

IMPLEMENTAR EL RESCATE, REUBICACIÓN MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE EPIFITAS EN EL EMBALSE MIRAFLORES APLICANDO LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

Leyder Yohany Valenzuela Toledo

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director:

Jose Fernando Mejia

Director de posgrados

Línea de Investigación

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización En Sistemas De Información Geográfica

Manizales, 2023

Resumen

En el presente trabajo, se identifican mediante los sistemas de información geográfica (SIG), características físicas, fitosanitarias y estrategias de supervivencia de plantas epífitas vasculares como orquídeas y bromelias en áreas donde se realizó la etapa constructiva del proyecto de actualización de la represa de Miraflores. El proyecto expone la creación de unas GDB generadas, con base en la Guía para el diligenciamiento de metadatos ANLA ISO 19115-1:2014 Geographic information — Metadata ISO 23081-2:2009 Information and documentation - Managing metadata for records, por medio del cual se genera la información espacial y los metadatos necesarios sobre las actividades de rescate, traslado y reubicación de especies de flora sensible (especies epífitas, rupícolas y/o terrestres), con ayuda de las herramientas del software (Arctoolbox), logrando proporcionar el mapeo y el razonamiento espacial de los resultados de mitigación de la afectación de las poblaciones declaradas en amenaza, veda, CITES, o endémicas, presentes en el área de intervención del proyecto, mediante el rescate y traslado de individuos en adecuadas condiciones fitosanitarias, de tamaño y senescencia para realizar el análisis, se recolectaron datos en campo, siendo estos sometidos a procesos matemáticos y estadísticos. Esta información comprende datos de 6 frentes de obra ubicados en la zona, caracterización físico-biótica de las áreas de reubicación, tipo de cobertura vegetal, factores abióticos, estados fenológicos entre otras. Una vez finalizada la etapa de rescate, traslado y reubicación de especies vasculares, se iniciaron las actividades de mantenimiento, seguimiento y monitoreo de la flora epífita y terrestre, con el objetivo de garantizar la supervivencia de mínimo el 80% de la población reubicada.

.PALABRAS CLAVES:Metadatos, Mapeo, Geodatabase, fitosanitarias.

Abstract

In this work, physical and phytosanitary characteristics and survival strategies of vascular epiphytic plants such as orchids and bromeliads in areas where the construction stage of the Miraflores dam upgrade project was carried out are identified through geographic information systems (GIS). The project presents the creation of a GDB generated based on the ANLA ISO 19115-1:2014 Geographic information - Metadata ISO 23081-2: 2009 Information and documentation - Managing metadata for records, through which the necessary spatial information and metadata is generated on the activities of rescue, transfer and relocation of sensitive flora species (epiphytic, rupicolous and/or terrestrial species), with the help of software tools (Arctoolbox), This was done by rescuing and relocating individuals in adequate phytosanitary conditions, size and senescence. To perform the analysis, data were collected in the field and subjected to mathematical and statistical processes. This information includes data from 6 work fronts located in the area, physical-biotic characterization of the relocation areas, type of vegetation cover, abiotic factors, phenological states, among others. Once the stage of rescue, transfer and relocation of vascular species was completed, the activities of maintenance, follow-up and monitoring of epiphytic and terrestrial flora began, with the objective of guaranteeing the survival of at least 80% of the relocated population.

KEY WORDS: Metadata, Mapping, Geodatabase, phytosanitary.

Contenido

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	6
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3 JUSTIFICACIÓN	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVO GENERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. ANTECEDENTES	9
4. REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL.....	13
5. REFERENTE TEÓRICO	15
6. METODOLOGÍA	21
6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.2 TIPO DE ESTUDIO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.3 PROCEDIMIENTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7. RESULTADOS	31
8. CONCLUSIONES	68
9. RECOMENDACIONES.....	70
10. REFERENCIAS	71

1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

Para las actividades de rescate, traslado y reubicación de especies de flora sensible (especies epifitas, rupícolas y/o terrestres), la cual busca mitigar la afectación de las poblaciones declaradas en amenaza, veda, CITES, o endémicas, presentes en el área de intervención del proyecto, mediante el rescate y traslado de individuos en adecuadas condiciones fitosanitarias, de tamaño y senescencia, se presentan variables bióticas y abióticas donde se encuentran relacionadas con el registro de la humedad relativa, temperatura y cantidad de luz, que se encuentra disponible en el área del predio de reubicación, permitiendo identificar acciones que puedan llegar afectar de manera directa, el desarrollo de los ciclos biológicos de las especies en estados de conservación. El registro de las variables ambientales logró verificar las condiciones climáticas de la zona, que generan microclimas en los hospederos influyendo la adaptación y desarrollo de las especies de bromelias y orquídeas reubicadas.

1.1 Descripción del área problemática

El seguimiento a las variables ambientales permitió generar medidas de manejo oportunas y correctivas frente a cambios que puedan afectar la supervivencia de las especies de hábito epífita y terrestre trasladadas. Si bien se pueden desarrollar problemas en el relacionamiento de los SIG con la información generada se llegarían a presentar algunos inconvenientes asociados con el desarrollo o adquisición de SIG respecto a los costos en relación con los problemas técnicos de convertir los registros geográficos existentes en archivos digitales automatizados, la financiación del mantenimiento técnico (equipos, procedimientos) , conservación y actualización de la información ya automatizada, la gran inversión inicial en la adquisición y llenado de la base de datos; también es importante evaluar el beneficio marginal según el campo específico de aplicación; finalmente, en el caso de la implementación de un sistema completo, o se debe definir las condiciones de compra de licencia completa del software para no tener problemas futuros con las herramientas de este.

1.2 Justificación

Los seres humanos han desarrollado la capacidad de interactuar con el entorno natural para satisfacer sus necesidades y en la búsqueda de este logro han sobreexplotado e impactado sobre los servicios ecosistémicos que generan amenazas a su propio funcionamiento y resiliencia. Las apreciaciones sobre la importancia de los servicios ecosistémicos varían en cada sociedad, influenciadas por su cultura, uso e información que poseen, reflejando las decisiones que toman al actuar sobre la naturaleza. La percepción de cada actor social es una variable para evaluar y comprender las decisiones de comportamiento que toman los humanos frente al entorno natural que los rodea, es fundamental para lograr la gobernanza que todos desean. Este estudio tiene como objetivo determinar cómo las dinámicas poblacionales analizadas, influyen en los estudios de conservación y guiados por los lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS), considerando a aquellas personas, grupos u organizaciones interesadas en un proyecto o programa influyentes de forma positiva o negativamente en el proceso como actores sociales, y comprender el grado de los proyectos de conservación en la gestión de la gobernanza ambiental por medio del proceso de conservación de la flora epífita y la comprensión de las relaciones que provocan comportamientos que contribuyen a los servicios ecosistémicos proporcionados por la flora epífita. Diseñar e implementar GIS y actualizar la información ahorrará dinero y mano de obra, ya que esta herramienta reducirá el tiempo requerido por la empresa para llevar a cabo los procesos, ahorrando así parte del presupuesto para este tipo de proyectos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar el rescate, reubicación mantenimiento y monitoreo de epifitas en el embalse Miraflores aplicando los sistemas de información geográfica (SIG).

