

Rescate de Fauna Silvestre. Una Alternativa de Conservación en la Central Hidroeléctrica Miel I

Clara Pérez Gallego / ISAGEN - Colombia

cperez@isagen.com.co

Trabajo destacado en el III Congreso Internacional sobre el Medio Ambiente y la Industria Energética, realizado en San Luis, Argentina, del 17 al 20 de abril de 2007.

Índice

1. Antecedentes
2. Área de trabajo
3. Metodología y componentes del programa de salvamento y rescate
4. Resultados
5. Resultados del monitoreo y seguimiento
6. Conclusiones
7. Lecciones aprendidas
8. Recomendaciones
- Bibliografía

Introducción

La Central Hidroeléctrica Miel I propiedad de ISAGEN¹ se localiza en el flanco Oriental de la Cordillera Central de Colombia, en inmediaciones del municipio de Norcasia, Departamento de Caldas. Cuenta con una capacidad instalada de 396MW, un área total inundada al nivel normal del embalse 1.200 ha y un volumen total 571mm³. Su construcción se llevo a cabo entre los años 1997-2002, entrando en operación comercial, el 1 de diciembre del 2002.

Como parte de las actividades del Plan de Manejo Ambiental diseñado para la etapa de construcción, se estableció el programa de Salvamento y Rescate de Fauna Silvestre, el cual se adelanto principalmente en las zonas aledañas al embalse a conformarse.

Este programa parte de la evaluación del impacto de pérdida de hábitats terrestres disponibles para el establecimiento de la fauna por cambio del ecosistema y posible afectación a la biodiversidad. En este artículo, se presentará el desarrollo conceptual y metodológico diseñado para el rescate de fauna, estableciendo los parámetros fundamentales que permitieron

el éxito de esta estrategia. Igualmente, se presentarán los resultados obtenidos en los monitoreos de fauna posteriores que se han realizado.

1. Antecedentes

Ante la inminencia de la inundación de cerca de 1213 ha de bosques secundarios y rastrojos para la conformación del embalse Amaní de la Central Hidroeléctrica Miel I, prevista desde abril 11 de 2002 y planteada para 4 meses de duración, ISAGEN S.A. atendiendo los requerimientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial², diseño dentro del Plan de Manejo Ambiental de la construcción de la central, el proyecto de rescate, salvamento y reubicación de fauna silvestre, a fin de minimizar el impacto sobre la fauna.

El llenado del embalse implicaba la pérdida de fauna vertebrada terrestre residente en el área de inundación que no lograba escapar por si misma (v.gr., en un sentido amplio, en islas temporales: islas formadas por vegetación que muere en pie, amén de los terrenos colinados que durante la inundación formen islas con piso).

1 ISAGEN. Empresa de Generación de Energía, adscrita al Ministerio de Minas y Energía

2 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ambiental: Autoridad Ambiental Colombiana creado por la Ley 99 de 1993 y a quien compete la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables

Como parte fundamental para el diseño de esta estrategia de salvamento y rescate, dentro del programa se concibieron actividades previas como fueron:

- Actualización de los inventarios de especies.
- Evaluación de la capacidad de porte de las áreas potencialmente receptoras de la fauna provenientes de la zona de inundación.
- Definición de protocolos para la atención médico-veterinario en el proceso de salvamento de fauna.
- Capacitación al grupo de operarios en cuanto al manejo y manipulación de animales, a fin de garantizar el éxito de las labores en campo tanto para la fauna como para el personal.

Por lo tanto, en el presente artículo, se presentará el desarrollo de la metodología aplicada en las labores de campo, así como una síntesis de las fases previas al rescate y los principales resultados del monitoreo de fauna realizado en tres momentos posteriores a la conformación del embalse.

2. Área de trabajo

2.1. Ubicación biogeográfica

De acuerdo con la zonificación geográfica de Hernández-Camacho (1992) y biogeográfica de Hernández-Camacho *et al* (1992), el territorio donde se encuentra la Central Hidroeléctrica Miel I se enmarca dentro de los límites entre provincia biogeográfica Chocó-Magdalena, distrito Nechí y la provincia biogeográfica Norandina, donde se perciben las tendencias más lluviosas de selva húmeda y más secas, respectivamente.

Dada esta circunstancia, la localidad se presenta como una zona de intercambio de elementos biológicos del valle medio del Magdalena (algunos de ellos endémicos como *Saguinus leocopus* -Tití-), de la cordillera oriental y la zona subandinas y andinas de la cordillera central.

2.2. Fisiografía y suelos

La zona de estudio se caracteriza por ser un área de topografía de montaña cuya altura no sobrepasa los 1.000 m.s.n.m., con pendientes en general altas y frecuentemente escarpadas (mayor del 100%), tanto en las vertientes del río Miel como el Moro (UAM, 1995a; estudio de campo Neotrópicos, 2001, notas generales). La erosión tiende a ser alta, debido al grado de pendiente y la fertilidad muy baja, condicionando usos del suelo en bosques permanentes y cultivos multiestrata, con condiciones especiales de manejo (Convida, 2001).

2.3. Clima

La zona de estudio está en su totalidad en la zona de Confluencia Intertropical (ITCZ), lo que determina su régimen pluviométrico. Hay presencia de lluvias durante todo el año, influenciadas por la topografía, con un régimen bimodal con dos periodos de lluvia, el primero de abril a mayo y el segundo de septiembre a diciembre, al igual que dos periodos secos, uno de enero a marzo y el segundo de junio a agosto. La precipitación en el Río La Miel es variable, con fluctuaciones desde 2300mm en la parte alta, hasta 4300mm en el sitio de presa. La temperatura media anual es de 25.5°C (Convida, 2001).

En cuanto a la humedad relativa, los registros muestran una variación durante los doce meses del año, así como variaciones horarias presentando su mayor grado de saturación (90-100%) desde las 12:00 pm hasta las 6:00 am (Convida, 2001).

