales. Luego se debe cerrar la boca del cocodrilo con algún tipo de cinta adhesiva fuerte, puede ser cinta adhesiva de tuberías o cinta adhesiva eléctrica. Debe garantizarse que la cantidad aplicada sea suficiente y el animal mantenga su boca cerrada en todo momento. Es importante recordar que, pese a que los crocodílidos tienen músculos sumamente fuertes para cerrar su boca, los músculos para abrirla son débiles en comparación (Reilly & McBrayer, 2005), y por ello es por lo que se puede cerrar con estos dispositivos. Una vez que la boca está asegurada, se fija también el paño con la misma cinta adhesiva, para garantizar que se quede en su sitio y el animal no reciba estímulos visuales (P. Campos, comunicación personal, 6 de noviembre de 2024). Usualmente se requieren 5 personas para el rescate de un cocodrilo adulto. Dos se encargarán de sujetar las cuerdas, los tres restantes deberán bloquear la visión del cocodrilo, asegurar el cierre de la boca y restringir la movilidad del cuerpo. Tomando en cuenta las necesidades del proceso, se valora si es necesario que personas adicionales al experto en manejo de vida silvestre se ubiquen sobre el cocodrilo para restringirle la movilidad. Si sólo se va a trasladar, esto es innecesario.

En algunas circunstancias es necesario emplear una trampa de guillotina para capturar cocodrilos ariscos. Las dimensiones usuales de cocodrilos adultos son de

aproximadamente 4 metros y 300 kg. Para ubicar el individuo en el dispositivo de transporte se requerirán usualmente 8 personas. En caso de contar con maquinaria de apoyo para desplazar el cocodrilo una vez inmobilizado, se debe usar para minimizar el tiempo de manipulación y mitigar riesgos hacia la cuadrilla.

Traslado al centro de rescate o reubicación:

Animales de menos de 2 metros se pueden contener en un transportador grande, mientras que individuos superiores a esa talla se pueden almacenar en alcantarillas de PVC, que son relativamente livianas y cumplen con las características apropiadas para su resguardo. La técnica actualmente empleada consiste en colocar el animal dentro de la alcantarilla, con el hocico amarrado al borde, por lo que no tendrá la capacidad de desplazarse dentro de ella. Ese es un sistema práctico que evita amarrar las patas, y disminuye el riesgo de lesiones (P. Campos, comunicación personal, 6 de noviembre de 2024). Se puede ubicar el animal dentro mediante el apoyo de la cuadrilla, toda vez que se encuentre debidamente contenido. El vehículo que debe usarse para este tipo de operaciones debe ser un pick-up, pero debe valorarse siempre la hora del traslado. Es conveniente tener preparado sarán, o tener alguna estructura que ofrezca sombra para que el animal no se sobrecaliente, en caso de no contar con equipo que permita mantener al animal fresco. También se recomienda el uso de telas y la aplicación constante de agua para mantener el animal húmedo y fresco durante el traslado (P. Campos, comunicación personal, 6 de noviembre de 2024). En general, se deben evitar los traslados meridianos.

Idealmente, la contención del animal debería tardar entre 2 y 3 horas, con el fin de evitar estresarlo de manera innecesaria (P. Campos, comunicación personal, 6 de noviembre de 2024). Considerando el contexto actual de los cocodrilos en Costa Rica, definir el sitio de liberación puede ser retador, y la recomendación es que sea SINAC quien lo defina y libere, para evitar complicaciones conexas al proceso que puedan surgir con la población. La alta movilidad de los cocodrilos y sus hábitos territoriales implican una dimensión adicional de complejidad en la toma de decisiones respecto a la reubicación de los individuos que deban intervenir, y debido a esto, la decisión sobre el sitio y mecanismo de liberación le competen a SINAC.

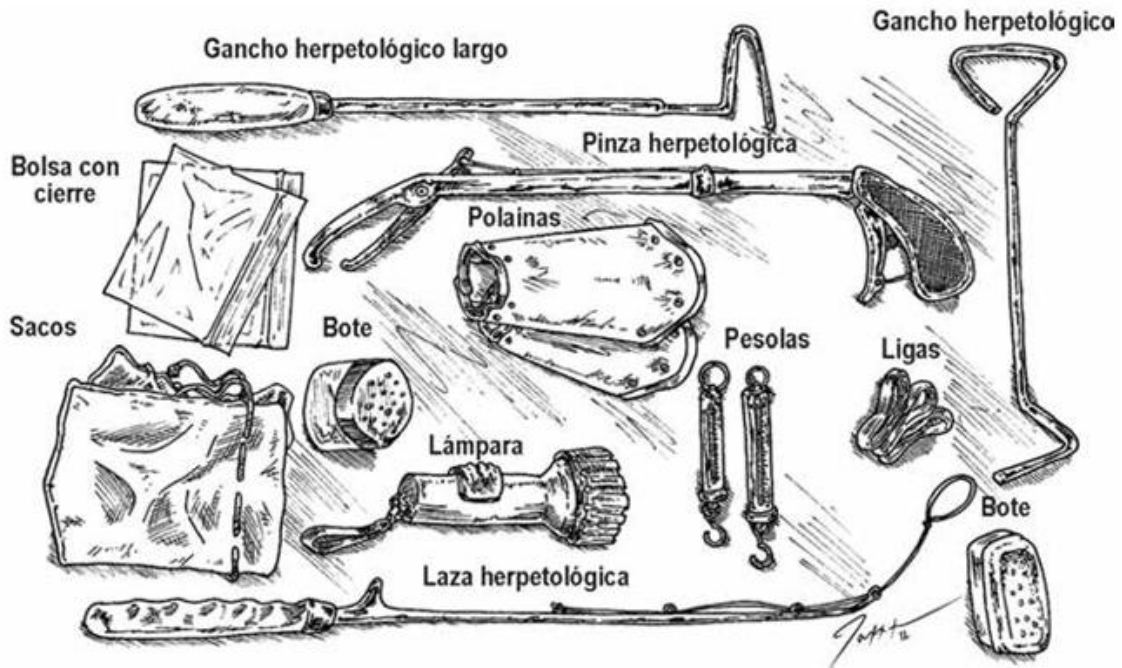


Figura 18. Ilustración equipo de mayor uso para manejo de herpetofauna. Fuente: Jiménez, 2012.



Figura 19. Equipo para manejo y rescate de herpetofauna, guantes de cuero, cajas tipo terrario, pinzas y ganchos herpetológicos, entre otros. Fuente: Gutiérrez, 2023.



Figura 20. Proceso general de rescate y reubicación de herpetofauna. A) revisión previa zona a intervenir, B) rescate y traslado, C) reubicación. Fuente: Gutiérrez, 2023.



Figura 21. Métodos de muestreo y colecta de anfibios con redes tipo piscina y bandejas para larvas. Fuente: Universidad de Salamanca, 2015.



Figura 22. Rescate de herpetofauna, ejemplares de anfibios. Izquierda: rana lechosa *Trachycephalus “vermiculatus”*. Derecha: Cecílido (Orden Gymnophiona). Fuente: Gutiérrez, 2023.



Figura 23. Rescate de herpetofauna, huevos de reptiles previo a procesos de corta. Fuente: Gutiérrez, 2023.

Grupo abejas

Las abejas son organismos de importancia medular en los ecosistemas tropicales, gracias a su rol como polinizadoras y la gran cantidad de especies con las que tienen relaciones ecológicas, cuyas comunidades varían en función del uso que haga el ser humano de sus espacios de vida (Galbraith *et al.*, 2020). Es por esto por lo que la inclusión de este grupo en el protocolo de rescate es de gran importancia, y se deben tomar medidas que garanticen la conservación de las abejas siempre que se realicen proyectos de infraestructura.

Cuando se realizan las labores de inspección de las AP, se debe realizar una inspección visual un día antes y durante el proceso de corta y remoción de vegetación, usualmente se encuentran colmenas. Previo a talar un árbol, se realiza una inspección de los troncos, en los que usualmente se encuentran colmenas, se debe buscar la estrategia de rescate previo a la corta, para dirigirla de forma que se puedan reubicar las abejas. Estos procedimientos de corta se hacen usualmente durante el día. El experto en el grupo, Ing. Eduardo Herrera González aportó información sumamente valiosa para integrar los conceptos principales de este apartado.

Los expertos en manejo de abejas recomiendan que el proceso se lleve a cabo durante la noche, para aprovechar una disminución de actividad de los insectos, y que estén presentes todos los miembros del grupo en el nido. Sin embargo, el costo de realizar los procesos y operar la maquinaria en la noche resulta difícil para efectuar estas intervenciones fuera de horario diurno. Actualmente no existen presupuestos destinados al rescate de abejas, y existen limitaciones respecto a las abejas nativas. Los meliponicultores no deben efectuar los rescates directamente porque las abejas nativas están contempladas dentro de la Ley de Conservación de Vida Silvestre N° 7317, por lo que su inclusión en este protocolo resuelve un vacío sobre el rescate de abejas, y promueve acciones a favor de su conservación.

Respecto al género *Apis*, cuando se observa un enjambre, debe entenderse que esta es la forma en la que las colmenas se expanden, el enjambre está en búsqueda de un nuevo hogar. En esta configuración usualmente no son peligrosas. Se llenan de miel para contar con energía suficiente para ubicar un nuevo sitio, pero esto les disminuye su capacidad de picar. Adicionalmente, al no contar con un hogar, pierden el arraigo y por lo tanto la respuesta defensiva de su espacio de vida. Las abejas pican de manera defensiva exclusivamente. Otro escenario es cuando se encuentra una colmena establecida, con panales. Cuando ya están establecidas, sí pueden ser agresivas, y probablemente van a picar para defender su territorio.