2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una base de datos geográficos que contenga la información completa y actualizada de reubicación mantenimiento y monitoreo de epifitas.
- Generar un inventario con sus respectivas coordenadas y determinar los predios intervenidos.
- Realizar la información y salidas cartográficas sobre las actividades de rescate, traslado y reubicación de especies de flora sensible (especies epifitas, rupícolas y/o terrestres).
- Realizar actividades de seguimiento y monitoreo propuestas con el fin de garantizar la supervivencia de las comunidades epífitas trasladadas, mediante las intervenciones realizadas en el desarrollo y ejecución del Proyecto de Rehabilitación y Actualización de la presa Embalse Miraflores.
- Disminuir el tiempo en el análisis y búsqueda de datos sobre el proyecto de epifitas en el embalse Miraflores.

3. Antecedentes

En el proceso de verificación, planteamiento y apoyo en las diferentes actividades desarrolladas en el transcurso de la pasantía implementada en los departamentos de Atlántico, Bolívar y Córdoba, se ha logrado observar detalladamente el proceso y la metodología aplicada por la empresa EIATEC S.A.S. en los diferentes escenarios y en los proyectos que desarrolla la empresa a nivel socioambiental, en los cuales se ha tenido participación durante el tiempo de pasantía, de igual manera se han realizado recorridos de identificación y georreferenciación de cuerpos de agua superficial como ríos, quebradas, jagueyes, caños, arroyos, etc., y puntos de captación en cuerpos de agua subterráneos como pozos profundos, aljibes, manantiales, etc., adicionalmente se ha realizado acompañamiento y participación de en las actividades de socialización y trabajo con comunidades indígenas en el marco de consulta previa, así como la identificación de impactos y la formulación de medidas de manejo para los diferentes impactos previamente identificados, por otro lado se ha revisado la atención de observaciones en los componentes biótico, abiótico, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales en un proyecto de elaboración de plan de manejo ambiental, en adición a esto, se ha elaborado el plan y se ejecutó el proceso de manejo de especies epifitas haciendo el rescate, traslado, reubicación y seguimientos de las mismas. se destinaron 120 horas para organización de la información de la información registrada en campo, digitalización de la misma en tablas de datos en Excel y la proyección de los puntos recolectados mediante la implementación de sistemas de información geográfica SIG como ArcGIS, fotografías satelitales, Google Earth, MapSource y de esta manera poder georreferenciar los puntos tomados y proyectarlos sobre el mapa del proyecto. **(Romero, 2022)**

La fragmentación de ecosistemas forestales es reconocida mundialmente por presentar tres procesos de cambio en el ambiente: pérdida, reducción y aislamiento del hábitat. Es conceptualizada como la interrupción en la continuidad del paisaje natural, principalmente por la deforestación y el cambio de uso de suelo. Entre los efectos negativos se pueden mencionar la pérdida de especies, la exposición de los organismos residentes en los fragmentos a condiciones diferentes con respecto a su ecosistema original, el efecto borde, así como la pérdida de conectividad en el hábitat. El trabajo tiene como objetivo identificar y analizar los patrones de fragmentación forestal mediante el empleo de cartas de vegetación obtenidas de imágenes de satélite en un espacio temporal de siete años, aplicando sistemas de información geográfica. El estudio se realizó en el Área Natural Protegida "Sierra de Quila" en el Estado de Jalisco, la cual está cubierta por formaciones de pino-encino y selva baja caducifolia principalmente. Se contó con dos cartas de vegetación clasificadas de imágenes Landsat de 1993 y 2000. Los patrones de fragmentación determinados fueron: superficie, número y tamaño de parches, longitud de bordes, forma de parche, distribución y aislamiento de parches, y diversidad; los cuales se calcularon a nivel de clase y de paisaje con la extensión Análisis de Parches (Patch Analyst) para ArcView. La distribución del paisaje está caracterizada por poseer una cobertura forestal en un 96.6% de su superficie y el resto (3.4%) por coberturas no forestales. De la comparación de las cartas se resalta por un lado, el incremento de superficie del Bosque de Pino-Encino con 18.3% (1106 ha) y por otro, el decremento de la Selva baja caducifolia con 23.2% (648 ha). La reducción de esta última cobertura tuvo por consecuencia el aumento de parches al pasar de 164 a 242, así como la reducción en el tamaño promedio de los mismos (de 17.1 ha a 8.9 ha); por otro lado, el número de parches y la longitud de borde disminuyeron para el Bosque de Pino-Encino, y su tamaño promedio incrementó; sin embargo, el valor promedio de forma permaneció estable. El grado de aislamiento

mostró un aumento con respecto al año original. El grado de dispersión de los parches según su cobertura paisajística, resultó muy variado. El índice de diversidad o distribución espacial por tipo de coberturas disminuyó de 1.58 a 1.45. El análisis de cartas de vegetación permitió identificar cambios en la cobertura forestal y otros usos del suelo; además con la aplicación de patrones de fragmentación se interpretó su dinámica espacial y valor paisajístico.

Como se establece en el Apéndice 1 del Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos, solicitado por el antes MAVDT, se describen a continuación los antecedentes legales del proyecto que constituye específicamente la construcción de obras civiles para la Rehabilitación de la Presa Miraflores del Complejo de Hidroeléctrico Guadalupe.

- El 12 de junio de 2019 se radicó ante ANLA la primera versión de las Medidas de Manejo para el Proyecto Rehabilitación de la Presa Miraflores mediante radicado 2019080151-1-000.
- El 03 de febrero de 2020 mediante comunicación ANLA con radicado 2020015700-2-000, donde se pronuncia sobre las medidas de manejo y hace otros requerimientos.
- EL 30 de junio de 2020 se radica ante ANLA la segunda versión de las MMA mediante comunicación con radicado 2020102780-1-000, en atención al pronunciamiento anterior. (2020015700-2-000 de 03 de febrero de 2020)
- El 04 de abril de 2021 ANLA mediante la comunicación 2021075240-2-000 se reconoce que el Proyecto Rehabilitación de la Presa Miraflores de Complejo Hidroeléctrico Guadalupe, está

enmarcado dentro de la gestión del Riesgo de acuerdo con la ley 1523 de 2012 e hizo un requerimiento para complementar el plan de Gestión del riesgo.