2.4. Hidrografía.

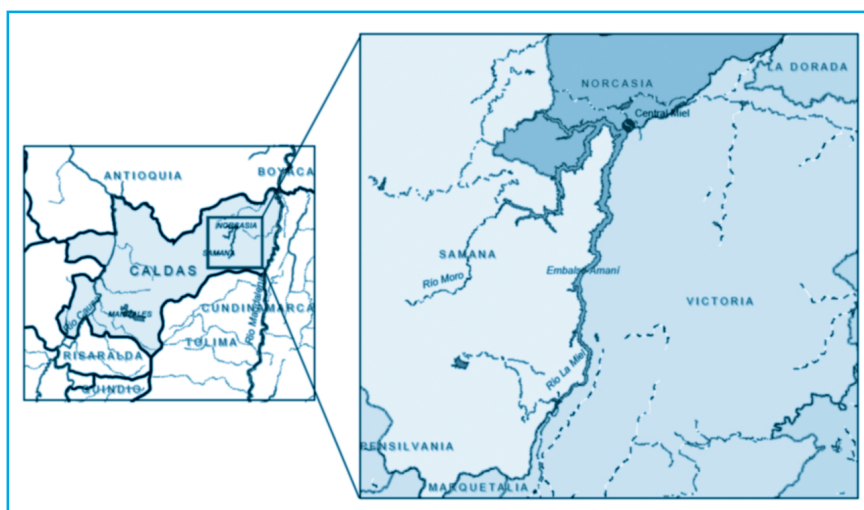
El río La Miel pertenece a la cuenca media del río Magdalena. Nace a unos 3500msnm y desciende hasta los 160msnm, con una longitud aproximada de 68Km, desde el nacimiento hasta el sitio de presa; posee una pendiente aproximada del 4% y un área de drenaje de unos 770km². Los ríos principales forman una red dendrítica a subangular densa controlada estructuralmente, que proporciona a la región una alta escorrentía.

2.5. Cobertura vegetal

Los bosques nativos de la zona cafetera han sido destruidos desde principios de este siglo, lo que implica que los bosques primarios se encuentren principalmente sobre las cuchillas y como bosques de galería (Carranza y Lynch, 1997). Por lo tanto, la mayor parte del área de trabajo se presenta como un mosaico de remanentes de bosques secundarios y cultivados, áreas enastrojadas y áreas de cultivos y potrerizadas.

La mayor parte de los relictos de bosque están localizados hacia la margen izquierda del río Moro y hacia la margen derecha del río La Miel excepto en algunos sectores en la margen izquierda de este último río, gran parte de ellos cercanos a la confluencia con el Moro. Adicionalmente, se observaron bosques riparios en algunas microcuencas.

En cuanto a las coberturas vegetales la zona del embalse fue sectorizada tanto para las labores de *salvamento previo* como para el *salvamento contingente*, teniendo



en cuenta las 3 colas conformadas por el río La Miel, el río Moro (afluente del anterior) y la quebrada Santa Bárbara que desagua en el río Moro.

3. Metodología y componentes del programa de salvamento y rescate

Dentro de los componentes del plan de salvamento, fue estipulada la división del programa de rescate propiamente dicho, en dos etapas, las cuales incluyeron actividades de antes y durante el llenado. Así, desde enero 11 hasta abril 12 de 2002 se llevaron a cabo las labores de rescate previo a la inundación, el cual tenía un enfoque preventivo y buscaba minimizar el número de especies que pudieran quedar atrapadas una vez se iniciara la inundación de la zona de embalse.

Posteriormente, a partir de abril 12 y hasta octubre 31 de 2002 se llevaron a cabo las labores de salvamento contingente, es decir, el rescate de fauna aún presente en los bosques y rastrojos ubicados dentro del vaso del embalse y con algún riesgo de ahogamiento o aislamiento en árboles emergentes.

Sin embargo, previa a la ejecución de actividades propias del programa de salvamento y rescate, se realizaron acciones fundamentales que fueron piezas claves para el establecimiento de las metodologías aplicar y el plan de trabajo ejecutado en campo. Las mismas se describen a continuación.

3.1. Fases previas al rescate

3.1.1. Actualización de Inventarios

El objeto principal de la actualización de Inventarios, fue determinar sobre qué especies faunísticas deberían ejecutarse las acciones de salvamento y rescate. Igualmente, fue importante considerar que la información se encontraba bastante desactualizada, dado que transcurrieron varios años entre los estudios iniciales y el momento de la construcción.

Para lograr este objetivo, el estudio fue planteado como una evaluación

de biodiversidad (caracterización de hábitats y mediciones de diversidad de organismos). Se determinó cuáles son los elementos faunísticos valiosos (social, económica, cultural y ecológica) del área de embalse que ameritarían el esfuerzo de un programa de rescate y cuales de esos elementos podrían sobrevivir una vez trasladados a otras áreas (las zonas de reserva p.ej.). Igualmente y mediante la aplicación de encuestas, se vincularon a las comunidades aledañas a los terrenos del embalse, con el fin de establecer usos de la fauna y presencia de la misma en sus terrenos.

3.1.2. Evaluación de las áreas receptoras

ISAGEN posee cerca de 3000 ha de terrenos aledaños al área del embalse, con manchas de bosque secundario y rastrojos que cumplirían dicha función y en las cuales, el interés de la empresa es que estas áreas se convirtieran en términos efectivos, en reservas faunísticas y florísticas que aumenten el patrimonio natural de la región. Por lo anterior, se realizó una evaluación del estado de conservación, fragmentación, tamaño, conectividad y distribución espacial de los fragmentos de bosques y áreas posibles receptoras de fauna.

3.1.3. Plan de atención médico-veterinaria

- La atención médico-veterinaria gira alrededor del Centro de Atención de

Fauna (CAF). Para el programa de la Miel y debido a las condiciones cambiantes del ambiente (intervención de áreas y llenado de embalse), se diseñó de manera temporal una unidad con las siguientes características: infraestructura transportable, diseño físico, definición de procedimientos y protocolos para aplicación de animales que debían ser llevados al CAF o que pudieran ser liberados de manera inmediata, equipos, insumos y personal.

Resaltando lo señalado atrás, esto la hace adaptable a las condiciones ecológicas del entorno. Igualmente resulta ventajosa sobre una unidad fija (infraestructura inmobiliaria) puesto que permite mantener la equidistancia con todos los frentes de trabajo, los cuales varían en la medida que avanzan los trabajos operativos.

En cuanto a los protocolos de manejo de fauna, se establecieron 8 los cuales se desprenden de un flujograma general de manejo del CAF, el cual se describe en la Figura 1.

3.1.4. Entrenamiento a operarios

Para la ejecución de las actividades en campo, se contó con la contratación de un grupo de operarios (personal de la misma comunidad), el cual recibió una serie de capacitaciones de entrenamiento requerido para optimizar las actividades propias del rescate.