Tipos de nidificación:

- Las abejas del género *Apis* frecuentemente van a colocar sus colmenas en huecos de troncos, o cavidades en general. En sitios muy calientes como Guanacaste, también pueden construir panales expuestos en ramas o estructuras similares.
- Las abejas nativas de Costa Rica construyen sus nidos de manera expuesta, en cavidades, o de forma subterránea. Esto implica que se deben adaptar los procesos de rescate a las características ecológicas de las especies.
 - ✓ Las especies que nidifican bajo tierra son las más vulnerables, pues las entradas a sus nidos son sumamente difíciles de encontrar, y estas pueden extenderse grandes distancias, incluso superiores a un metro de profundidad. Adicionalmente, estos accesos pueden ser sinuosos, y difíciles de seguir para

encontrar el nido. En Costa Rica existen dos especies que nidifican de esta manera, y son *Geotrigona lutzi* en todo el país, y *Geotrigona chiriquensis* en la zona sur (Hanson *et al.*, 2023).

✓ Abejas del género *Trigona* se asocian a las raíces de árboles (Jarau & Barth, 2008), y pueden ser reubicadas si se cuenta con herramientas y personal que pueda realizar la excavación con delicadeza. Se requiere una gran habilidad para encontrar las entradas a las colmenas subterráneas.

Preparación para el rescate:

- Idealmente, los rescates se deben realizar en horas de la noche, pero en caso de tener que hacerse durante el día, se puede preparar desde la noche anterior, o temprano por la mañana, antes de que las abejas inicien sus actividades. Se debe tapar la entrada de la colmena con una malla metálica fina, asegurada con grapas pequeñas para que no se pierdan individuos durante el proceso de rescate. El orificio de la entrada puede ubicarse mediante inspección. Se pueden usar cámaras con infrarrojos para ubicar la entrada por las diferencias térmicas existentes en torno a la estructura.
- Las zonas de corta de la colmena se pueden definir con una marca de un metro hacia arriba y un metro hacia abajo en el tronco. No es frecuente encontrar colmenas que sobrepasen estas medidas. En la tucá siempre debe marcarse la orientación que tenía inicialmente (con una flecha con espray), para que se preserve durante todo el proceso de manipulación. Los nidos expuestos se pueden envolver en sarán de manera tal que su estructura reciba el mínimo de presión posible, para poderlo mover sin destruirlo, ya que en caso de manipularlo con las manos hay una alta probabilidad de dañarlas, puesto que está hecho de barro, materia orgánica y hojas.
- El responsable del proyecto debe coordinar el sitio al que se trasladarán las abejas rescatadas. No existe actualmente la figura de centro de rescate de meliponas, pero se contemplan para el futuro. En estos sitios no habrá un aprovechamiento, y se mantendrán en condiciones tan similares a las naturales como sea posible. El proceso de transferencia de troncos a cajas puede ser dañino, y el aprovechamiento de su miel a menudo resulta perjudicial para estas abejas. Otra posibilidad sería coordinar la ubicación de la tucas reubicadas en sitios donde el personal de SINAC les pueda dar custodia. No se recomienda dejarlos en el bosque porque tras extraerlas quedan en una alta vulnerabilidad. Lo ideal es dejarlas bajo la custodia de alguien para evitar que se trafiquen o destruyan.

Rescate y traslocación:

- Ante una colmena de *Apis* sí se debe usar equipo completo de protección para manipulación de abejas, pues no hay forma de saber cuál es su genética en campo, y podrían ser de alguna variante de riesgo. Adicionalmente, se recomienda el uso de humo, pues dificulta la comunicación química entre las abejas, y debe valorarse realizarlo durante la noche, pues la totalidad de abejas estarán en la colmena y de esta

manera se evitarían problemas conexos, como que provoquen accidentes picando personas en zonas aledañas. Idealmente se deben extraer con un aspirador para abejas, para retirar todos los individuos en el momento. Otros mecanismos podrían generar que las abejas se dispersen y causen problemas adicionales, como la picadura a otras personas.

- Al trabajar con abejas locales, es importante tener en cuenta que cuando se corte la tuca es prudente amarrarla, para que no se caiga al suelo y se golpee, provocando graves daños al nido. Esto no siempre es factible, tanto por las grandes dimensiones que puede tener la tuca, o bien, por el tamaño reducido de las colmenas y la gran dificultad de ubicarlas. El escenario de traslado ideal es en la noche, moviendo la tuca de manera cuidadosa, sin sacudidas ni golpes, en una posición similar a la que tenía cuando se encontró (importante la marca con espray apuntando cual parte estaba hacia arriba) para que no se pierda el nido por una mala manipulación. Para realizar el traslado, idealmente la tuca debe ir en la posición en que fue encontrada en la naturaleza, pero podría tolerar una inclinación moderada. Debe valorarse cuál es la combinación de características que minimiza los riesgos sobre las colmenas.
- Aunque estas son las condiciones ideales, existe cierto margen de maniobra que las abejas podrían tolerar, y al que el profesional en manejo de vida silvestre puede recurrir para adaptar sus posibilidades en cada proyecto. En la tuca siempre debe marcarse la orientación que tenía inicialmente, para que no se pierda el nido por una mala manipulación posterior.
- Para realizar el traslado, idealmente la tuca debe ir en la posición en que fue encontrada en la naturaleza, pero podría tolerar una inclinación moderada.
- Las colmenas de abejas nativas deben moverse según el tamaño y rango de vuelo de las especies, para evitar que estas retornen al sitio original del que se retiraron. Las mariolas pueden moverse 300 m, mientras que *Melipona beecheii*, jicote gato, debe moverse entre 1 km y 1.5 km. Muchas de las abejas que construyen nidos expuestos se deben trasladar unos 800 m porque se asocian a abejas de tamaño mediano. Esto se debe a la capacidad de dispersión de esta especie, asociada a su tamaño y ecología (Aguilar *et al.*, 2012). En caso de no moverse las distancias indicadas anteriormente, es posible que ellas intenten retornar al sitio inicial donde se encontraba la colmena, y morirían al no encontrar resguardo. Al sacar la colmena de sus rangos de dispersión, no se confundirían con pistas químicas anteriores, y se acoplarían a la nueva ubicación de la colmena.
- Los nidos son sumamente frágiles a nivel estructural, por lo que un golpe del tronco en el que se encuentra podría causar serios impactos sobre la integridad física de las abejas en procesos de desarrollo larval y pupal, generando malformaciones que amenazan el éxito futuro de la colmena. Los potes de miel están hechos de cerumen, y se pueden romper fácilmente, liberando la miel y ahogando las abejas, además de

atraer plagas. Idealmente, los nidos deben cortarse amarrados, para que la tuca no se golpee y el nido no sufra daños serios.

- La tuca debe ubicarse a la sombra, protegida del agua. Si en la tuca queda un hueco, debe taparse para evitar que ingrese algún animal a generar efectos perjudiciales sobre la colmena. Incluso podría clavarse una galleta de la misma madera. Idealmente deberá colocarse un techo con cierta inclinación, para facilitar que el agua escurra y el tronco se mantenga seco por dentro.

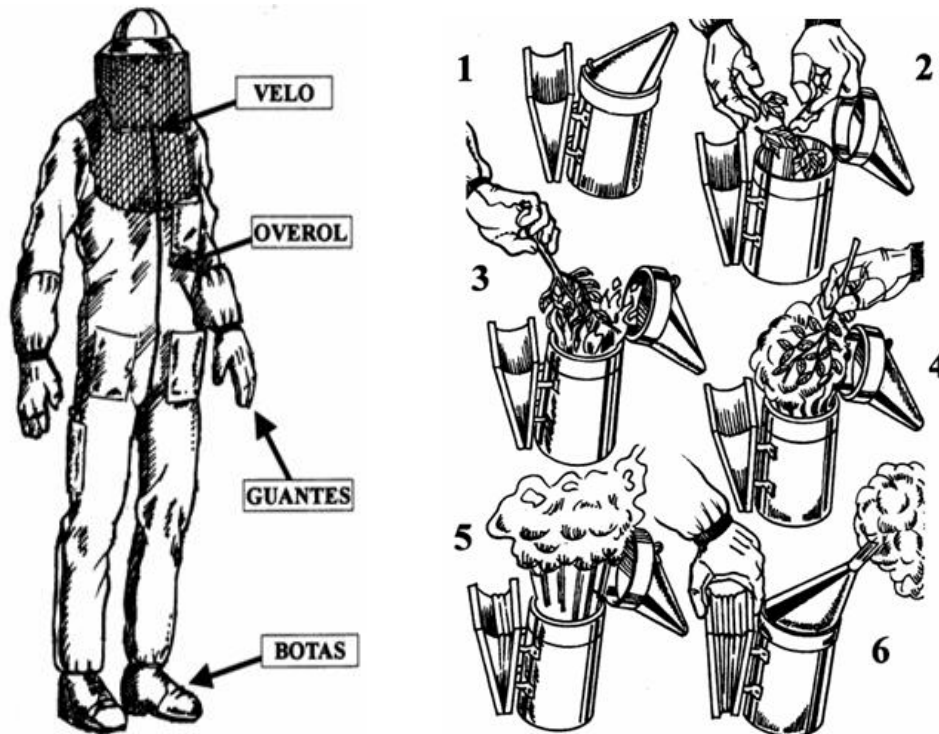


Figura 23. Equipo de protección completo indispensable para trabajo con abejas africanizadas (*Apis*) y pasos de encendido para uso de ahumador. Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, s.f.

PLAN DE ACCIÓN PARA EL RESCATE DE FLORA

Se elabora el protocolo para el rescate de flora, con el fin de recuperar plantas de importancia ecológica o con algún grado de conservación según estándares nacionales e internacionales, que se encuentren en zonas de intervención donde se producirá tala de árboles, remoción de la capa vegetal y movimientos de tierra. Se entrevistó al experto en el grupo José Esteban Jiménez Vargas, y sus criterios se tomaron en cuenta para la construcción de esta sección.