- El 22 de diciembre de 2021 mediante comunicación con radicado 2021278680-1-000, EPM radicó el documento con los 10 puntos solicitados por ANLA asociados con la Gestión del Riesgo.
- Por medio de la Resolución 1741 de 30 de octubre de 2019, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, levanta a nombre de Empresas Públicas de Medellín E.S.P, de manera parcial la veda para un fustal de la especie *Quercus humboldtii* y sesenta y ocho (68) individuos de la especie *Cyathea caracasana* con diferentes estados de desarrollo que se verán intervenidos con el proyecto Rehabilitación y Actualización Tecnológica de la Presa Embalse Miraflores, localizada en jurisdicción del municipio de Carolina del Príncipe del departamento de Antioquia. La resolución en mención no manifiesta vigencia, pero sí especifica que serán 3 años de monitoreo y entrega de informes luego de haber realizado las reubicaciones a las que da lugar este acto administrativo.
- Mediante acto administrativo 160TH-RES2400-2140 de 23 de abril de 2020, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA) otorga permiso de Vertimientos para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, como reza en el artículo primero, para un “caudal de 0,3 l/s en el Campamento Tenche 2 (con una población de 90 personas permanentes) del proyecto de Rehabilitación Presa Miraflores, en el predio La Florida, ubicado en la vereda Tenche, zona rural del municipio de Carolina del Príncipe”, fuente de abastecimiento quebrada El Arbolito, fuente receptora río Tenche, cuenca río Tenche. De acuerdo con el artículo tercero este permiso se otorga en un término de 2 años y 3 meses, es decir durante la etapa de construcción, contados a partir de la fecha de firma del acto administrativo en mención.

- Mediante acto administrativo 160TH-RES2400-2163 de 23 de abril de 2020, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), tal y como reza en el artículo primero “Otorgar permiso de Vertimientos para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y no domésticas (industriales), en la vereda Tenche, zona rural del municipio de Carolina del Príncipe, en caudal de 0,09 l/s para aguas residuales no domésticas, y en caudal de 0,085 l/s para aguas residuales domésticas, equivalente a un caudal total de 0,175 l/s, tipo de flujo intermitente, fuente de abastecimiento y receptora Embalse Miraflores”. De acuerdo con el artículo tercero este permiso se otorga en un término de 2 años y 3 meses, es decir durante la etapa de construcción, contados a partir de la fecha de firma del acto administrativo en mención.
- Mediante acto administrativo 160TH-RES2004-2184 de 24 de abril de 2020, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), tal y como reza en el artículo primero, “Otorga un permiso de Aprovechamiento forestal único, para un total de 569 individuos, con un volumen total de 98,20 m³ y un volumen comercial de 48,04 m³, en un área total de 1,02 hectáreas, que se llevará a cabo los predios denominados Complejo Hidroeléctrico Guadalupe- Predio EPM (código del predio 1502001000000400002) y La Florida (código del predio 1502001000000400007), ubicados en la vereda Tenche, del municipio de Carolina del Príncipe del departamento de Antioquia”. Cuya vigencia para realizar el aprovechamiento forestal cuenta con plazo de un año a partir de la ejecutoria de este acto administrativo.

4. Referente normativo y legal

NORMA	ESTABLECE
Resolución No 0192 del 10 de febrero del 2014	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1526 del 23 de Junio del 2015	Por la cual se efectua un levantamiento parcial de veda y se toman otras determinaciones.
Resolución 1402 del 25 de julio de 2018	Por la cual se adopta la Metodología General para Elaboración de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
Resolución 472 de 2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones
Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

5. Referente teórico

Epífitas. Las epífitas son una unidad geográfica e hidrológica. Está compuesta por drenajes naturales siendo uno de ellos el principal y siendo esta acotada por los bordes o también llamadas cuchillas; al ser drenaje, como su palabra lo indica, este drena de manera natural hacia otra superficie de agua o el océano. En una cuenca hidrográfica no sólo existen aspectos naturales, también podemos encontrar el factor socioeconómico.

Deforestación. La deforestación es el cambio de una cobertura natural provista de vegetación dada la eliminación de estos individuos. Este proceso puede realizarse de manera natural o antrópica.

Forofito. Es un árbol o planta que actúa como hospedero de una planta epífita o un parásito según sea el caso.

Sistemas de información geográfica. Un Sistema de Información Geográfica es un contiguo de herramientas con las cuales podemos tomar información, almacenarla, procesarla, analizarla y visualizarla para generar un sin número de productos útiles para planeación, gestión, solución y toma de decisiones en gran parte de las ramas de la ciencia.

Mapas temáticos. Conforme hemos avanzado en distintas áreas del conocimiento, así mismo ha avanzado la cartografía. Hoy en día podemos agrupar una cantidad ilimitada de información espacial para uno o más fines y esto, representarlo en una visión de la realidad. Le podemos llamar mapa temático a un grupo de variables o capas, que pueden representar un fenómeno o cualquier tipo de información cualitativa y “su objetivo es la representación gráfica de los patrones y

relaciones espaciales, en la medida en que es posible relacionarlos con el espacio geográfico y transformarlos en símbolos cartográficos”. Así como también “comunicar información geográfica y servir de soporte para la resolución de problemas” “Los mapas temáticos, se centran en las variaciones espaciales y en la forma de un solo atributo o en la relación existente entre varios”.

Estaciones hidro-climatológicas. Es un conjunto de instrumentos de medición ubicados en una misma zona, con el fin de medir fenómenos atmosféricos de una región específica. La cantidad de sus instrumentos puede variar, así como los fenómenos que son capaces de medir. En nuestro caso, utilizamos mediciones de pluviómetros.

Geoestadística. Es una rama de la estadística que se encarga de la modelación y el análisis de la variación geográfica de fenómenos. Debido a que estos fenómenos poseen una componente espacial, la geoestadística nos puede brindar datos referidos a locaciones en las cuales es imposible obtener datos o simplemente estos no existen.

Imagen ráster. Es una imagen cuya información está contenida en un conjunto de celdas del mismo tamaño. Estas celdas se encuentran ordenadas en filas y columnas. Cada celda posee un valor, Este mismo valor puede pertenecer a un mismo grupo de celdas. Dentro de una imagen ráster podemos encontrar un sin número de celdas con distinto valor.

Pendiente. Es la inclinación o desnivel con respecto a un plano horizontal o el ángulo que forma una línea horizontal con el plano tangente de la superficie del terreno.

Pluviómetros. Esta herramienta cuantifica la cantidad de precipitación que ha caído en una zona o región, en una cantidad de tiempo. Generalmente la medida arrojada por este instrumento de medición en milímetros (mm).

Precipitación. Es un fenómeno que hace parte del ciclo hidrológico del agua. Esta se encuentra en estado gaseoso en la atmósfera y dadas algunas condiciones en la atmósfera como vientos, diferencias de presión y temperatura, el vapor se condensa, formando gotas de agua para después precipitarse a la superficie terrestre u océanos por efecto de la gravedad.

Plataforma satélite. Es un fenómeno que hace parte del ciclo hidrológico del agua. Esta se encuentra en estado gaseoso en la atmósfera y dadas algunas condiciones en la atmósfera como vientos, diferencias de presión y temperatura, el vapor se condensa, formando gotas de agua para después precipitarse a la superficie terrestre u océanos por efecto de la gravedad.