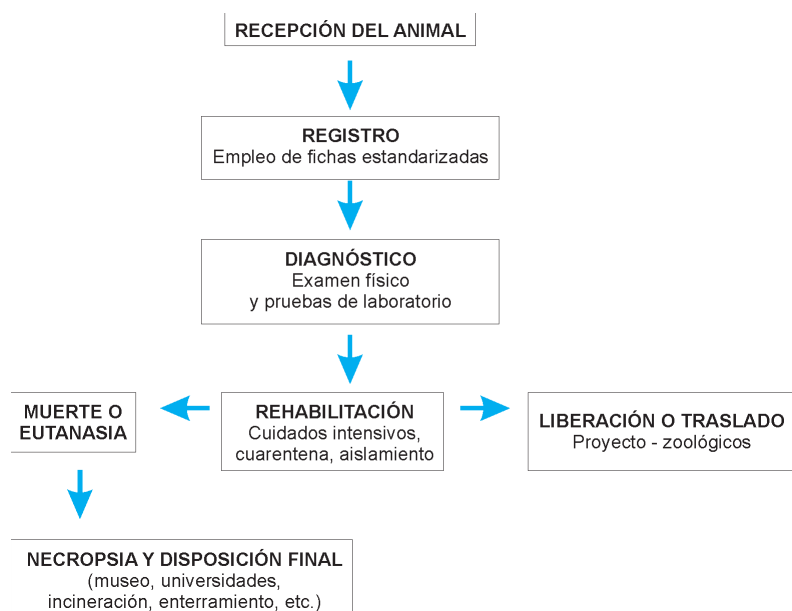


Figura 1. Flujograma general de manejo del CAF

Los cursos fueron obligatorios para todos y se dictaron en la ciudad de Medellín por el equipo de biólogos y veterinarios del proyecto de salvamento. Se contó con el apoyo del Serpentario de la Universidad de Antioquia, el zoológico Santa Fe de Medellín y la Cruz roja de Antioquia estuvo a cargo de la capacitación de en lo que respecta a técnicas de primeros auxilios, normas de seguridad y técnicas de rescate ante eventuales accidentes.

3.2. Fases o metodologías de actividades de salvamento y rescate

Para que el plan de salvamento cumpla con una racionalidad ecológica, desde su primera etapa debe ser concebido por distintos componentes, como muestra la Figura 2.

Una vez analizados e interrelacionados los elementos establecidos previamente, el siguiente paso es el diseño de las estrategias de salvamento y rescate propias y requeridas para la zona de estudio. Nuevamente se resalta, que a este nivel, el programa cuenta con el aval de información actualizada (objetos de rescate identificados, zonas de recepción), así como con la logística y el personal idóneo para su ejecución. En el flujograma anterior, se enuncian los componentes y claramente se ve que los mismos giran en torno al logro del objetivo fundamental: *fortalecer la función ecológica y social de la biodiversidad*.

A continuación se detallan los elementos y estrategias diseñadas para el rescate de la zona de estudio:

1. Determinación del tamaño de las áreas a inundar

Según los cálculos realizados, la zona a inundar (vaso del embalse entre las cotas 265msnm -nivel del río- y cota 450 -máxima de inundación) contaba en total con un área de bosques y rastrojos igual a 1127ha, equivalentes al 89,7% del total de ha a inundar. Del total de bosques y rastrojos a inundar, el 5,4% está entre la cota mínima de inundación y la cota 330, el 10,2% hasta la cota 350 y el 41,4% está entre la cota mínima de inundación y la cota 400.

El cálculo de áreas se llevó a cabo mediante un proceso de construcción de polígonos entre cotas. El SIG utilizado fue MapGrafix, y el mapa de base tiene una escala 1:25.000 (DB-SIG Geólogos consultores, 2000).

2. Determinación de cotas críticas durante el salvamento

Con base en la información del tamaño de las áreas y de acuerdo al programa de

llenado del embalse, se realizó un cálculo para establecer tanto en la fase previa, como durante el llenado del embalse, cuales serían las cotas críticas para la realización de los trabajos.

Para la fase previa a la inundación y tomando intervalos de cubrimiento de 50m, y de acuerdo con los cálculos de áreas (1213ha a inundar), se estableció que las labores de salvamento se debían concentrar entre las cotas 400 y 450 por su tamaño, el cual abarcaba el 58,7% del área total de bosques y rastrojos altos a inundar y entre las cotas 350 y 400 se cubriría el 31,2% del área total de bosques. El restante (10,2%), se tomó entre la cota mínima de inundación y la cota 350 (ver tabla 1).

Para la fase del llenado del embalse, las cotas críticas de salvamento siguen siendo las mismas que las mencionadas anteriormente en términos de área. En términos de tiempo, una muy alta velocidad de inundación de bosques y rastrojos se da al inicio del llenado hasta la cota 330, a partir de la cual la inundación baja abruptamente de velocidad hasta la cota 350, punto donde se estabiliza, sin dejar de ser alta, entre de las 20 y 15 ha/día (ver Figura 3).

cota	Ha. entre cotas	Ha/ día	Días disponibles	Operarios disponibles	Ha /día/ opera
400-450	661	41	45	16	1
350-400	352	22	24		1
300-350	114	7	8		1

Tabla 1. Cubrimiento del área durante las labores de salvamento previo al llenado