La selección de las plantas a rescatar y reubicar lleva un rango de priorización definido a partir de distintos documentos legales y artículos científicos vinculados a su estado de conservación, como lo son:

- ❖ Especies de flora con poblaciones en peligro de extinción según el Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre Decreto Ejecutivo N° 32633
- ❖ Especies forestales vedadas según Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE Veda de 18 especies forestales.
- ❖ Las especies con Restricción Aprovechamiento Decreto Ejecutivo N° 25663-MINAE.
- ❖ Especies Amenazadas o poco comunes para Costa Rica según al Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)
- ❖ Especies forestales vedadas y bajo otras categorías de protección en Costa Rica Quesada (2004)
- ❖ Especies de flora incluidas en el Listado Apéndices I y II Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna Silvestre (CITES)

Especies por su importancia ecológica o estado de conservación determinado a partir del criterio de expertos en el área de la botánica con conocimiento en la vegetación costarricense. Una vez contemplados los estados de conservación mencionados o importancia ecológica, la priorización de rescate y reubicación de especies de flora se concentra en dos grupos, debido a las técnicas que se deben emplear para este proceso. Estas corresponden a las especies de plantas de hábito epífitas y especies leñosas ya sean árboles y arbustos que se encuentren en un estadio de plántulas, brinzal y latizal.

Plantas epífitas

Las epífitas, son aquellas plantas que viven sobre los árboles y constituyen uno de los grupos más llamativos del bosque. Entre ellas hay muchas herbáceas, como orquídeas, bromelias, cactus y anturios, así como numerosos arbustos que habitan principalmente las zonas altas y húmedas de Costa Rica. El factor decisivo en la diversidad de las epífitas está determinado principalmente por la humedad y el clima, ya que, por regla general, a medida que aumenta la humedad en el ambiente también lo hace el número de especies (Morales, 2000).

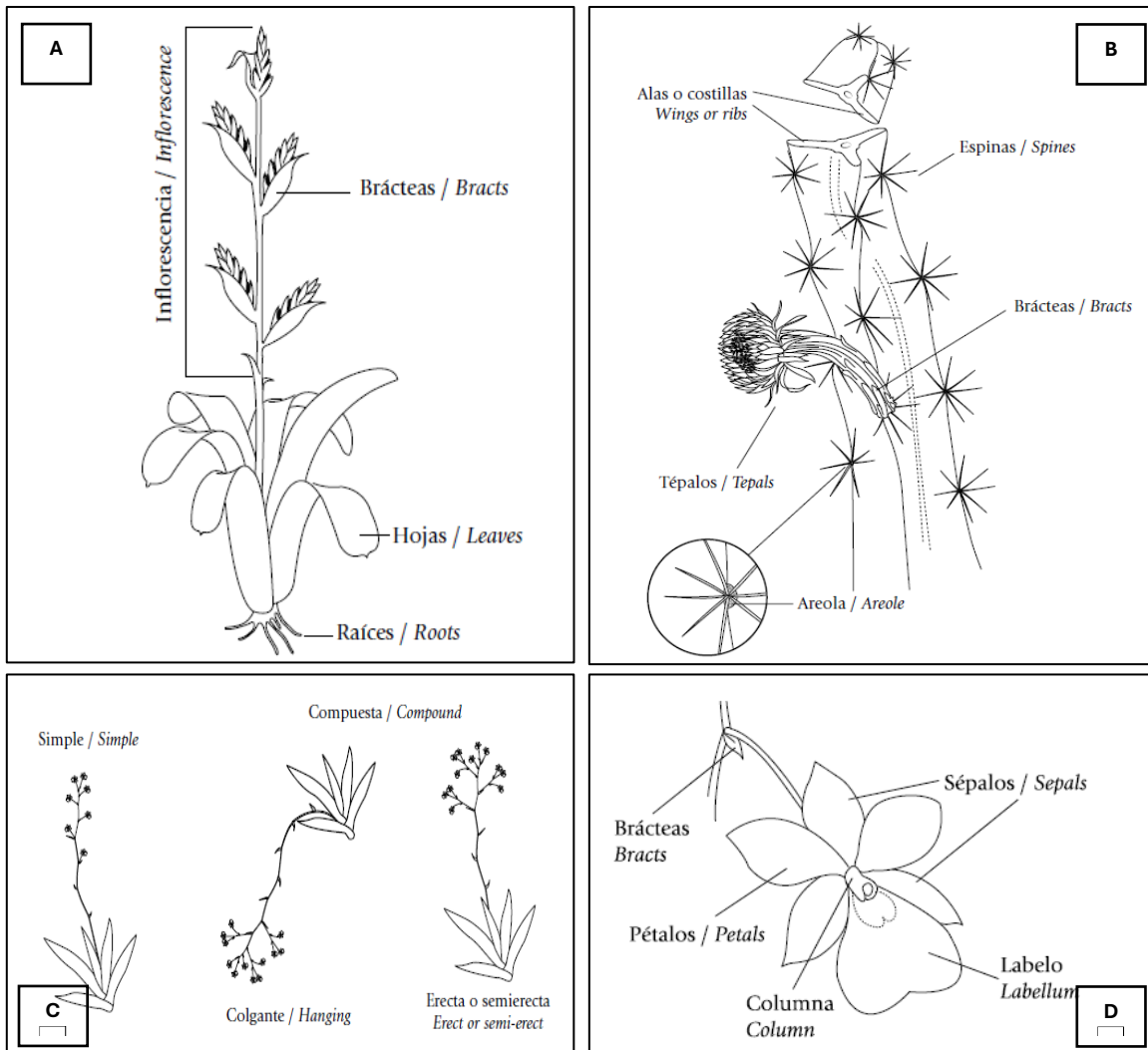


Figura 24. Principales grupos de epífitas y algunas características morfológicas para Costa Rica. A) Bromeliaceae, B) Cactaceae, C y D) Orchidaceae.

Fuente: Morales, 2000.

Plantas leñosas de hábito arbóreo o arbustivo

Este grupo de plantas agrupa especies de hábito arbóreo o arbustivo, en las cuales se toma en cuenta su estadio de maduración para su clasificación. Según Camacho (2000), se definen a las plántulas de especies leñosas como individuos con dimensiones de entre 0.1 m \geq altura \geq 0.3 m, a los brinzales como ejemplares entre 0.3 m \geq altura \geq 1.5 m y a los latizales individuos con dimensiones de altura \geq 1.5 m y diámetro $<$ 5 cm.

Debido a que por lo general la identificación de especies leñosas en estadios de maduración tempranos; principalmente plántulas, se puede volver complicado, ya que no cuentan con sus estructuras morfológicas completamente desarrolladas se recomienda la utilización de guías de campo, por ejemplo, la Guía digital de campo frutos, semillas y plántulas de Costa Rica Vargas *et al.*, (2017) en sus distintas ediciones.

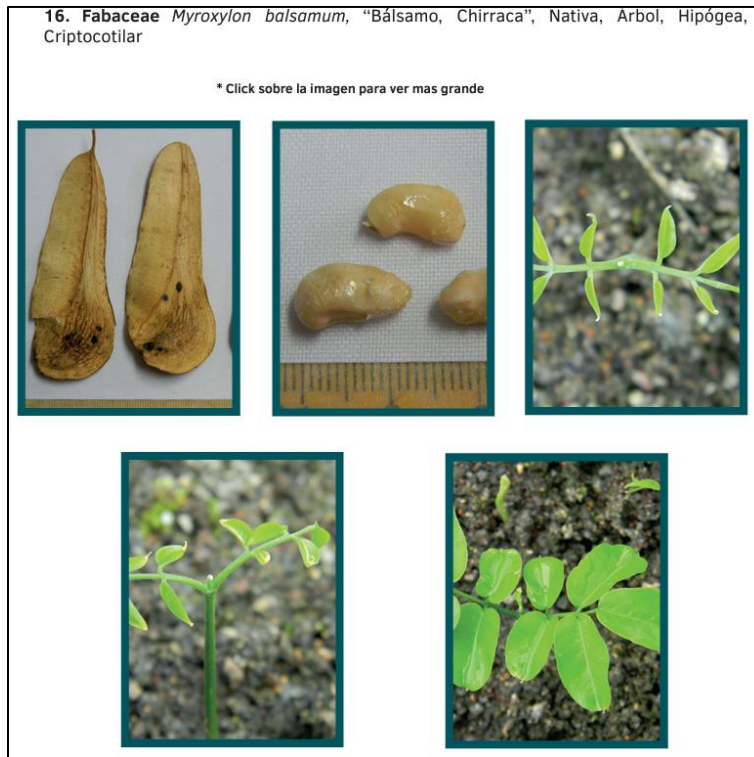


Figura 25. Identificación de especies leñosas a nivel de plántulas, ejemplo Guía digital de campo frutos, semillas y plántulas de Costa Rica.

Fuente: Vargas *et al.*, 2017.

Sumado a los dos principales grupos antes mencionados, se incluyen como referencia plantas de hábito herbáceo y helechos, que por su importancia vinculada a la mención dentro del Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre Decreto Ejecutivo N° 40548, pueden aplicarse las mismas técnicas de rescate y reubicación en estadios de maduración temprana que se llevan a cabo para plantas leñosas (plántulas, brinzales y latizales)

A continuación, se presenta la lista de especies o grupos de plantas prioritarias para su rescate y reubicación, de acuerdo con su grado de conservación, hábito y estadio de maduración para especies leñosas, definidas a partir de la normativa nacional e internacional vinculada, así como por recomendación de experto botánico para su aplicación a nivel país.

Cuadro 4 . Lista de especies prioritarias de flora silvestre para el rescate y reubicación de individuos en Costa Rica.