Remoción en masa. Es como su nombre lo indica, el movimiento de inclinación de una masa de suelo, tierra o roca. Estos movimientos son cuesta abajo por efecto de la gravedad y pueden ser causados por otros factores.

Sensor. Es una herramienta, dispositivo o sentido (ser vivo) que capta magnitudes o algunas variaciones de su entorno. Estos pueden estar anclados o no a algunas plataformas.

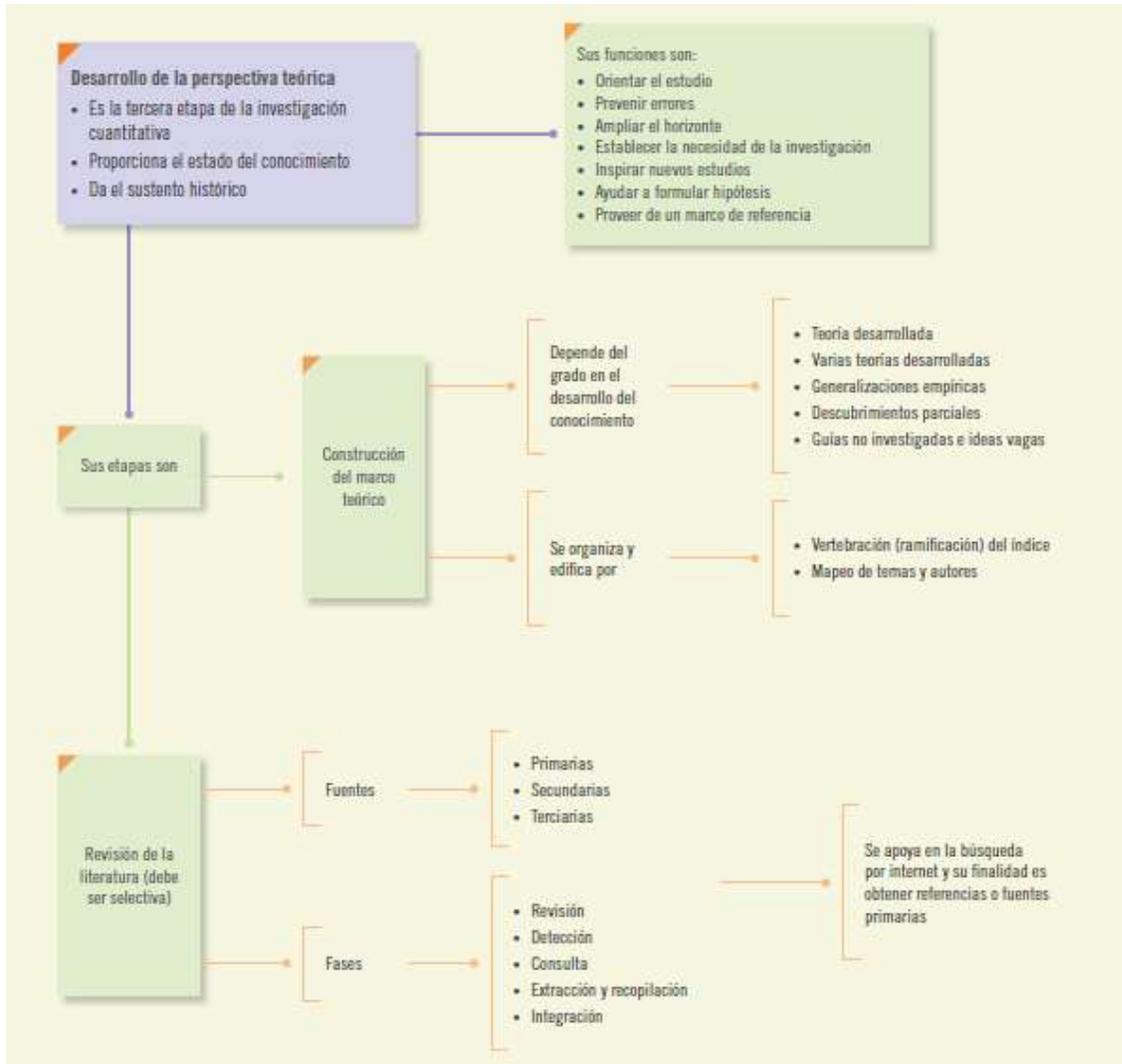
ArcMap. Es un sistema completo que le permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y usar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizado por personas de todo el mundo para dar vida al conocimiento geográfico en el gobierno, los negocios, la ciencia, la educación y los medios. Este informe describe los principales aspectos del diseño de la Información Geográfica (SIG) mostrando su modelo conceptual y lógico (catálogo de objetos), metadatos y SIG para la implementación e inicio del programa de planificación y manejo de actividades de rescate, traslado y reubicación de especies de flora sensible (especies epifitas, rupícolas y/o terrestres), busca mitigar la afectación de las poblaciones declaradas en amenaza,

veda, CITES, o endémicas, presentes en el área de intervención del proyecto, mediante el rescate y traslado de individuos en adecuadas condiciones fitosanitarias, de tamaño y senescencia.

Restauración ecológica. Es el proceso de impulsar la recuperación de vegetación que ha sido degradada o destruida para recomponer la salud e integridad del medio ambiente, comúnmente afectado por las intervenciones antrópicas.

Figura 1

Desarrollo de la perspectiva teórica



Fuente: (Hernández, 2010)

Tabla 1

Papel del marco teórico en el estudio cuantitativo

Antes de recolectar los datos	Después de recolectar los datos
Aprender más de la historia, origen y alcance del problema de investigación.	Explicar diferencias y similitudes entre los resultados y el conocimiento existente.
Conocer los métodos aplicados para estudiar el problema específico.	Analizar formas de interpretar los datos.
Saber que respuestas existen para las preguntas de investigación.	Ubicar resultados y conclusiones dentro del conocimiento existente.
Identificar variables que deben ser medidas y observadas y establecer los métodos.	Construir teoría y explicaciones.
Decidir la mejor manera de recolectar los datos.	Desarrollar nuevas preguntas de investigación e hipótesis.
Resolver cómo analizar los datos.	
Refinar el problema y sugerir hipótesis.	
Justificar el estudio.	

Fuente: Adaptada (Hernández et al., 2010)

Para la construcción del marco teórico, Hernández et al. (2010) recomiendan los siguientes métodos:

- **Método de mapeo:** se elabora primero un mapa conceptual para organizar el marco teórico; luego se profundiza en la revisión de la literatura y el desarrollo del marco teórico.
- **Método de índices:** se desarrollo un índice tentativo global que se afinando hasta volverlo específico.

6. Metodología

La metodología utilizada en el presente informe se desarrolla con base en la obtención de información temática, gráfica y alfanumérica. una vez obtenida y procesada esta información, se presenta el modelo procesado mediante el software ArcGIS PRO-2.7.