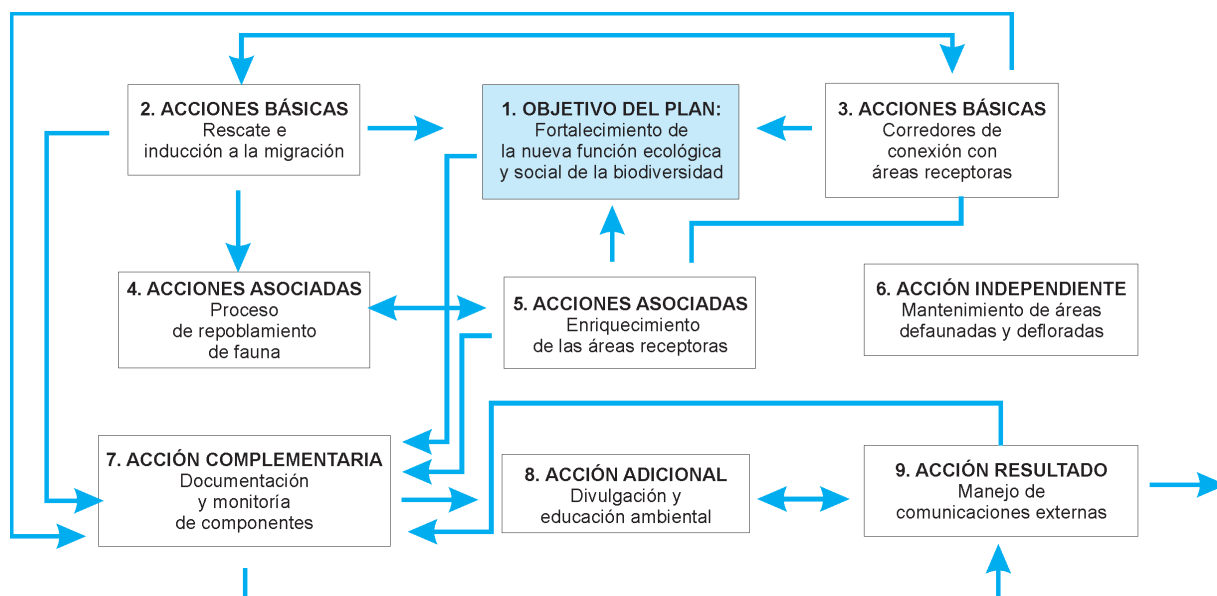


Figura 2. Componentes del plan de salvamento

En la figura 4 se muestra el promedio de hectáreas que debían cubrirse por día entre cotas de inundación a estas velocidades de llenado. De acuerdo con esto y aún teniendo en cuenta 8 días de punto muerto de llenado (en la cota 330), el escenario de llenado implicaba la contención intensiva de repoblamiento y desalojo de fauna residente (descope o anillamiento de árboles emergentes, barrido entre estas cotas, rescate de individuos) hasta la cota 340, aplicable también para cualquier cota de inundación, ya que la velocidad de llenado una vez se reinicie sería siempre sumamente alta desde el punto de vista del salvamento.

Otro factor muy importante y en relación al punto anterior es el tiempo de permanencia de cobertura vegetal emergente, puesto que ella se constituye en trampa de fauna durante el llenado. De acuerdo con estudios sobre vegetación y observaciones directas en campo, los bosques y rastrojos presentaban una altura aproximada entre 15 y 20 metros. Con base en esto, se pudo saber el número de hectáreas de bosque que desaparecen en la medida que avanza la inundación y el tiempo en que sucede. Así, llegada la cota de inundación a la cota 300, desaparece por completo la cobertura vegetal presente desde la cota 280, en la 320 la presente hasta la cota 300 y así sucesivamente. En la figura 5 se dan los tamaños de los bosques y los días que permanecerían como trampas de fauna.

3. Estrategias del salvamento y rescate

El salvamento de fauna diseñado para la Central Miel I, fue un proceso que se adelantó en dos momentos: previo a la inundación (salvamento previo) y durante el llenado (salvamento contingente)

Salvamento previo al llenado: En este proceso se utilizaron las siguientes estrategias básicas:

Perturbación de áreas boscosas e Inducción a la migración: Ambas actividades tuvieron como objetivo principal la expulsión de la fauna de las zonas que cubriría el embalse y su posible migración hacia áreas en donde puedan establecerse definitivamente.

El ahuyentamiento se efectuó por intervención directa sobre los hábitats, mediante la producción de ruidos, remoción de la biomasa existente, e intervención controlada en sitios de refugio con fuego y