Hábito de planta / Estadio de maduración	Familia	Especie	Nombre común	Referencia inclusión ²
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Bignoniaceae	<i>Tabebuia guayacan</i>	Corteza	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Laurel negro	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Caryocaraceae	<i>Anthodiscus chocoensis</i>	Ajo Negro	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Caryocaraceae	<i>Caryocar costarricense</i>	Ajo	EA, CITES, UICN
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Bálsamo	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Copaifera camibar</i>	Camíbar	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	Cola de pavo	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cristóbal	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Platymiscium parviflorum</i>	Cristóbal	V, CITES
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Paramachaerium gruberi</i>	Sangrillo	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Parkia pendula</i>	Tamarindón	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Tachigali costaricensis</i>	Tostado	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Copaifera aromatica</i>	Camíbar	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Cynometra hemitomophylla</i>	Cativo	EA-END
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Mora oleifera</i>	Alcornoque	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Peltogyne purpurea</i>	Nazareno	EA, UICN
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Prioria copaifera</i>	Cativo	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Tachigalia versicolor</i>	Alazán	EA, UICN
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	EP
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Dussia macrophyllata</i>	Sangregao	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Fabaceae	<i>Dipteryx panamensis</i> ,	Almendro de montaña	RA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Humiriaceae	<i>Humiriastrium diguense</i>	Chiricano	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Humiriaceae	<i>Vantanea barbourii</i>	Campano,	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Juglandaceae	<i>Oreomunnea pterocarpa</i>	Gavilán	EA, CITES
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Lauraceae	<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	Quira	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Lecythydaceae	<i>Couratari scottmorii</i>	Copo	V, UICN
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Lecythydaceae	<i>Couratari guianensis</i>	Cachimbo	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Lecythydaceae	<i>Lecythis ampla</i>	Olla de mono	EA, UICN
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Meliaceae	<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro real	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Meliaceae	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro dulce	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	CITES
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	Manú negro	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Podocarpaceae	<i>Podocarpus costaricensis</i>	Cipresillo	V

² V= Veda de 18 especies forestales, Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE. EA= Especie Amenazada, EA-END= Especie Amenazada Endémica, EP= Especie en Peligro (Quesada, 2004). CITES= Especie Amenazada incluida en Apéndices CITES I y II. RA= Restricción Aprovechamiento Decreto Ejecutivo N° 25663-MINAE. UICN= Especie Amenazada y poco común de Costa Rica. PARA= Poblaciones Reducidas y/o Amenazadas, PE= Peligro de Extinción, Decreto Ejecutivo N° 32633. EX= Recomendación Experto, Botánico E. Jiménez, comunicación personal, 9 octubre 2024.

Árbol / plántula, brinzal, latizal	Podocarpaceae	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Pinillo	V
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i>	Areno	EA
Árbol / plántula, brinzal, latizal	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán real	V, CITES
Epífita	Araceae	-	Anturios, Tabacón	EX
Epífita	Bromeliaceae (Tillandsiae)	-	Piñuelas, Bromelias	PRA, EX
Epífita	Cactaceae	-	Cactus	PRA, PE, EX, CITES
Epífita	Orchidaceae	-	Orquídeas	PRA, EX, CITES
Epífita	Piperaceae	<i>Peperonia spp.</i>	-	EX
Helecho arborescente	Cyatheaceae	-	Helecho arborescente	PARA
Helecho arborescente	Dicksoniaceae	-	Helecho arborescente	PARA
Helecho arborescente	Lophosoriaceae	-	Helecho arborescente	PARA
Helecho arborescente	Metaxyaceae	-	Helecho arborescente	PARA
Herbácea	Droceraceae	-	Plantas atrapa moscas	PARA
Herbácea	Zamiaceae	-	Zamia	PRA

Fuente: Elaboración propia con datos de Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE; Decreto Ejecutivo N° 32633; Decreto Ejecutivo N° 25663-MINAE; Apéndices CITES I y II; Quesada 2004; E. Jiménez, comunicación personal, 9 octubre 2024.

Procesamiento general para rescate y reubicación de flora

Con uso de binoculares se debe identificar y ubicar en campo las especies de plantas prioritarias (Cuadro 4), previo a procesos de corta y movimientos de tierra en la zona a intervenir. El desarrollo de las técnicas de rescate y reubicación de flora se lleva a cabo en dos líneas principales según el hábito de las plantas, por lo que se divide en el grupo de plantas epífitas (orquídeas, bromelias, cactus y anturios) y el grupo de plantas leñosas en estadio de plántulas, brinzales y latizales, donde se le adjuntan plantas herbáceas y Helecho arborescente.

Rescate y reubicación de epífitas

- La mayoría de procesos de rescate de plantas epífitas se lleva a cabo posterior al proceso de corta, debido a la facilidad de extraer plantas que se encontraban a gran altura de troncos caídos. En los casos que amerite, donde se identifiquen especies epífitas en Peligro de Extinción según Decreto Ejecutivo N° 32633, por ejemplo, las especies de Orchidaceae enlistadas en el Artículo 28 o cualquier otra especie de planta epífita de importancia ecológica definida por la gestión ambiental del proyecto, se fomentara el

rescate previo a procesos de corta con ayuda de escaleras y binoculares con el fin de evitar daños mecánicos potenciales a la hora de que los árboles sean talados. Además, en el caso de plantas epífitas del Cuadro 4, que se encuentren a una altura que facilite su extracción previo a la corta, se rescatarán antes de la tala de árboles.

- Las epífitas deben ser extraídas incluyendo parte de corteza del árbol para mantener los organismos simbióticos. Es importante usar guantes de construcción para evitar picaduras de insectos y se puede utilizar el gancho herpetológico de ayuda para desprender con mayor facilidad la planta del tronco.
- Las epífitas rescatadas serán llevadas dentro del AP o AID a una zona cercana que reúna las condiciones similares y que no serán intervenidas por el proyecto para que las plantas rescatadas sobrevivan según el criterio del profesional responsable.
- Durante el proceso de almacenamiento y transporte de plantas epífitas, estas deben ser rociadas con agua, sin que se empoce el agua apenas que se humedezcan, se introducen dentro de bolsas de plástico con cierre hermético (más pequeñas) y en bolsas plásticas transparentes de jardín con un nudo para ejemplares de mayor tamaño, con el fin de que se evite la pérdida de humedad y mantenerla mayor tiempo.
- Una vez las plantas en bolsas, no se deben exponer al sol directo, deben estar a la sombra para evitar que se quemem o mueran.
- La reubicación de plantas epífitas debe llevarse en un plazo no mayor a 36 horas después de extracción, y se debe garantizar la hidratación de estas.
- Para reubicar las epífitas se debe utilizar mecate de fibra natural, tipo cáñamo que se desintegre con el tiempo (biodegradable), para evitar la contaminación o el daño al árbol donde se coloca.
- En algunos casos será necesario el uso de escalera para extraer o reubicar las plantas.
- Del sitio de reubicación se debe guardar la georreferenciación con el fin de monitorear durante toda la etapa de construcción el estado de las plantas. Este monitoreo se llevará a cabo con una periodicidad mensual por observación directa, a partir de la primera campaña de rescate y reubicación. En caso de que se note la muerte de más del 20% de las plantas trasladadas, se deberá seleccionar otro sitio de reubicación. El registro de rescate y reubicación de vida silvestre se tomará en campo mediante fotografías con el uso de dispositivos móviles inteligentes para posteriormente proceder a digitalizar la información en la hoja de registro de forma diaria. En el Anexo 3 del presente protocolo se muestra una hoja de registro como guía para el control de las actividades de rescate de flora silvestre.
- El desarrollador deberá entregar mediante informe mensual, el avance de la aplicación del protocolo con los registros actualizados por nombre de la especie y cantidad. En los casos donde no sea posible determinar la especie de la planta, se identificará al menor grado taxonómico posible, utilizando la familia o grupo, según corresponda.



Figura 26. Revisión de árboles talados para rescate de plantas epífitas.
Fuente: Gutiérrez, 2022.

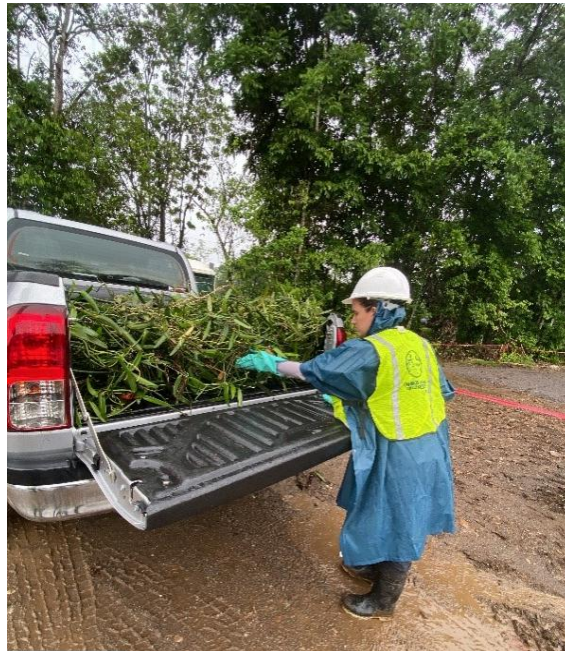


Figura 27. Registro y separación de plantas epífitas durante rescate.
Fuente: Gutiérrez, 2022.



Figura 29. Reubicación de plantas epífitas utilizando mecate biodegradable.
Fuente: Gutiérrez, 2022; FIDECA, 2023.



Figura 30. Reubicación de plantas epífitas utilizando mecate biodegradable y escalera en casos necesario.
Fuente: Gutiérrez, 2022.



Figura 31. Reubicación de plantas epífitas, utilizando mecate biodegradable.
Fuente: Gutiérrez, 2023.