Para la elaboración de las salidas gráficas: Mapa de localización, captación de agua, localización permisos de vertimiento, manejo de cobertura vegetal, manejo de especies en vida, manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y RESPEL, monitoreo de aguas superficiales, monitoreo de emisiones atmosféricas (ruido, manejo de emisiones atmosféricas (calidad del aire), manejo de fauna terrestre rescate, manejo de fauna terrestre reubicación, manejo de especies en veda y finalmente manejo de la cobertura vegetal (rescate germoplasma). Los cuales están encaminados al cumplimiento del objetivo general y objetivos específicos.

Recopilación de datos

La recopilación de datos fue una tarea conjunta con la coordinación ambiental del Consorcio MT Miraflores y el autor del presente trabajo de grado, que consistió en un recorrido de campo preliminar con el objetivo de identificar las especies epífitas de hábitos terrestres, rupícolas y/o arbóreas, que se encuentran en dichas áreas, y que cumplieran con las condiciones establecidas y óptimas para su rescate y traslado. Además, de las variables para bióticas y abióticas como: luminosidad, humedad, florescencia.

Rescate de individuos

Para las actividades de rescate se realizó un recorrido en todas las áreas donde se proyectaba construir las obras y aquellas coberturas naturales que requerían del aprovechamiento forestal, identificando los forófitos sobre los cuales se encontraban las especies objeto de rescate.

La selección de los individuos objeto de rescate se realizó teniendo en cuenta criterios de estado fitosanitario, estado reproductivo y senescencia. En el primer caso se verificó que todas las plantas a rescatar presentaran de manera íntegra sus órganos vegetativos; es decir, que contaran con sus raíces, tallos (pseudobulbos) y hojas. De igual forma, se revisaron todos los individuos, verificando que no presentaran ataques de hongos, bacterias o artrópodos. Respecto a los criterios de reproducción y senescencia, es importante advertir que algunas especies de la familia Bromeliaceae presentaban ciclos reproductivos en los que fructifican una sola vez y posteriormente mueren; por lo que los individuos rescatados tenían que ser mayoritariamente no habían desarrollado su escapo o eje floral. Sin embargo, el rescate de al menos un individuo florecido y fructificado, de cada especie (hasta donde sea posible), podía permitir la dispersión de semillas en los nuevos sitios donde se establecieron los individuos trasladados.

Materiales

- Mapas de la ubicación de la zona de estudio.
- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Personal de la zona y profesionales a cargo.
- Información Cartográfica de municipios y departamentos de Colombia descargados de la página del IGAC.

- Software ArcGIS, Excel.

Trabajo de Campo

El consorcio MT Miraflores nos suministró la información de las ubicaciones y de los propietarios de los predios donde se llevó a cabo el traslado y reubicación de las especies. Después de obtener esta información se visitaron los predios antes del inicio de las labores de desmonte, aprovechamiento forestal y/o descapote de las áreas necesarias para la fase constructiva del proyecto (áreas de intervención), se realiza un recorrido u observación preliminar con el objetivo de identificar las especies epífitas de hábitos terrestres, rupícolas y/o arbóreas, que se encuentran en dichas áreas, y que cumplan con las condiciones establecidas y óptimas para su rescate y traslado.

En cuanto a los individuos posibles de las especies de Orquídeas y Bromelias se realizan recorridos con el fin de recolectar el mayor número de individuos posibles antes y durante el aprovechamiento forestal, evitando así posibles daños mecánicos a los individuos. Lo anterior se logró debido a la gestión de lo expuesto a continuación:

- Agendamiento de visitas a los predios avisando previamente a los propietarios.
- Toma de coordenadas mediante GPS.
- Planificación de rutas para llegar a la zona de estudio.
- Revisión de las resoluciones de siembra en cada uno de los predios.
- Clasificación de las especies sembradas según fichas.
- Documentación de los datos recolectados.

Rescate de epífitas

El rescate de las plantas se realizó desprendiendo un pedazo del tronco o la rama que la sujeta; o desprendiendo la planta de la corteza del árbol hospedero, de manera manual, cuidando de mantener la integridad de las raíces en la planta y procurando no realizar cortes a los tejidos de la parte basal que sujeta la epífita con el forófito. La extracción se realizó con ayuda de una espátula o un cuchillo, removiendo con cuidado las raíces y empujando la planta para facilitar su desprendimiento.

Los individuos ubicados a alturas mayores al alcance de las manos se desprendieron con ayuda de un tubo de extensión, en cuyo cabezal se coloca una hoja de forma adecuada, que ayudo a remover la planta epífita. Otra posibilidad corresponde al apeo del árbol y la posterior remoción de las epífitas del forófito caído. En este caso se tenía en cuenta que las plantas rescatadas, fueran aquellas con mejores condiciones y que en la caída del árbol no fueran resultando golpeadas o con daños en sus tejidos.





Fotografía 1,2,3 y 4. Imágenes de rescate de flora en veda

Almacenamiento temporal

Los individuos rescatados fueron almacenados temporalmente en cajas plásticas, en cuyo interior se podían colocar trozos de corteza húmeda para mantener regulada la humedad de las plantas rescatadas. Las cajas con las plantas se mantenían en un lugar fresco y a la sombra, hasta el momento de su traslado, el cual se realizaba en el menor tiempo posible, para evitar el daño de tejidos.

La proporción de individuos rescatados se tenía en cuenta la rareza de cada especie en las áreas de intervención, realizando el rescate de un mayor número de individuos de las especies menos comunes y en cambio una menor proporción de las especies más comunes y ampliamente distribuidas.

De acuerdo con lo anterior, para las especies con abundancia menor a 100 individuos, se realizó el rescate del 100 % de los mismos y para especies con abundancia mayor a 100 individuos, se realizó el 50% de los individuos.

En todos los casos, los individuos a rescatar contaron con condiciones óptimas de estado fitosanitario, reproductivo y senescencia, para su escogencia

Reconocimiento de las áreas de traslado

Las áreas de reubicación contaron con características físico-bióticas similares al área de rescate. La selección del área cumplió con un criterio de preservación de la cobertura vegetal existente, asegurando de esta manera la permanencia de las plantas trasladadas. Como las especies observadas se encontraron en vegetación secundaria y pastos, las especies se pudieron trasladar principalmente sobre los bordes de bosques, en lugares que presenten características similares al sitio de rescate.

Para la reubicación de los individuos, estos se fijaron al nuevo árbol hospedero mediante amarres con rafia, alambre recubierto, nylon o tiras de tela, una vez se evaluó el material más adecuado para este propósito. Las plantas rescatadas fueron fijadas sobre el nuevo forófito, de acuerdo con las condiciones bajo las cuales fueron rescatadas, según se hayan encontrado en el suelo, el fuste, y las partes baja y alta de las copas.

Los materiales que no eran biodegradables fueron removidos de las plantas y dispuestos adecuadamente, cuando éstas lograron adherirse al nuevo forófito. Las ramas recortadas, sobre las que se presentaron epífitas, se fijaron también a los nuevos forófitos de la misma forma; en este caso el amarre se hizo entre la rama y el árbol huésped. En el amarre entre la epífita y el forófito se pudo agregar el mismo tipo de sustrato encontrado durante el rescate de la planta.