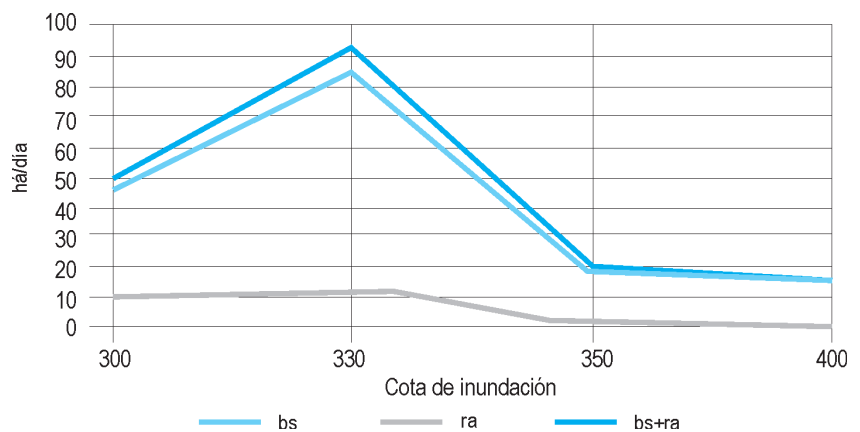


Figura 3. Velocidad promedio de inundación de bosques secundarios y rastrojos

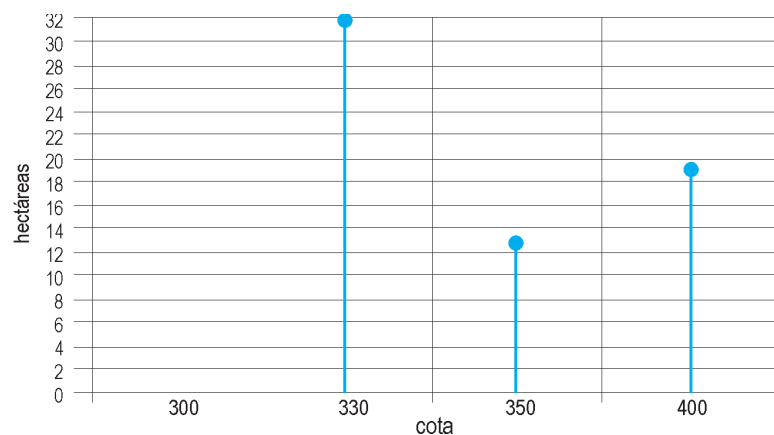


Figura 4. Promedio de hectáreas por día a cubrir entre cotas de inundación

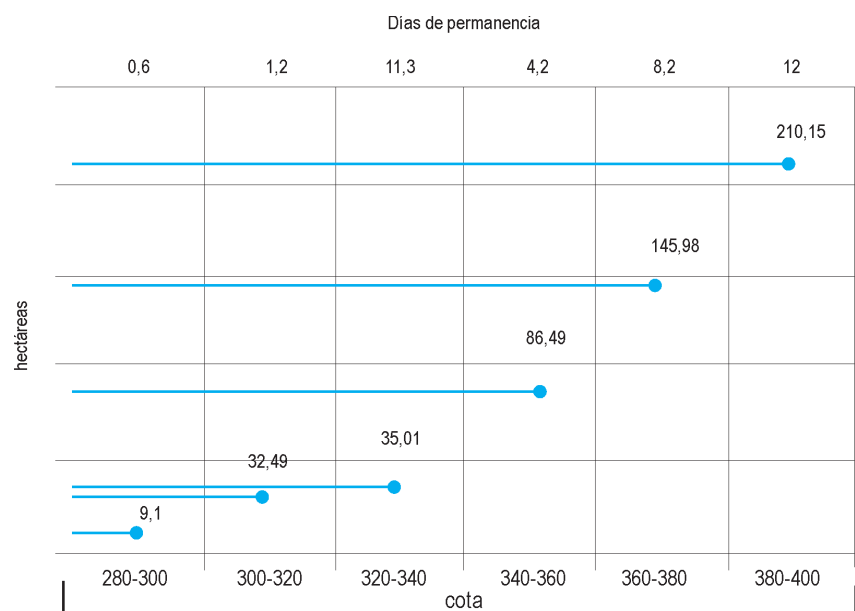


Figura 5. Tiempo de permanencia de cobertura vegetal emergente

humos. De esta forma la fauna sale de sus refugios y se dirige a los lugares seleccionados, utilizando corredores artificiales, hechos con pantallas de tela o anejo, para direccionar su huida.

A fin de manejar el direccionamiento de la fauna a desalojar en el área a inundar, la sectorización fue la siguiente (Figura 6): sector 1 subcuenca río La Miel; sector 2 subcuenca río Moro y sector 3 subcuenca quebrada Santa Bárbara.

Inhabilitación de hábitats defaultados: La remoción selectiva de biomasa, consistió en la búsqueda de los posibles refugios de la fauna (árboles huecos, palmas y árboles frondosos con presencia de epifitas) y la vegetación que hace parte de la alimentación, de acuerdo con lo que reporta la literatura y a las observaciones hechas por los pobladores de la zona.

Lo que se buscó con esta estrategia, fue remover la vegetación que creaba un ambiente propicio para albergar fauna, así como destruir madrigueras y comederos, con el fin de provocar su desplazamiento de la zona. Esta actividad se realizó mediante la tumba de la vegetación y al mismo se ejecutó orientando la caída de los árboles de forma que los animales se movieran hacia los bosques receptores de fauna, que para este caso fueron Caño El Tigre, Alto de La Mula.

Igualmente, esta actividad evitó al máximo la manipulación de animales, logrando minimizar los niveles de tensión y el riesgo de accidentes, tanto de los animales como del personal. La remoción selectiva de biomasa también facilitó la observación de los individuos presentes en ella y su identificación para anexar los reportes a la base de datos.

Captura (Rescate físico), transporte y liberación de fauna: Consistió en la captura de los individuos por métodos como sedación con dardos, acorralamiento y utilización de redes y jamas, y su reclusión en jaulas de acuerdo con el tamaño de acuerdo con el tamaño del animal para su posterior liberación. Esta acción, se aplicó en los casos de animales atrapados o de poca movilidad y en todos los casos posibles la liberación de los mismos se realizó de manera inmediata.

La captura de individuos permitió el registro y toma de datos útiles para la monitoría, tales como dimensiones fisionómicas (de acuerdo al taxón), datos taxonómicos, peso, sitios de origen y destino, sexo y

hábitat de captura, además del registro fotográfico.

De otro lado, para toda la fauna capturada se llevó a cabo la aplicación de procedimientos para la evaluación del estado de salud del animal. Se tuvo en cuenta las especies más importantes a rescatar, el sitio donde se encontraron y los lugares a los cuales se trasladaron.

Salvamento durante el llenado o contingente: Se define como salvamento contingente, a todas las labores de rescate realizadas mediante patrullajes en el nuevo embalse.

Las áreas críticas durante esta etapa se definieron teniendo en cuenta en principio 3 factores, el área entre cotas, el sector o subsector que ocupaba y el tiempo disponible para su cubrimiento. En este momento del proceso entre más alto el nivel que va ocupando el espejo de agua, la cota es más crítica ya que el área de cubrimiento es de mayor amplitud, y a la vez, los sectores más cercanos a la presa, son más críticos por ser las áreas primeras en ser copadas por la inundación (la dirección de la inundación va de la zona de presa a las colas).

El cubrimiento del área a inundar con labores de salvamento contingente (es decir, las labores de rescate de fauna atrapada por la inundación durante el llenado del embalse), como se explicó antes, dependió del nivel en que se encontraba éste en un momento dado y los días de permanencia de ese nivel de inundación. Estos días de permanencia implicaron días de patrullaje

Las estrategias de rescate durante el llenado fueron:

Patrullajes: Durante el llenado del embalse fueron utilizadas embarcaciones para realizar las faenas de rescate. Estas embarcaciones (lanchas semi-rápidas de 3m de eslora) llevaron a cabo recorridos (patrullajes) desde la zona de presa hacia las colas que forman en el embalse el río Moro, el río La Miel y la quebrada Santa Bárbara. Los patrullajes fueron diurnos y ocasionalmente nocturnos en jornadas de 8 horas y la cobertura diaria dependió del nivel del embalse.

Durante estos patrullajes se hizo una búsqueda intensiva de la fauna que pudiera estar presente entre el follaje de la

Ahuyentamiento de fauna.



Establecimiento pantallas para direccionar migración

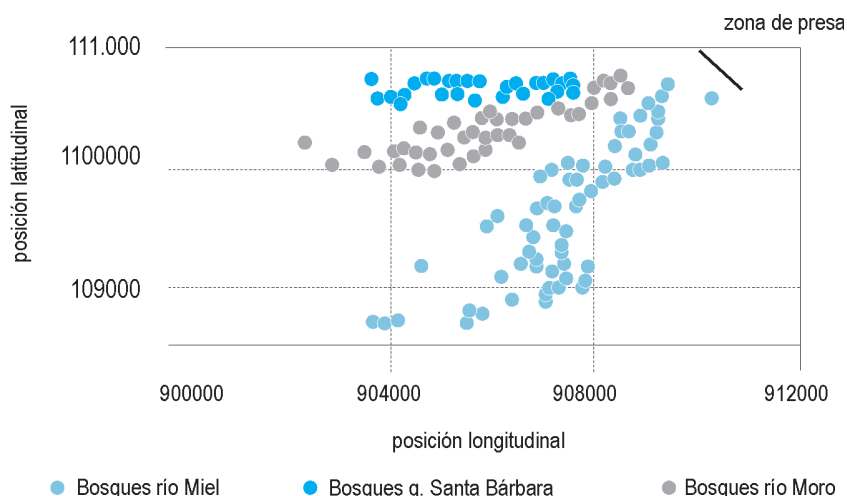


Figura 6. Distribución espacial de los fragmentos de bosques en la cuenca del río La Miel

vegetación emergente, se verificaba que no se estuvieran formando islas (con piso o sin piso) y en el caso de que se estuvieran formando se procedía a su aislamiento y posterior descope de los árboles. A la par con los patrullajes se llevó a cabo un acompañamiento desde tierra cerca al borde del embalse, con lo que se lograron optimizar los avistamientos y rescates.