Rescate y reubicación de plantas leñosas (plántulas, brinzales y latizales)

- El proceso de rescate de plantas leñosas (plántulas, brinzales y latizales), donde también se contemplan helechos arborescentes y plantas herbáceas (Cuadro 4), se debe llevar a cabo previo al proceso de corta, esto debido a que se debe evitar el daño mecánico de estas que se genera durante la corta.
- Es importante mencionar que, si se pretende implementar un proceso de rescate para este grupo, se debe contemplar la instalación y acondicionamiento previo de un vivero temporal, que cumpla con las condiciones mínimas para acondicionar y endurecer las plantas rescatadas con el fin de promover procesos futuros de reforestación, los cuales podrían estar ligados a procesos de compensación de los mismos proyectos. A continuación, se presentan las condiciones mínimas del vivero temporal tomando en cuenta las consideraciones de Rojas (2012):
 - El vivero debe contar con el espacio necesario para contener la cantidad de ejemplares rescatados, esto dependerá de las condiciones del sitio a intervenir por lo que se debe estimar en la medida de lo posible.
 - Deberá contar con una cobertura o techo que disminuya la cantidad de luz en dirección a las plantas, se puede utilizar un sarán con porcentaje del 60 % sombra. Además, debe estar aislado o cerrado para evitar el ingreso de patógenos, se puede utilizar el mismo material del techo o si hay mayor presupuesto malla antiáfidos.

- Debe contar con una superficie impermeable cubierta con geotextil o algún otro material alternativo que cumpla con la misma función, que no permita el crecimiento de plantas arvenses.
 - Debe contar con un sistema de riego temporal y bancales para la ubicación de las plantas rescatadas.
 - Se recomienda que se utilicen bolsas plásticas de vivero de 4" x 8" (1 kg/ 550 uni.) o 12" x 16 (1 kg/ 70 uni.), ya que es un sistema estudiado que permite bajo las condiciones mencionadas el acondicionamiento de las plantas en un periodo aproximado de 4 a 6 meses.
 - A la hora de llenar las bolsas para plantar los ejemplares rescatados se recomienda el uso de un sustrato compuesto de 25% granza, 25% lombricompost y 50% tierra, aunque se puede utilizar cualquier otro fertilizante orgánico en lugar del lombricompost o fibra de coco en lugar de la granza.
- Una vez identificados los individuos a rescatar se realiza el proceso de rescate, extrayéndolos con una pala o palín, o bien, con la mano cuando el suelo no esté compactado, la idea es evitar el daño de raíz. Los ejemplares extraídos se colocan en baldes con agua para evitar deshidratación y de ahí son trasplantados en el menor tiempo posible a los contenedores del vivero (bolsas plásticas), donde serán acondicionados durante un periodo aproximado de 4 a 6 meses mínimo.
 - Todos ejemplares rescatados y reubicados en el vivero temporal deben llevar un plan de mantenimiento por lo que se debe asignar a una persona capacitada para dicho fin y en caso de ser necesario se deben contemplar las personas necesarias de acuerdo con el flujo de trabajo. El plan de mantenimiento conlleva el riego diario, deshierbe y fertilización.
 - Al final del proceso cuando los ejemplares rescatados se encuentren aclimatados y endurecidos, se utilizarán para procesos de reforestación como medida de compensación por el proyecto que desarrolló la intervención. Los sitios de compensación serán definidos según las condiciones del proyecto, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la reforestación se llevará en una época favorable, por lo general a inicios de época lluviosa.
 - Las plantas reubicadas serán georreferenciadas y registradas mediante fotografías por dispositivos móviles, con el fin de monitorear durante toda la etapa de construcción y/o operación del proyecto el estado de las plantas. Este monitoreo se llevará a cabo con una periodicidad mensual por observación directa, a partir de la primera campaña de reforestación.
 - El desarrollador deberá entregar mediante informe, el avance de la aplicación del rescate y reubicación de plantas con los registros actualizados por nombre de la especie y cantidad. En los casos donde no sea posible determinar la especie de la planta, se identificará al menor grado taxonómico posible, utilizando la familia o grupo, según corresponda.



Figura 32. Sistema de producción en vivero con bolsas.
Fuente: Nogales, 2021.



Figura 33. Proceso de reforestación, ejemplo para plantar un árbol.
Fuente: PNUD, 2020.

3.4.Recomendación de mecanismos para la institucionalidad y oficialización del protocolo.

El proceso que se propone para aprovechar a nivel institucional de manera óptima el Protocolo, y oficializarlo para su uso en una amplia gama de proyectos institucionales, optimizando procesos y facilitando el resguardo de la vida silvestre en procesos de rescate debe basarse en la normativa vigente respecto a los mecanismos de rescate solicitados a proyectos. Siguiendo los mecanismos establecidos por el Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre en su artículo N° 66, el desarrollador del proyecto, que para efectos de este proceso sería el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, debe trasladar a la SETENA para hacerlo de su conocimiento como documento de referencia, y para que esta lo remita al SINAC. Aunque este reglamento fue desarrollado para proyectos que requieren un EsIA, es el único mecanismo que hace referencia a los procesos de presentación y validación de los Protocolos de rescate de vida silvestre. Según este artículo, el SINAC cuenta con 1 mes de plazo para brindar su criterio.

Cabe recalcar que este criterio no tiene carácter vinculante según lo que manifiesta el Reglamento, ni tampoco es un limitante para obtener la viabilidad ambiental de la SETENA para los proyectos, pero puede suministrar información valiosa para el Protocolo, y así mismo, hacer de conocimiento del SINAC el protocolo por el mecanismo oficial que plantea la normativa legal vigente hace que el proceso cumpla con todos los requisitos legales para su aplicación sin que medien restricciones en su contra. Este proceso garantiza que los entes involucrados tengan conocimiento del Protocolo y el MOPT pueda aplicarlo de manera efectiva.

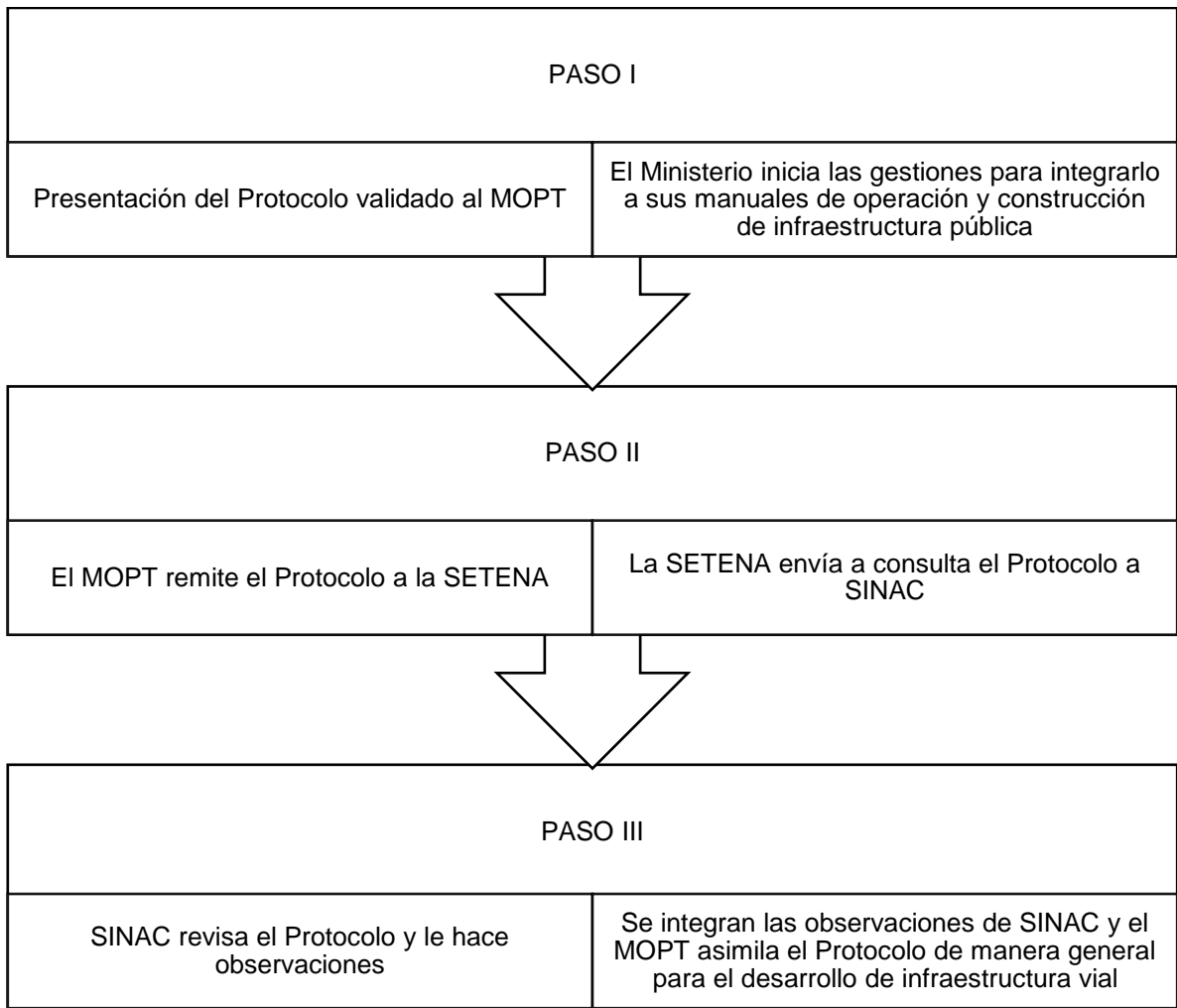


Figura 34. Esquema de la propuesta de asimilación institucional y oficialización del Protocolo.

4. Conclusiones

La normativa vigente relativa al patrimonio natural y los protocolos de atención a situaciones con vida silvestre están sumamente fragmentados, y a pesar de que existe una gran cantidad de artículos vinculados al tema, existen muchos vacíos legales que aún se deben abordar. No se abordan de manera puntual aspectos relacionados al rescate y reubicación de flora y fauna silvestre en la legislación indicando algún tipo de protocolo oficializado.