Una vez fijadas las plantas, se realizó un registro de cada una, ubicando placas en los forófitos y poniendo etiquetas a las epífitas, procurando fijarlas a tejidos maduros, de tal forma que estas no constriñan su crecimiento. Cada forófito fue georreferenciado.

Para las plantas como las Bromelias y las Orquídeas se llevó a cabo la actividad de riego 2 veces por semana usando un rociador de boquilla pequeña tipo aspersor, haciéndolo únicamente sobre los tallos y raíces sin saturar para evitar pudrición. A los individuos tanto de orquídeas como de bromelias se realizó aspersión de hormonas enraizadas. Estas hormonas se aplicaron a las hojas, pero especialmente a las raíces. Para la reubicación se escogió preferiblemente las mismas especies de forófitos del cual fue extraído el material vegetal, además de presentar suficiente follaje para proteger las plantas epífitas de la luz solar, se seleccionaron individuos que presentaban ramas con el menor grado de inclinación posible y zonas cercanas al fuste para garantizar la mayor probabilidad de retención de nutrientes y agua por escorrentía. En lo posible, las epífitas fueron ubicadas en las bases de las ramas y troncos de los árboles tratando de igualar las condiciones iniciales del lugar de extracción.

Reubicación:

Para la reubicación se escogió preferiblemente las mismas especies de forófitos del cual fue extraído el material vegetal, además de presentar suficiente follaje para proteger las plantas epífitas de la luz solar, se seleccionaron individuos que presentaban ramas con el menor grado de inclinación posible y zonas cercanas al fuste para garantizar la mayor probabilidad de retención de nutrientes y agua por escorrentía. En lo posible, las epífitas fueron ubicadas en las bases de las ramas y troncos de los árboles tratando de igualar las condiciones iniciales del lugar de extracción. Se utilizaron 146 forófitos para la reubicación de epifitas, los cuales no se encuentran en numeración consecutiva, como es el caso de algunos números pasando del forófitos 119 al 130, del 135 al 146, hasta llegar al último identificado como R185. Lo anterior se debe a que en el proceso de reubicación no se requirieron todos los forófitos preseleccionados para reubicación.



40 individuos en el segundo mantenimiento y primer monitoreo

24 individuos en el tercer mantenimiento

50 individuos en el cuarto mantenimiento y segundo monitoreo

168 individuos en el quinto mantenimiento (2022)

En TOTAL tenemos 5114 epifitas rescatadas y reubicadas con una mortalidad de 290 individuos que corresponde al 5.67 %

Factores abióticos

Las variables abióticas se encuentran asociadas con el registro de la humedad relativa, temperatura y cantidad de luz, que se encuentra disponible en cada una de las áreas del predio de reubicación, permitiendo identificar acciones que puedan llegar afectar de manera directa, el desarrollo de los ciclos biológicos de las especies en estados de conservación.

El registro de las variables ambientales permitió verificar las condiciones climáticas de la zona, que generan microclimas en los hospederos influyendo la adaptación y desarrollo de las especies de bromelias y orquídeas reubicadas. El seguimiento a las variables ambientales permitió generar medidas de manejo oportunas y correctivas frente a cambios que puedan afectar la supervivencia de las especies de hábito epífita y terrestre trasladadas.

Factores bióticos

La evaluación de los factores bióticos identificados en la población epífita instalada en el predio involucra los registros e indicadores de los individuos como lo son la mortalidad, además de cada uno de los cambios fenológicos de los individuos instalados (Brote de inflorescencia, inflorescencia, floración y fructificación); adicionalmente, se muestran los estados fitosanitarios, adherencia radicular identificados en las bromelias y orquídeas. Los registros se presentaron en las planillas de campo.

Mantenimiento

En cada uno de los seguimientos, se verificó el estado de los amarrares sueltos y se reacomodaron las plantas que se encontraron volcadas, con la finalidad de garantizar que las nuevas raíces se

adhieran a la corteza de los hospederos. Así mismo, se verificó el estado de las etiquetas para el correcto seguimiento y la señalización y la marcación de las niñeras, lo que facilita la ubicación y seguimiento.



7. Resultados

SEGUIIMIENTO Y MONITOREO DE ESPECIES

Factores abióticos

Los factores ambientales para las especies vasculares de hábito epífita y terrestre condicionan el desarrollo de procesos biológicos, cambios en las variables ambientales que se encuentran como una de las principales causas de mortalidad de las bromelias y orquídeas, de acuerdo con lo anterior, esta información ha permitido tener un panorama del comportamiento del tiempo climático que incide en la adaptación y dinámicas de las especies reubicadas.

A partir del seguimiento de las condiciones locales del predio y características particulares de los hospederos como densidad del dosel y ubicación, se genera un microclima para las especies vasculares reubicadas, que a la fecha han sido favorables para el desarrollo de los individuos.

Humedad relativa

Los resultados de humedad relativa obtenidos en el monitoreo de la variable, presenta un promedio de 73,5% para los estratos arbóreos de las niñeras, en el cual el valor mínimo registrado fue de 39% y el máximo de 83%, esto se presenta por las precipitaciones generadas en esta época del año, debido a que las especies epífitas presentan preferencia a los hábitat con mayor disponibilidad de sustrato, agua, luz y nutrientes sobre su establecimiento y fisiología, por esta razón el predio de reubicación presenta las condiciones óptimas para la colonización de las especies trasladadas.

Temperatura

Para la evaluación de la variable de temperatura se registró un promedio de 21.5°C, el cual fue registrado durante el seguimiento y monitoreo del mes de febrero y marzo; por otro lado, el valor registrado de la temperatura mínima fue de 16°C y la máxima fue 22.8°C.

Luminosidad

El resultado de la cantidad de luz que ingresa a los diferentes estratos arbóreos en el seguimiento y monitoreo, realizado durante el monitoreo, registró un valor promedio de 1629,0 lux, en el cual la luminosidad más baja registrada fue 43,0 lux y la más alta fue 8015 lux. Los valores con mayor luminosidad registrados fueron en zonas III, esto se produce debido a que la luz llega de manera directa al área de dosel externo con mayor facilidad, ya que se encuentra la copa de los árboles, mientras que para el dosel interno o fuste los haces de luz que logran entrar son menores, ya que tienen que atravesar las hojas y ramas de dosel externo.

Los valores registrados presentan una zona que proporciona una condición ideal para los procesos que las epífitas requieran, la cual es un indicador importante para la zona seleccionada, debido a que las plantas requieren de la luminosidad para conseguir alimento y nutrientes necesarios para su normal desarrollo.

Factores bióticos

Se presenta la información recopilada durante el seguimiento, mantenimiento y monitoreo la cual hace referencia a la mortalidad, supervivencia y estado fenológico asociada a las especies reubicadas, labores realizadas en los meses de febrero-marzo 2022, para las poblaciones que han sobrevivido a las condiciones del nuevo hábitat en el predio de reubicación.