Rescates. Las labores de salvamento en esta fase, fueron dirigidas hacia las especies que corrían riesgo de ahogamiento. Los rescates se llevarán a cabo sobre fauna atrapada entre el dosel próximo a inundarse y fauna en el agua.

Inhabilitación de hábitat. La inhabilitación de hábitat durante el llenado fue de dos tipos: selectiva y masiva, esta última adoptada una vez se tuvo la certeza de que la velocidad de llenado era más lenta de lo previsto.

La inhabilitación selectiva de hábitat, durante el salvamento contingente se realizó debido a los efectos del llenado demasiado lento y las condiciones climáticas (época seca). Estos efectos se presentaron en las zonas antes intervenidas, siendo los más relevantes la regeneración del hábitat y el desplazamiento de fauna ya ahuyentada hacia las cotas bajo el nivel máximo de llenado en busca de agua, ambos negativos para los objetivos que perseguía el proyecto. Por lo anterior y de forma paralela, se iniciaron nuevamente labores de deforestación, así como la remoción de troncos que se encontraban en el agua pero que se conectaban con otros en tierra, ya fuera por medio del follaje, bejucos o ramas y por lo tanto los animales podían acceder a ellos y encontrarse en situaciones de peligro, a su vez, también se tumbaron los árboles que se encontraban en las islas efímeras.

La decisión sobre la utilización de la destrucción masiva de hábitat (labores de ahuyentamiento mediante la implementación de zocola y tumba extensiva del dosel arbóreo en áreas críticas), se tomó al considerar que la inhabilitación selectiva ya no era suficiente si se quería evitar el reingreso de fauna hacia las cotas de inundación, dado que la velocidad de llenado se estabilizó a una tasa demasiado baja (20 cm/día en promedio). Con esto se



Rescate contingente



Rescate físico de animales susceptibles de quedar atrapados

Clase	Especie	ZI	Z NI	R
Mamíferos	<i>Agouti paca</i> (Guagua)			
	<i>Saguinus leucopus</i> (Tití)			
	<i>Mazama americana</i> (Venado colorado)			
	<i>Cabassous centralis</i> (Armadillo)			
	<i>Dasyprocta punctata</i> (Guatin, Neque)			
	<i>Caluromys lanatus</i> (Chucha)			
	<i>Leopardus pardalis</i> (Tigrillo)			
	<i>Leopardus tigrinus</i> (Tigrillo)			
	<i>Puma concolor</i>			
	<i>Choloepus hoffmanni</i> (Perico ligero)			
	<i>Lutra longicaudis</i> (Nutria)			
	<i>Tamandua mexicana</i> (Oso hormiguero)			
	<i>Nasua nasua</i> (Cusumbo)			
	<i>Pecari tajacu</i> (Cachufa)			
	<i>Tayassu pecari</i> (Cachufa)			
Anfibios	<i>Dendrobates truncatus</i>			
Reptiles	<i>Iguana iguana</i>			
	<i>Tupinambis nigropunctatus</i> (Lobo pollero)			
Aves	<i>Buteo magnirostris</i> (Gavilán)			
	<i>Leucopternis semiplumbea</i>			
	<i>Capito hypoleucus</i>			
	<i>Cathartes aura</i>			
	<i>Coragyps atratus</i>			
	<i>Forpus conspicillatus</i>			
	<i>Brotheria jugularis</i>			
Total especies		25	12	17
No. spp exclusivas			1	1
				7

ZI: Zona a Inundar; Z-NI: Zona no inundar y R: Reservas

Tabla 2. Especies registradas en el muestreo que requieren especial cuidado por su estado de conservación.

logró un cubrimiento del área de acuerdo con los alcances esperados.

4. Resultados

En términos de tiempo de labores, se abarcaron proporciones de tiempo de aproximadamente 76 días hábiles de salvamento previo, 45 días dedicados a labores entre la cota 400 y 450, 24 días entre las cotas 350 y 400 y 8 días entre la cota mínima y la cota 350.

El equipo de trabajo en campo estaba constituido por profesionales del área de la biología y veterinarios con experiencia en el manejo de fauna silvestre y por personal auxiliar que fue contratado directamente en la zona.

El trabajo se organizó de la siguiente manera: para el salvamento previo al llenado el grupo de operarios se dividió en 4 cuadrillas de 4 operarios, a cargo cada una de un integrante del equipo profesional; para el salvamento contingente (durante el llenado) el equipo de operarios se dividió en 2, uno para los trabajos desde el agua (patrullajes) y otro que continuó con las labores en tierra.

Cada grupo de trabajo contó con el equipo necesario para tener acceso a los animales y efectuar la captura de animales. Contó con: guantes de carnaza, ganchos capturadores (para serpientes, osos hormigueros, perezosos, etc), costales de fibra o cajas de madera (para serpientes venenosas, saurios grandes, mamíferos medianos), bolsas de tela (serpientes, saurios pequeños, ardillas y otros mamíferos pequeños) y nasas de 1m de profundidad y ojo de red de 2,5cm (para primates pequeños, ardillas, armadillos, zorras, machines, guaguas, perros de monte, ñeques, cusumbos). Para el transporte se utilizaron jaulas y guacales plásticos. Cada grupo se encargó del traslado y liberación de fauna que iba rescatando.

El salvamento de fauna se concibió sobre la mayor cantidad de especies principalmente aquellas de interés especial (ver Tabla 2), durante el tiempo de remoción de biomasa vegetal y antes y durante el llenado del embalse, haciendo énfasis en las cotas críticas, para finalizar con la evacuación realizada en los últimos remanentes de bosque antes de alcanzar la cota de llenado. Para efectos de diseño del plan de salvamento se manejo hasta la cota 450 como zona crítica (5m por encima de la cota máxima de inundación), esto

con el fin de manejar franjas de seguridad durante los rescates.