El faltante de recursos específicos a nivel país vinculados a presupuesto y personal destinado al rescate de la vida silvestre es una debilidad que se debe cubrir para garantizar el cumplimiento de la ley y el resguardo de la vida silvestre.

Las responsabilidades económicas y legales a nivel país usualmente recaen en terceros, y esto genera inconvenientes para la vida silvestre que se ve afectada.

Para que se cumpla la normativa es indispensable que exista un alto nivel de comunicación y coordinación interinstitucional, por lo que deberían encontrarse maneras de simplificar procesos burocráticos que le resten agilidad al sistema. Entre las instituciones vinculadas en primera instancia para formalizar ese primer canal de comunicación se identifican al MOPT como responsable de la ejecución de proyectos de infraestructura vial a nivel país y al SINAC como entidad vinculada al manejo y conservación de la vida silvestre.

El protocolo validado y actualizado durante el desarrollo del presente trabajo, así como su aplicación en obras de infraestructura vial contribuye a abordar vacíos normativos desde un punto de vista técnico y ofrece herramientas valiosas a los desarrolladores e instituciones para resguardar la vida silvestre y optimizar los rescates de vida silvestre.

El proyecto consiguió estudiar, analizar y sintetizar una amplia gama de documentos, protocolos internos, legislación y criterios de expertos en torno al manejo de vida silvestre en Costa Rica, y particularmente en el contexto del rescate y reubicación en el desarrollo de infraestructura vial.

Este proceso permitió identificar los vacíos existentes en la legislación, y con base en la experiencia de la proponente y los expertos que fueron consultados, se generaron una serie de soluciones, protocolos, sugerencias, observaciones y propuestas para conformar un protocolo de rescate de vida silvestre moderno, altamente funcional y adaptado a las necesidades de Costa Rica y la biodiversidad nacional.

Se determinó el perfil de idoneidad que debe tener el equipo de trabajo que debe encargarse del manejo de vida silvestre para rescate en proyectos de infraestructura vial, y las acciones previas que se deben llevar a cabo para mitigar impactos sobre la vida silvestre en el AP. También se destacaron los requisitos formativos con los que debe contar el equipo a nivel técnico, de salud ocupacional y de manejo de vida silvestre.

En colaboración con una profesional en veterinaria con experiencia en rescate de vida silvestre, se establecieron pautas para proveer primeros auxilios a las especies que lo requieran.

El protocolo determina cuáles son las características ideales para el rescate, contención, transporte y liberación de la fauna que se pueda reubicar, así como las características ideales del sitio de liberación. También se establecen los lineamientos para generar informes a partir de los procesos de rescate de manera periódica.

Las entrevistas con los expertos en diversos grupos faunísticos, florísticos y veterinaria permitieron generar protocolos específicos de rescate para 6 grupos faunísticos (aves, mamíferos, fauna acuática, abejas, Caimanes y cocodrilos, anfibios y reptiles) y 2 grupos florísticos (epífitas y plantas leñosas). En cada caso se detallaron las especies más relevantes, aquellas que representaran algún potencial de riesgo para los humanos y las que requieren algún manejo especial. Cada uno cuenta con abundantes detalles para maximizar el éxito de los rescates y procurar la supervivencia de los organismos ante las intervenciones ejecutadas en el desarrollo de los proyectos.

Se produjo un listado detallado y se generaron estimaciones de costos con alta exactitud sobre los materiales necesarios para efectuar rescate de los grupos faunísticos y florísticos. Asimismo se generó un listado y una tabla de costos actualizada para el botiquín de campo para la cuadrilla de rescate y un botiquín para atender eventualidades con la vida silvestre.

5. Recomendaciones

Velar por el cumplimiento del proceso de oficialización y asimilación institucional del Protocolo, incluyendo las posibles mejoras que ofrezca el proceso de consulta ante SINAC.

Fomentar espacios de cooperación interinstitucional para resolver los vacíos legales en torno al rescate de vida silvestre.

Promover la utilización del Protocolo en una amplia gama de proyectos de infraestructura que puedan beneficiarse de sus alcances e indicaciones.

Implementar programas de capacitación para la aplicación de las técnicas descritas en el Protocolo para garantizar que los funcionarios y profesionales en manejo de vida silvestre lo apliquen con las bases técnicas y prácticas apropiadas.

Actualizar los contenidos del Protocolo según los avances científicos y las nuevas normativas ambientales que puedan existir en el futuro.

6. Bibliografía

- Abarca, J. (2020). Claves dicotómicas para la herpetofauna costarricense. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Aguilar, I., Herrera, E., & Zamora, G. (2012). Abejas sin aguijón de Costa Rica. En *Pot-Honey: A legacy of stingless bees* (pp. 113-124). New York, NY: Springer New York.
- Amortegui-Umaña, S. X., Bernal-Figueroa, D., Hoyosluengas, J. S. y Sánchez-Parra, C. M. (2019). Guía de manejo para animales silvestres en situación de amenaza con aplicación a reservas y parques naturales en Colombia: Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco. Bogotá: Programa Gestión de Proyectos - Universidad Nacional de Colombia.
- Angulo, A. (2021). New records and range extensions to the Costa Rican freshwater fish fauna, with an updated checklist. *Zootaxa*, 5083(1), 1-72.
- Artavia, A., Jiménez, M., Martínez-Salinas, A., Pomadera, E., Araya-Gamboa, D., y Arévalo-Huezo, E. (2015). Registro de mamíferos silvestres en la sección de la ampliación de la Ruta 32, Limón, Costa Rica. *Brenesia*, 83-84, 37-46.
https://www.researchgate.net/publication/286930222_Registro_de_mamiferos_silvestres_en_la_seccion_de_la_ampliacion_de_la_Ruta_32_Limon_Costa_Rica
- Benítez J., y Escalona, G. (2021). *Impacto de las vías de comunicación sobre la fauna silvestre en áreas protegidas: estudios de caso para el sureste de México*. ECOSUR. <https://www.ecosur.mx/libros/producto/impacto-de-las-vias-de-comunicacion-sobre-la-fauna-silvestre-en-areas-protegidas-estudios-de-caso-para-el-sureste-de-mexico/>
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). El impacto de las carreteras y otras infraestructuras en las poblaciones de aves y mamífero: un metaanálisis.. *Biological conservation*, 143(6), 1307-1316.
- Blasco T., y Otero, L. (2008). Técnicas conversacionales para la recogida de datos de investigación cualitativa. La entrevista (I). *Nure investigación*.
- Bussing, W. A. (2002) Peces de las aguas continentales de Costa Rica. San José, C.R.: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2002.
- Camacho Calvo, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical; guía para el establecimiento y medición. *Serie Técnica. Manual Técnico (CATIE)*. no. 42.
- Citon, L. (2020). Actualización de protocolo de manejo de fauna silvestre en el Centro de Conservación Aguará, Corrientes, Argentina. Trabajo Final de Graduación. Universidad del Nordeste, Corrientes, Argentina.

- Consultorías Ambientales Guayacán S.A. (2022). *Protocolo de Rescate de Biota Local para el proyecto Mejoramiento de Caldera-Barranca, Ruta Nacional No.23*.
- Decreto Ejecutivo N°43898-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. La Gaceta Diario Oficial (CR). 21 de diciembre de 2022. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.
- Decreto Ejecutivo N° 25663-MINAE. La Gaceta Diario Oficial (CR). 8 de octubre de 1996. Restricción a la corta o aprovechamiento del árbol de almendro.
- Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). 16 de enero 1997. Veda de 18 especies forestales. Vol. 119, no. 11.
- Decreto Ejecutivo N° 32633. La Gaceta Diario Oficial (CR). 10 de marzo de 2005. Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre.
- Decreto Ejecutivo N° 40548-MINAE. La Gaceta Diario Oficial (CR). 12 de julio del 2017. Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317.
- Faggi, A., & Caula, S. (2017). “¿Verde o gris?” Infraestructura y ecología de aves en zonas urbanas de Latinoamérica. *Avian ecology in Latin American cityscapes*, 79-97.
- Galbraith, S. M., Griswold, T., Price, W. J., & Bosque-Perez, N. A. (2020). Biodiversidad y composición de comunidades de las poblaciones de abejas nativas varían a través de diferentes usos de suelo en los trópicos con temporadas secas.. *Journal of Insect Conservation*, 24, 1045-1059.
- González, E. J., Martínez-López, M., Morales-Garduza, M. A., García-Morales, R., Charruau, P., & Gallardo-Cruz, J. A. (2019). Patrones de determinación sexual en crocódilidos: Una revisión sistemática de tres décadas de investigaciones. *Journal of Animal Ecology*, 88(9), 1417-1427.
- Granados-Rodríguez, F., Esquivel, C., Barquero-González, J. P., Quesada-Ávila, G., & Tenorio-Brenes, J. (2024). Distance to vegetation, road layout, and run overs of wild vertebrates in Puntarenas, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 16(1), e5260. <https://doi.org/10.22458/urj.v16i1.5260>
- Gutiérrez, A. S. (2022). *Quinto informe de rescate de fauna y flora menor en el proyecto Construcción del Puesto Fronterizo Paso Canoas*.
- Gutiérrez, S. (2022a). Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental, así como el Pre Diseño de la Ruta Nacional N°35, Carretera a San Carlos, Sección Bernardo Soto-Florencia: Contratación SP N°PIT-137-SBCC-CF-2020--Diseño Pasos Fauna. 140 pp.
- Gutiérrez, S. (2022b). Quinto informe de rescate de fauna y flora menor en el proyecto Construcción del Puesto Fronterizo Paso Canoas. 16 pp.