Mortalidad

La población trasladada se ha estado adaptando satisfactoriamente en los forófitos de reubicación, de manera general se ha evidenciado buen estado fitosanitario, adherencia radicular, diferentes fases de los estados reproductivos como estrategia de permanencia en su hábitat. Durante el monitoreo realizado en los meses de febrero-marzo 2022, se registró la terminación de ciclo de vida de 8 individuos, lo cual es equivalente al 0,55 % del total de los individuos monitoreados.

La mortalidad, puede atribuirse a una de las principales causas de mortalidad en las poblaciones reubicadas, relacionado a los factores intrínsecos biológicos de la especie por la terminación del ciclo de vida, se ha observado que individuos de la familia Bromeliaceae después la dehiscencia de los frutos los individuos mueren; sin embargo, los individuos identificados en el presente monitoreo con mortalidad pertenecen a la familia de las Orchidaceae.



Fotografía 10. Individuos muertos.

De acuerdo con lo reportado durante el mantenimiento y monitoreo, se presentó una mortalidad de 290 individuos que equivale a 5.67% del total de individuos rescatados y reubicados, lo que resulta en una supervivencia del 94,43%, como indicador de éxito de la medida de reubicación de las especies de bromelias y orquídeas para la protección y conservación del acervo genético.

Estado fitosanitario

Para el estado fitosanitario se realizaron acciones de mantenimiento para prevenir el deterioro prematuro del sistema foliar y la identificación de factores que puedan llegar a afectar de manera directa la funcionalidad de las especies vasculares instaladas en el predio, estas medidas de mantenimiento se han adelantado en gran medida para conservar las especies en estados de vulnerabilidad.

De acuerdo con lo anterior, se registraron 4788 individuos los cuales se encontraron en buen estado fitosanitario sin presencia de enfermedades, plagas o pudrición en sus hojas o raíces, ni evidenciado turgencia y coloración de sus hojas y 36 individuos presentó estado regular y 290 en mal estado con algún daño y deterioro en sus estructuras.

A continuación, se presenta el registro fotográfico de las especies en buen estado fitosanitario:





Fotografía 11,12,13,14,15,16. Especies reubicadas en buen estado fitosanitario.

Generación de raíces y adherencia radicular

El sistema de enraizamiento en las epifitas vasculares se usa para permitir la adhesión, las cuales sirven de nutrición atmosférica pertenecen, además a las estructuras especializadas de las plantas formadas para la absorción de nutrientes y agua. Uno de los factores de importancia para establecer el éxito del traslado de las epifitas, es el sistema radicular que desarrollan estas en las niñeras,

debido a que además de ser un sistema de anclaje y soporte, estas estructuras demuestran la compatibilidad y adaptabilidad con el árbol hospedero.



Fotografía 17,18,19,20. Generación de raíces

Estados fenológicos

El ciclo de vida de las especies vasculares (bromelias y orquídeas) comprende dos grandes fases (periodo vegetativo y reproductivo), que nos permite cuantificar las interacciones epífita-forófito-

fauna que contribuya a preservación y recuperación de las especies reubicadas. En el periodo monitoreado, se registró un mayor porcentaje de individuos en estado de floración, respecto del estado de fructificación.

Durante los seguimientos y monitoreos a la población reubicada a la fecha, se han observado en un mayor porcentaje individuos en estado de floración, en esta fase, las epífitas vasculares desde su emergencia y formación de estructuras foliares y radiculares para su establecimiento en el hospedero, se incorporan con los procesos asociados al dosel de las niñeras de reubicación. Las estructuras vegetativas de las plantas también pueden acumular agua que pueden ser aprovechadas por la fauna asociada al dosel (anfibios, lagartos, y aves), que involucra las plantas en los procesos de regulación hídrica del bosque. De igual manera, las hojas o raíces de las epífitas pueden ser refugio para animales y nichos favorables para el establecimiento de la entomofauna.

En el estado reproductivo, se registraron durante el monitoreo tres fases importantes (inflorescencia, floración, y fructificación), de las cuales se encontraron 134 individuos en estas fases, durante el seguimiento. Durante las jornadas de monitoreo, fue evidente encontrar una mayor parte de la población en estado reproductivo en la fase de fructificación, y en menor proporción en floración debido a que la mayoría de las bromelias son inconspicuas y ninguna especie con presencia de brote de inflorescencia.

Los estados reproductivos de las especies están condicionadas al microclima expuesto y condiciones biológicas de la especie, y contribuyen a las dinámicas del hábitat, siendo fundamentales para la reproducción y permanencia de la especie.



Fotografía 21,22,23.. Estado fenológico

Mantenimiento

Durante el periodo en que se llevó a cabo el mantenimiento, se realizaron diferentes labores en el predio de reubicación determinado por EPM, a los forófitos hospederos y especies vasculares reubicadas, las labores consistieron en realizar ascenso a los árboles para ajustar o cambiar amarres, acomodar plantas volcadas por los fuertes vientos ocasionadas por la lluvia, cambio de etiquetas que se hayan deteriorado, cambio de cintas de peligro que delimitan los hospederos cuando se encuentran deterioradas o caídas, así mismo, limpieza de la señalización informativa del área de estudio, deshierbe y limpieza del área de reubicación del individuo de hábito terrestre, instalación de senderos e hidratación del material epífita.

Materiales e implementos utilizados para el mantenimiento:

- Canastas plásticas (traslado del material rescatado).
- Amarra todo, cable, cáñamo para el amarre de las etiquetas.
- Escalera certificada de dos cuerpos para trabajos en alturas.
- Cordinos, lazos de amarre.
- Arnés (certificados), eslinga, líneas de vida.
- Etiquetas, amarres (tripa de pollo), alcohol, sharpie.
- Bomba fumigadora 20 litros.
- Jardineras de 2 y 6 litros.
- Fertilizante foliar Wuxal tapa negra SC (20 ml por cada 6 litros de agua).
- Hidroretenedor Superthrive.
- Enraizante Radiflex.
- Cintas de peligro para señalización de los forófitos y polígonos del área.
- Tijeras podadoras.
- Tijeras de papel.
- Planillas/ formatos de campo para registro de información.

NOTA: Se anexan fichas técnicas.



Fotografía 24,25,26,27. Insumos empleados

A continuación, se muestra el registro fotográfico de las acciones implementadas:





Fotografía 28,29,30,21,32,33,34. Mantenimiento en el área de reubicación.