Para las labores de inhabilitación de hábitat en ambas etapas se cortaron en total 15.740, árboles y se destruyeron 768 madrigueras que se encontraban en los tres cuerpos de agua. El registro de árboles se llevó a cabo de acuerdo con los nombres locales que les dan los pobladores de la zona, donde se tuvo en cuenta su uso y si eran o no consumidos por algún animal, aunque en algunos casos esto no se pudo determinar. En total se tomaron datos de 94 tipos diferentes de árboles.

Cada profesional contó con una bitácora de observaciones y fue responsable por la información referente a la fauna rescatada. Entre otros, los datos registrados fueron: patrulleros, fecha, área de trabajo (cola de la quebrada, colina tal, etc), especies avistadas, especies rescatadas, especies muertas, sitios de liberación, marcaje, etc.

De otro lado, para toda la fauna capturada se llevó a cabo la aplicación de procedimientos para la evaluación del estado de salud del animal. Se tuvo en cuenta las especies más importantes a rescatar, el sitio donde se encontraron y los lugares a los cuales se trasladaron. Esto con el fin de no improvisar en el terreno, optimizar los recursos y manipular lo menos posible a los animales, con lo que se evitaron muertes por tensión.

4.1. Rescates

En el río La Miel se rescataron 183 animales, en el río Moro 22 y en la quebrada Santa Bárbara cinco. Esto puede atribuirse a que La Miel es el cuerpo de agua mas extenso y a que en comparación con la fisiografía del río Moro y de la quebrada Santa Bárbara, presenta una menor proporción de pendientes escarpadas.

De acuerdo con el objetivo del plan, las labores de salvamento fueron dirigidas hacia el mayor número de especies que estuvieran corriendo el riesgo de ahogamiento (lo que excluyó de facto el rescate de aves adultas el rescate de nidadas es poco práctico desde el punto de vista ecológico, puesto que en general los parentales no dudan en abandonar los polluelos o huevos ante el asomo de cualquier situación adversa).

Durante el salvamento previo y el contingente se rescataron en total 34 especies, de las cuales el 52.9% fueron reptiles, el 38.2% mamíferos y el 8.8% anfibios.

En cuanto a individuos, se rescataron 210 animales, 148 fueron mamíferos y de éstos, 101 fueron perezosos (*Choleopus hoffmanni*). Este mamífero es de carácter pacífico y de desplazamiento muy lento y esto posiblemente contribuyó a que se encontrara frecuentemente en situaciones de peligro.

En cuanto a los rangos de distribución de las especies registradas para la zona a inundar (Neotrópicos, 2001), se reporto como de amplia distribución y calificado como común, por lo que se consideró poco probable encontrar especies que no toleraran un desplazamiento altitudinal. El traslado de un individuo a otro sitio diferente al bosque aledaño sólo se hacía cuando los animales eran capturados en zonas donde se supiera que la presión por cacería era alta, donde en caso de que el nivel del agua subiera, el individuo no pudiera desplazarse altitudinalmente a cotas mayores o también en aquellas en que el terreno fuera tan escarpado que la movilidad de los operarios y los profesionales fuera bastante difícil o peligrosa.

5. Resultados del monitoreo y seguimiento

Como se menciona en la parte inicial del artículo, la fase de salvamento y rescate no concluye con la ejecución de actividades, este continua con la ejecución de un programa de monitoreo y seguimiento, el cual se concibió para la etapa de operación, por un periodo de 10 años, con muestreo cada dos años.

A la fecha, ISAGEN ha adelantado la realización de 3 monitoreos (2002, 2003, 2005) y continuación se presentan los principales resultados en términos del aumento de taxa registrado e indicadores de biodiversidad.

Herpetofauna

Como puede observarse en el siguiente cuadro comparativo, se detecta un aumento leve del número de taxa reportados.

	2001-2002	2003	2004
Órdenes	2	4	2
Familias	13	19	18
Especies	38	37	40

En cuanto a la diversidad (tabla 3), no se muestra cambios drásticos entre los monitoreos; El número de especies entre el segundo monitoreo y el tercer monitoreo fue el mismo, aunque no se registraron exactamente las mismas especies, lo cual es normal en este tipo de monitoreos de corta duración. El número de individuos varió entre los dos últimos monitoreos, debido a la adición de dos nuevos sitios de muestreo (Planes y La Mula) en el último monitoreo.

Índices	2001-2002	2003	2004
N	-	283	314
S	38	33	33
H'	-	4,1	4.1
D	-	13,3	12.2
E	-	0,951	0.944

N: N° de individuos, S: Riqueza de especies, H': Índice de Shannon-Wiener, D: Dominancia de Simpson y E: Equidad

Tabla 3. Índices de diversidad de los anfibios y reptiles registrados en los monitoreos realizados por ISAGEN en la zona de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I.

Aves

Se observa un incremento en cuanto a órdenes, familias y especies de aves registradas en los monitoreos realizados por ISAGEN en la zona de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I.

Muestras comparadas	2001-2002	2003	2004
Órdenes	12	14	17
Familias	32	39	42
N° de especies	105	158	188

Para este grupo, solamente se muestran los índices de diversidad obtenidos en 2003 y 2004, ya que 2001-2002, no se aplicaron. Los resultados obtenidos para 2003 y 2004, son similares en cuanto a los resultados obtenidos; la mayor diferencia

Índices	2001-2002	2003	2004
N	-	695	1038
S	41	56	77
H	-	4,0	4,56
D	-	0,02	0,11
E	-	0,87	0,73

Tabla 5. Índices de diversidad para aves.

se presenta en el número de especies. Se debe tener en cuenta que en el 2004 se adicionaron dos bosques: Planes y La Mula, lo cual podría mostrar un sesgo, en cuanto a los resultados y por lo tanto no se anexan en el cuadro comparativo de los resultados de Diversidad.

La riqueza de especies (S) reportada en el 2001-2002 =105, en el 2003 (S) =158, y en el 2004 (S) =188 especies. Mostrando una riqueza mayor de especies de aves en el monitoreo del 2004 que en los dos anteriores.

Mamíferos

Comparación de los resultados obtenidos en los monitoreos realizados por ISAGEN en la zona de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I.

	2001-2002	2003	2004
Órdenes	9	10	10
Familias	22	25	26
Especies	41	56	77

En cuanto a los índices de diversidad, nuevamente para el monitoreo del 2001-2002 no se realizaron todos los indicadores propuestos.