- Gutiérrez, S. (2023a). *Protocolo de Rescate de Fauna y Flora Silvestre del Puesto Fronterizo Peñas Blancas*.
- Gutiérrez, S. (2023b). *Primer informe de rescate de fauna y flora menor en el proyecto Construcción del Puesto Fronterizo Peñas Blancas*.
- Hanson, P. E., Otárola, M. F., Segura, J. L., Frankie, G. W., Coville, R. E., Monge, I. A., ... & González, E. H. (2023). *Abejas de Costa Rica*. Comstock Publishing Associates.
- Herrera Solano, D. (2015). Metodología para el muestreo de ictiofauna de aguas continentales con atarrayas. *Repertorio Científico*, 18(1), 17–23.
<https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2551>
- Jarau, S., & Barth, F. G. (2008). Abejas sin aguijón de la región Golfo Dulce, Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Apinae, Meliponini). *Stapfia*, 88, 267-276.
- Jennifer L. Swan, Andrew Carver, Nestor Correa & Clayton K. Nielsen (2019). Wildlife rescue and relocation efforts associated with the Panamá Canal Third Locks Expansion Project, *Tropical Zoology*, 32:2, 58-74. DOI: 10.1080/03946975.2019.1589264
- Jiménez, M.Q. (1999). Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. 2ª ed. Sto. Domingo de Heredia, CR, Instituto Nacional de Biodiversidad. 187 p.
- Jiménez, V. (2023). *Protocolo de Tala, Rescate y reubicación de flora y fauna, para las obras dentro de la segunda fase del Proyecto Sistema de Control de Inundación en el Área de Limoncito*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.senara.or.cr/Anexo%2011_protocolo_rescate_fauna_flora_Limoncito_F.pdf
- Ley N° 7317. La Gaceta Diario Oficial (CR). 30 de octubre de 1992. Ley de Conservación de la Vida Silvestre.
- Ley N° 7575. La Gaceta Diario Oficial (CR). 13 de febrero de 1996. Ley Forestal. San José, Costa Rica.
- Martínez, W. (2014). Environmental impact assessment in road works. *Negotium. Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales* (N° 8), 5-21.
<http://www.revistanegotium.org.ve/pdf/29/art1.pdf>
- Mauger, L. A., Velez, E., Cherkiss, M. S., Brien, M. L., Boston, M., Mazzotti, F. J., & Spotila, J. R. (2012). Estimación poblacional del cocodrilo americano, *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en la costa Pacífica de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1889-1901.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2018). *Protocolo de Rescate y Liberación de Fauna Silvestre*. 8 pág.

- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2019). *Protocolo de Rescate y Liberación de Fauna Silvestre*. 9 pág.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2023). *Diseño de paso de fauna. Estudio de Factibilidad Técnica, económica, financiera y ambiental, así como el pre-diseño de la Ruta Nacional N.º 35, Carretera a San Carlos, sección Bernardo Soto - Florencia. Contratación: SP N° PIT-137-SBCC-CF-2020. Noviembre 2022.*
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2020). Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/No%20DE-36388/Version1/CR-2010.pdf
- Monge, M. (2018). Herpetofauna atropellada en la Carretera Interamericana Norte, Guanacaste, Costa Rica: Influencia de los atributos del paisaje en las muertes y medidas para su mitigación. 2018: ICOMVIS.
- Morales J. (2000). Orquídeas, Cactus y Bromelias del Bosque Seco. Editorial Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Morales, P. (2019). *Plan de Protección de la Biodiversidad para Proyectos Viales*.
- Polonía-Rivera, C., Gaitán, S., Chaparro-Muñoz, N., & Villamizar, N. (2017). Captura, transporte y aclimatación de juveniles y adultos de róbalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). *Intropica*, 12(1), 61–64. Recuperado a partir de <https://umapp002.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/2035>
- Porras Murillo, L. P., Chacón, I., & Espinoza Marín, C. (2019). *Estado actual de las poblaciones de cocodrilos (Crocodylus acutus) y caimanes (Caiman crocodilus) en Costa Rica*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).
- Quesada-Monge, R. (2004). Especies forestales vedadas y bajo otras categorías de protección en Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(2), ág-84.
- Reilly, S. M., & McBrayer, L. D. (2005). Actividad muscular y función mandibular en el aligátor americano (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Experimental Biology*, 208(3), 495-505. <https://doi.org/10.1242/jeb.01483>
- Rojas, C., y Hernández, Y. (2023). Plan de manejo de gobernanza ambiental para la reubicación de epifitas ante la ejecución de obras viales: vereda "El Páramo", Pamplonita, Colombia. *BISTUA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS*, 19(1), 16–23. <https://doi.org/10.24054/bistua.v19i1.931>
- Rojas, f. (2012). *Viveros Forestales*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

- Sandoval Hernández, I., Sánchez Ramírez, J. J., Bolaños Montero, J. R., & Monrós González, J. S. (2021). Estado poblacional del cocodrilo americano, *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) y el caimán de anteojos, *Caiman crocodilus* (Reptilia: Crocodylidae) en el Caribe norte costarricense. *Tropical Zoology*, 34(2).
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Municipalidad de San José y Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (2015). Protocolo de Reforestación para la Rehabilitación y Mantenimiento en Áreas de Protección de la GAM. http://www.edumovil.com/conectividad_ecosistemas/wp-content/uploads/2017/11/Protocolo-Reforestacion-Rehab-Mant-de-AP-en-la-GAM.pdf
- Somaweera, R., Nifong, J., Rosenblatt, A., Brien, M. L., Combrink, X., Elsey, R. M., ... & Webber, B. L. (2020). La importancia ecológica de los crocodílidos: hacia una justificación basada en la Ciencia para su conservación. *Biological Reviews*, 95(4), 936-959.
- Thompson Scott A., & Thompson Graham G. (2015) Fauna-rescue programs can successfully relocate vertebrate fauna prior to and during vegetation-clearing programs. *Pacific Conservation Biology* 21, 220-225. <https://doi.org/10.1071/PC14922>
- Thorbjarnarson, J. B. (1989). Ecología del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*). *Cocodrilos: su ecología, manejo y conservación*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 228-258.
- Universidad de Salamanca (2015). MANUAL PARA EL MUESTREO Y SEGUIMIENTO DE ANFIBIOS.
- Vargas, G., Núñez, S., Villegas, J., Arias, L., Marín, N., y Mesén I. (2018). Frutos, semillas y plántulas de Costa Rica guía digital de campo. Primera edición. Universidad Nacional de Costa Rica. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.euna.una.ac.cr/public/media/frutos/FSP-4/HTML/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- Velasco, A., Ayarzagüena, J., Manolis, S., & Stevenson, C. (2010). Caimán de anteojos *Caiman crocodilus*, Spectacled caiman *Caiman crocodilus*. *Cocodrilos, censo poblacional y plan de acción de conservación*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (UICN), 10-15.

7. Anexos

Anexo 1. Entrevista semiestructurada consulta a expertos en manejo, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre

Datos generales

Nombre del experto (a) entrevistado (a):

Grupo faunístico de experticia:

Fecha de entrevista:

Formación académica del experto (a) entrevistado (a):

Años de experiencia en el manejo, rescate y reubicación de fauna silvestre:

Tema I. Equipo de seguridad, herramientas y pasos para el manejo y rescate de flora y fauna silvestre

1. ¿Cuál es el equipo mínimo de seguridad o herramientas con que debe contar un trabajador (a), para manipular y rescatar ejemplares de flora y fauna silvestre de su grupo de experticia?
2. Según su grupo de experticia, pasos/técnicas para realizar el rescate de animales o flora de forma segura (manipulación).

Eje II. Herramientas y consideraciones para el transporte y reubicación de flora y fauna.

3. Según su grupo de experticia, aspectos o pasos en los que se debe realizar el transporte de plantas o animales rescatados a su lugar de reubicación. ¿Cuánto es el tiempo máximo recomendado en horas para mantener en resguardo los ejemplares de su grupo de experticia antes de ser reubicados? ¿En qué condiciones se deben mantener, para asegurar su supervivencia?
4. Según su grupo de experticia, Principales aspectos que se deben tener en cuenta para rescate y reubicación de animales o plantas con el fin de asegurar la seguridad de estos y del personal de trabajo.
5. En el caso de animales silvestres, mantener la supervivencia de animales heridos producto de labores constructivas. ¿Cómo se puede valorar de la manera más acertada el estado físico de un animal de su grupo de experticia? Esto con el fin de definir si un animal podría o no sobrevivir en el entorno silvestre a pesar de sus heridas.

6. En el caso de animales silvestres, según su grupo de experticia, indique los pasos por seguir para el manejo y reubicación de crías, nidos, pichones o neonatos (animales que no pueden desplazarse por sus propios medios fuera del área de intervención), con el fin de asegurar su supervivencia. ¿Cuál es el seguimiento que se les debe dar?

Eje III. Condiciones de reubicación y registro de datos.

7. Según su grupo de experticia, condiciones mínimas con las que debe contar un sitio de reubicación para asegurar la supervivencia de los individuos. Ejemplo, humedad, cercanía a ríos, presencia de sotobosque, entre otros.

8. Datos. Ver hoja base de registro

Nombre de la persona responsable del rescate:										Hora de inicio: Hora finalización:			
Sector del AP donde se realiza el rescate:													
Fecha	Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Cantidad	Condición (Óptimo-Herido-Muerto-Infante-Orfandad)	Composición (Adulto, Juvenil, Cría, Hembra, Macho)	Acción (Reubicar - Ahuyentar - Centro de Rescate - Enterrado)	Ubicación de rescate CRTM05		Ubicación de reubicación CRTM05		Observación
									Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	

Anexo 4. Equipo necesario para el rescate de vida silvestre clasificado por grupo y sus costos.

Las siguientes tablas contienen el equipo mínimo necesario para realizar rescates de diversos grupos de vida silvestre que podrían encontrarse en los proyectos. Cada tabla está diseñada para los requisitos de equipo por cuadrilla, y en los casos en los que sea necesario comprar equipo de manera individual se señalará que debe comprarse por persona. El tamaño de cuadrilla de referencia es de 4 personas. Los artículos que se tomaron como referencia para registrar los costos cuentan con características óptimas para el desempeño en campo.