6. Conclusiones

- La zona de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I, tiene características ecológicas especiales, gran diversidad de especies, alta precipitación, gran

riqueza hídrica, fauna y flora propia de la región tropical húmeda calida.

- El rescate de fauna silvestre, ejecutado durante la etapa de construcción, se constituyó como un programa necesario, debido a la conformación del embalse y al tipo de ecosistema que se esta afectando, el cual esta constituido por bosques mixtos y sistemas de rastrojos representativos para la región, donde estas modificaciones inciden en la fauna y en los procesos ecológicos del entorno.
- Para la conservación de la vida silvestre y para asegurar un grado apropiado de estabilidad a los ecosistemas, es importante realizar los monitoreos, ya que estos nos permiten tener una idea de los cambios que ha sufrido dicho componente después del llenado del embalse. Igualmente, estos monitoreos aportan conocimientos sobre la ecología de las especies y estado de conservación local de las poblaciones naturales, de tal manera que se puedan establecer prioridades de conservación y protección.
- Según las observaciones realizadas en este estudio, se aprecia que la fauna utiliza diferentes tipos de hábitat, bosques secundarios con diferentes años de regeneración, y rastrojos altos. Los fragmentos estudiados son adecuados para la conservación y sostenimiento de varias especies encontradas y otras que se formen o lleguen de otros sitios aledaños.

Monitoreo 2003								
Variables	Época seca				Época de lluvia			
	1	2	3	4	1	2	3	4
S	40	57	68	71	64	49	57	54
N	125	246	280	315	197	215	348	205
D	0.059	0.045	0.022	0.073	0.016	0.081	0.34	0.042
E	0.941	0.884	0.988	0.841	0.972	0.856	0.571	0.9
H'	5.01	5.16	6.09	5.17	5.83	4.63	3.27	5.09
Monitoreo 2004-2005								
	Época seca				Época de lluvia			
	1	2	3	4	1	2	3	4
S	77	45	66	57	61	41	61	34
N	318	159	248	221	253	144	485	116
D	0,019	0,053	0,02	0,02	0,027	0,042	0,179	0,034
E	0,935	0,887	0,942	0,956	0,92	0,913	0,705	0,943
H'	5,86	4,87	5,69	5,6	5,45	4,89	4,18	4,8

Bosques: 1 Cariaño, 2 Campiña, 3 Tigre y 4 Tesorito

Tabla 4. Índices de diversidad para aves.

- En cuanto a los últimos resultados del monitoreo adelantados entre 2004-2005, claramente se aprecia un incremento de las especies de la fauna, especialmente para aves y mamíferos, registradas, en comparación con los datos anteriores. Esto muestra que los bosques han tenido un proceso de madurez, y de conservación, lo que les permite una mejor oferta de alimento y refugios para albergar a la fauna presente y la que pueda llegar.

7. Lecciones aprendidas

La ejecución de las labores previas, permitió obtener información base fundamental para el diseño de las estrategias del plan de salvamento. Mediante la ejecución del mismo y a través de las pocas experiencias que se recopilaban en la literatura consultada, se pudo establecer que para la cada zona en particular se deben correlacionar elementos de diferentes disciplinas que permitan ejecutar acciones que arrojen los resultados esperados, como es el caso de la central Miel I.

El trabajo interdisciplinario, fue fundamental para el logro de los objetivos y del programa. Este trabajo no solo se requiere a nivel de las áreas de la biología y veterinaria, si no el compromiso del personal técnico de la construcción y el nivel directivo y gerencial de la empresa. Para nuestro caso en particular, el flujo de información (planes de trabajo de la construcción), fue permanente, así como la asignación de recursos económicos y

logísticos para esta actividad que si bien puede verse como un gasto, tiene un gran impacto en el compromiso de responsabilidad ambiental y empresarial.

Debido al multidisciplinario del trabajo, es importante resaltar que se obtuvieron lecciones aprendidas para diferentes áreas. Por ejemplo en la parte médico-veterinaria, se lograron estandarizar técnicas trabajo, dosificación de anestésicos y sedantes, así como la conformación de bases de datos sobre parámetros fisiológicos de especies que pueden ser relevantes para estudios ecológicos aplicados.

8. Recomendaciones

En cuanto al diseño de un plan de salvamento, es importante contar con información lo más actualizada posible al momento de la intervención del área de trabajo. Esta información debe incluir el levantamiento de aspectos ecológicos como diversidad de especies locales y estado de conservación, usos locales e interrelaciones. Igualmente es fundamental contar con un conocimiento detallado del estado de las áreas receptoras.

Todos los procesos de intervención de ecosistemas, deberían tener en cuenta la vinculación de las comunidades humanas vecinas. Esto permite contar con la participación de la gente y la apropiación de los mismos a procesos de educación ambiental y conservación. Debe tenerse presente que ellos son los cazadores o consumidores de recursos faunísticos para otros fines (medicinales, comercio, mascotas, entre otros).

En términos de la conservación, la existencia de corredores naturales entre ecosistemas fragmentados, es de gran importancia para la protección de las poblaciones animales que habitan el área, ya que facilita el intercambio del flujo genético entre individuos de la misma especie allí presentes. Por lo tanto es importante iniciar estrategias de intervención que pueden ser ejecutadas desde la inversión voluntaria y el compromiso empresarial.

Bibliografía

Las fuentes de información consultadas, corresponden a informes técnicos sobre trabajos contratados y adelantados para ISAGEN, los cuales son de su propiedad.

- Estado inicial de referencia físico y biótico. Volumen del I al V, Manizales, 1995. Universidad Autónoma de Manizales.
- Actualización de información florística, Medellín 2001. Fundación CON-VIDA.
- Diseño y ejecución del rescate de fauna silvestre-Versión final, Medellín, marzo de 2001. Unión Temporal Fundación Neotrópicos-Hidramsa Ltda: INCLUYE: I. Plan de salvamento en zona de inundación, II. Evaluación de las áreas receptoras de fauna, III. plan de atención médico-veterinaria, IV Entrenamiento operarios de rescate.
- Reinterpretación inventarios faunísticos, Medellín, agosto de 2001. Unión Temporal Fundación Neotrópicos-Hidramsa Ltda
- Programa de monitoreo de fauna silvestre Central Hidroeléctrica Miel I, Medellín, Febrero de 2005. Universidad de Antioquia