Equipo para el grupo de aves

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Guantes de cuero	1 par por persona	2 600	EPA
Foco	1 por persona	9 000	Walmart
Bolsas de tela con cordón diferentes tamaños	10	10 000	Amazon
Lentes de seguridad	1 por persona	2 000	EPA
Caja transportadora mediana	1	24 000	Maskotikascr
Caja transportadora grande	1	50 000	Maskotikascr
Contenedores plásticos con tapa, de diferentes tamaños	5	6 000	EPA
Toalla	2	6 500	Walmart
Caja de guantes de latex o nitrilo	1	4 950	Walmart
Mascarilla	1 por persona	1 000	EPA
Paquete de amarras plásticas	1	3 500	EPA
Binoculares 10x42	1	72 000	Amazon
Red de captura con mango telescópico	1	10 000	Amazon
Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		259 345	

Equipo para fauna acuática

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Botas de hule	1 par por persona	12 000	EPA
Foco	1 por persona	9 000	Walmart
Contenedores plásticos con tapa, de diferentes tamaños	5	6 000	EPA
Toalla	2	6 500	Walmart
Cachador para peces pequeños	1	3 000	Suplidora Royal
Atarraya	1	13 000	Amazon
Chinchorro	1	11 000	Amazon
Cubeta con tapa	1	3 000	EPA
Binoculares	1	72 000	Amazon
Red de pesca con mango telescópico	1	10 000	Amazon
10 bolsas plásticas de diferentes tamaños	1	3 500	Walmart
Aireador	1	8 000	Suplidora royal
Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		233 995	

Equipo para mamíferos

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Guantes de cuero	1 par por persona	2 600	EPA
Botas de hule	1 par por persona	12 000	EPA
Foco	1 por persona	9 000	Walmart
Bolsas de tela con cordón diferentes tamaños	10	10 000	Amazon
Lentes de seguridad	1 por persona	2 000	EPA
Trampa Tomahawk mediana	1	53 000	Amazon
Caja transportadora mediana	1	24 000	Maskotikascr
Caja transportadora grande	1	50 000	Maskotikascr

Contenedores plásticos con tapa, de diferentes tamaños	1	6 000	EPA
Toalla	2	6 500	Walmart
Caja de guantes de latex o nitrilo	1	4 950	Walmart
Mascarilla	1 por persona	1 000	EPA
Cubeta con tapa	1	3 000	EPA
Red de captura con mango	1	10 000	Amazon
Bastón tipo lazo	1	20 000	Amazon
Trampa Sherman	3	10 000	Amazon
Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		357 845	

Equipo para el grupo de anfibios y reptiles

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Guantes de cuero	1 par por persona	2 600	EPA
Botas de hule	1 par por persona	12 000	EPA
Foco	1 por persona	9 000	Walmart
Gancho herpetológico	1	22 600	Pompilio Campos
Pinza herpetológica	1	60 000	Amazon
Red triangular para captura de serpientes	1	42 600	Pompilio Campos
Lentes de seguridad	1 por persona	2 000	EPA
Caja transportadora grande	1	50 000	Maskotikascr
Contenedores plásticos con tapa, de diferentes tamaños	5	6 000	Maskotikascr
Toalla	2	6 500	Walmart
Caja de guantes de vinilo o nitrilo	1	4 950	Walmart
Cubeta con tapa	1	3 000	EPA
Red de pesca con mango telescópico	1	10 000	Amazon
Botella de alcohol	1	2 000	Walmart
Binoculares 10x42	1	72 000	Amazon

Bolsas de tela con cordón diferentes tamaños	10	10 000	Amazon
Termómetro	1	10 000	EPA
Marcador permanente	2	2 000	Walmart
Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		418 045	

Equipo para caimanes y cocodrilos

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Guantes de cuero	1 par por persona	2 600	EPA
Botas de hule	1 par por persona	12 000	EPA
Foco	1 por persona	9 000	Walmart
Gancho herpetológico	1	22 600	Pompilio Campos
Pinza herpetológica	1	60 000	Amazon
Bolsas de tela con cordón diferentes tamaños	10	10 000	Amazon
Lentes de seguridad	1 por persona	2 000	EPA
Caja transportadora mediana	1	24 000	Maskotikascr
Caja transportadora grande	1	50 000	Maskotikascr
Contenedores plásticos con tapa, de diferentes tamaños	5	6 000	EPA
Toalla	2	6 500	Walmart
Mascarilla	1 por persona	1 000	EPA
Binoculares 10x42	1	72 000	Amazon
Red de captura con mango telescópico	1	10 000	Amazon
Bastón tipo lazo	1	20 000	Amazon
10 m de cuerda resistente	1	15 000	EPA
Alcantarilla plástica grande	1	26 000	EPA
Termómetro	1	10 000	EPA
Rollo de cinta adhesiva para tuberías	2	5 000	EPA
Marcador permanente	2	2 000	EPA

Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		459 995	

Equipo para abejas

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Foco	1 por persona	9 000	Walmart
Contenedores plásticos con tapa, de diferentes tamaños	1	6 000	EPA
Mascarilla	1 por persona	1 000	EPA
Binoculares	1	72 000	Amazon
10 m de cuerda resistente	1	15 000	EPA
Traje de apicultura	1 por persona	62 000	Amazon
Malla plástica delgada	1	1 500	EPA
Ahumador de abejas	1	13 000	Amazon
Aspiradora de abejas	1	28 000	Amazon
1 lata de spray fosforescente	1	5795	EPA
Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		250 790	

Equipo para flora

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Foco	1 par por persona	9 000	Walmart
Botas de hule	1 par por persona	12 000	EPA
Bolsas de distintos tamaños	10	10 000	Walmart
Binoculares 10x42	1	72 000	Amazon
50 m de cuerda natural delgada	1	15 000	EPA
1 paquete de amarras plásticas	1	3 500	EPA
Podadora de mano	1	8 000	EPA
Tijeras	1	3 500	EPA
Sellador vegetal	1	7 000	EPA
Otros insumos de interés para el rescate de plantas:			

Granza	4.4 kg	2 800	Verde Urbano
Tierra	1 m ³	6 000	Verde Urbano
Lombricompost	13 l	4 725	EPA
Bolsas de almácigo 7x5	50 uds	1 895	EPA
Semilleros	Bandeja de 72 espacios	1 600	EPA
Fertilizante 20-20-20	500 g	3 850	EPA
Fertilizante 10-30-20	500 g	3 975	EPA
Fertilizante de liberación lenta	1 kg	3 595	EPA
Fertilizante fórmula completa	2 kg	3 995	EPA
Fibra de coco	5 l	1 895	EPA
Malla sarán negro	1 m	1 160	EPA
Desinfectante grado sanitario	1	7495	EPA
Total		245 985	

Botiquín para la cuadrilla

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Botella de alcohol	1	2 000	Walmart
Jabón antibacterial	1	3 000	Walmart
Desinfectante de amplio espectro	1	8 000	Walmart
Caja de curitas	1	1 500	Walmart
Gasa	1	2 000	Walmart
Neobol	1	4 200	Walmart
Algodón	1	1 000	Walmart
1 caja de guantes de vinilo o nitrilo	1	4 950	Walmart
1 caja de antihistamínico (Benadryl)	1	5 500	Walmart
Esparadrapo	1	2 000	Walmart
Bloqueador solar	1	10 000	Walmart
Repelente de insectos	1	6 000	Walmart
Suero oral de manzana caja	1	2 600	Sucre
Total		52 750	

Botiquín de uso veterinario

Equipo	Cantidad	Costo aproximado en colones	Proveedor de referencia
Botella de alcohol	1	2 000	Walmart
Jabón antiséptico de clorhexidina	1	5 800	Sucre
Desinfectante de amplio espectro	1	8 000	Walmart
Gasa estéril en cuadro 4 x4	1	1 300	Sucre
Gasa estéril en rollo	3	1 400	Sucre
Neobol	1	4 200	Walmart
Algodón	1	1 000	Walmart
1 caja de guantes de vinilo o nitrilo	1	4 950	Walmart
Algodón en rollo	1	1 500	Sucre
Esparadrapo	1	2 000	Walmart
Coban 3x5	1	4 050	Sucre
Venda elástica	1	1 375	Sucre
Hisopos bolsa	1	750	Walmart
Paletas de madera bolsa	1	1 500	Walmart
Suero oral de manzana caja	1	2 600	Sucre
1 l cloruro de sodio	1	1 600	Sucre
Pasta energética Nutriplus	1	16 440	Mivete.com
Lágrimas artificiales	1	10 710	Walmart
Sulfadiazina de plata	1	2 780	Walmart
Neosept	1	1 765	Petsavenuecr.net
Aluspray uso veterinario	1	14 500	Ebay
Pinzas	1	3 500	Diprolab
Tijerass	1	1 800	Walmart
Total:		95 520	

En caso de realizar rescate hacia varios grupos, pueden reutilizarse los equipos recordando el deber de desinfectarlos y limpiarlos profundamente después de cada uso, por lo que no es necesario que se compre varias veces el mismo tipo de material o equipo si es reutilizable. Conviene priorizar que se adquiera suficiente equipo para realizar los rescates de manera óptima, con seguridad para la cuadrilla y para la vida silvestre involucrada. Los costos de equipo y materiales se tomaron como referencia de precios en el mercado en noviembre de 2024. Estos deberán actualizarse con base en la inflación y disponibilidad de equipo año con año.

En caso de requerir el rescate de todos los grupos en este protocolo, el costo total de materiales para la cuadrilla, reutilizando equipo entre varios grupos flora y fauna, incluyendo el material para desinfección necesario para su adecuada operación, sería de 1 052 280 colones. El costo del botiquín de campo de primeros auxilios para la fauna es de 95 520 colones. El botiquín de campo básico para la cuadrilla tiene un costo de 52 750.