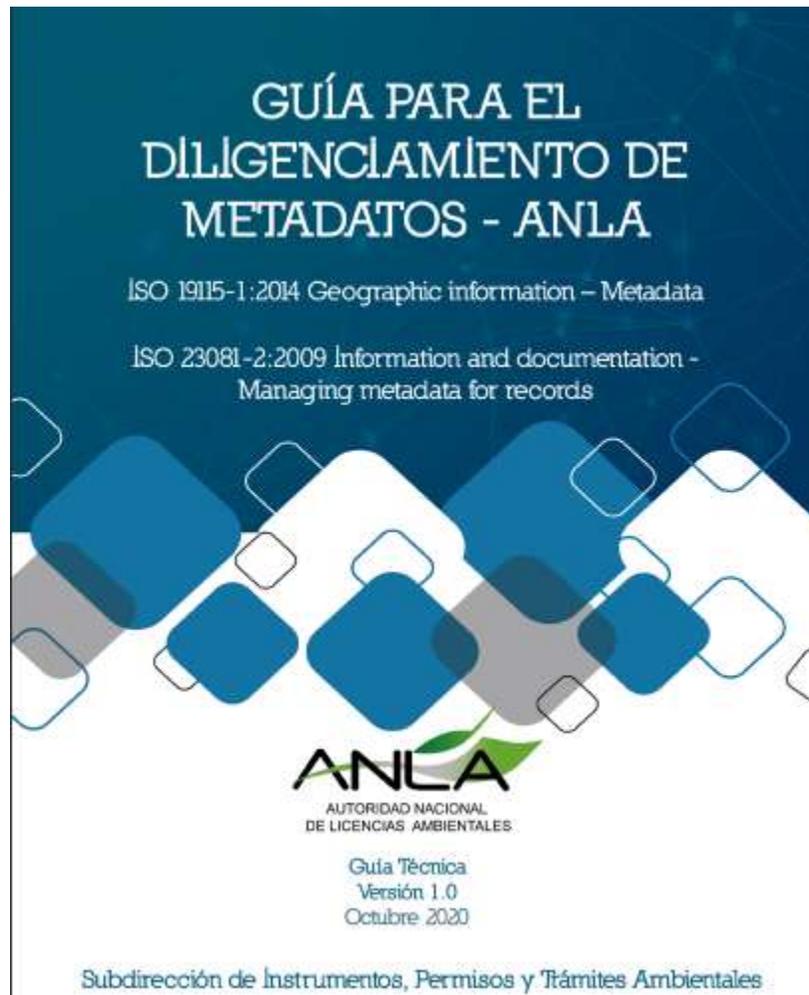
Las acciones implementadas a la fecha han favorecido el desarrollo de los individuos reubicados, siendo el rescate y traslado una medida de éxito para la mitigación y conservación de la flora en veda del área del proyecto.

Construcción del sistema de información geográfica (SIG)

Después de organizar la información, se creó un sistema de información geográfica utilizando ArcGIS y se elaboraron las salidas cartográficas de los mapas requeridos para el proyecto.

Inicialmente es importante identificar que toda la información recolectada y lo que se comience a gestionar en cuanto al desarrollo y ejecución del proyecto debe estar licenciado a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA-, para esto el proyecto sustenta unas GDB generadas, las cuales se desarrollan en base a la Guía para el diligenciamiento de metadatos ANLA ISO 19115-1:2014 Geographic information — Metadata ISO 23081-2:2009 Information and documentation - Managing metadata for records.

Imagen 1. Guía para el diligenciamiento de metadatos ANLA ISO 19115-1:2014 geographic information — metadata ISO 23081-2:2009 information and documentation - managing metadata for records.



Fuente. Documentos de información geográficas ANLA

” Esta guía forma parte integral de la PLANTILLA INSTITUCIONAL DE METADATOS y aplica para el diligenciamiento de los metadatos de la información espacial y metadatos documentales de los proyectos, obras o actividades sujetos a evaluación y seguimiento de licencias, permisos y/o trámites ambientales competencia de la ANLA” (ANLA, s.f.)

En este sentido se obtuvieron los metadatos y se diligenció la plantilla institucional de metadatos para la documentación de información espacial y documental asociada a los estudios ambientales, ejemplo a continuación:

Imagen 2. plantilla institucional de metadatos para la documentación de información espacial y documental asociada a los estudios ambientales

  AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA  					
PLANTILLA INSTITUCIONAL DE METADATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL Y DOCUMENTAL ASOCIADA A LOS ESTUDIOS AMBIENTALES ISO 19115-1:2014 Geographic information - Metadata ISO 23001-2:2009 Information and documentation - Managing metadata for records					
Identificador (ID)	Tipo de Metadato	Nombre de la Capa de Información del Documento	Título (Capa de Información) (Documento)	Fecha (Capa de Información) (Documento)	Tipo de Fecha (Capa de Información) (Documento)
IEA_L_Afo_2021_Rehabilitacion_Presa_Miraflores_Complejo_Hidroeléctrico_Guadalupe	Metadato Documental	Informe	Informe de Cumplimiento Ambiental 1 Año 2021 Rehabilitación de la Presa Miraflores del Complejo Hidroeléctrico Guadalupe.	2022-02-22	Creación
CaroBase_APM_LICA1.gdb	Metadato Geográfico	CaroBase_APM_LICA1.gdb	Geodatabase que contiene la información básica del proyecto como: municipios, drenajes dobles y sencillos, embalses, vías, municipios y departamentos. Bajo el modelo de datos geográfico del ISAC.	2021-05-11	Creación
APM_LICA1_2021_LAM2578_ProcesoMorfolodinamicoPT	Metadato Geográfico	ProcesoMorfolodinamicoPT	Capa de información Proceso Morfolodinámico. Asociada al Informe de Cumplimiento Ambiental 1 (año 2021) del Proyecto de Rehabilitación de la Presa Miraflores del Complejo Hidroeléctrico Guadalupe. Municipio de Carolina. Departamento de Antioquia. Escala 1:10.000. Año 2021.	2022-02-03	Creación
APM_LICA1_2021_LAM2578_CaptacionAguaSuperficialPT	Metadato Geográfico	CaptacionAguaSuperficialPT	Capa de información Captación de Agua Superficial. Asociada al Informe de Cumplimiento Ambiental 1 (año 2021) del Proyecto de Rehabilitación de la Presa Miraflores del Complejo Hidroeléctrico Guadalupe. Municipio de Carolina.	2022-02-03	Creación

Fuente. Diligenciamiento propio.

El objetivo del diligenciamiento de los metadatos en la plantilla es con el fin de poder evidenciar el conjunto de datos que se generaron en las caracterizaciones físicas, fitosanitarias y estrategias de supervivencia de plantas epífitas vasculares como orquídeas y bromelias en áreas donde se realizó la etapa constructiva del proyecto de actualización de la represa de Miraflores con actividades de rescate, traslado y reubicación de especies de flora sensible (especies epífitas, rupícolas y/o terrestres),

A continuación, se observan las salidas cartográficas generadas por el practicante Leyder Yohany Valenzuela Toledo en el consorcio MT Miraflores.

Localización

El municipio de Carolina del Príncipe se localiza al norte del departamento de Antioquia, en la cordillera central de los Andes a una altura sobre el nivel del mar promedio de 1.700 m. En jurisdicción del municipio del municipio de Carolina del Príncipe se emplaza parte del complejo hidroeléctrico Guadalupe del cual hace parte el embalse Miraflores y su presa, proyecto hidroeléctrico objeto en la actualidad de una rehabilitación.

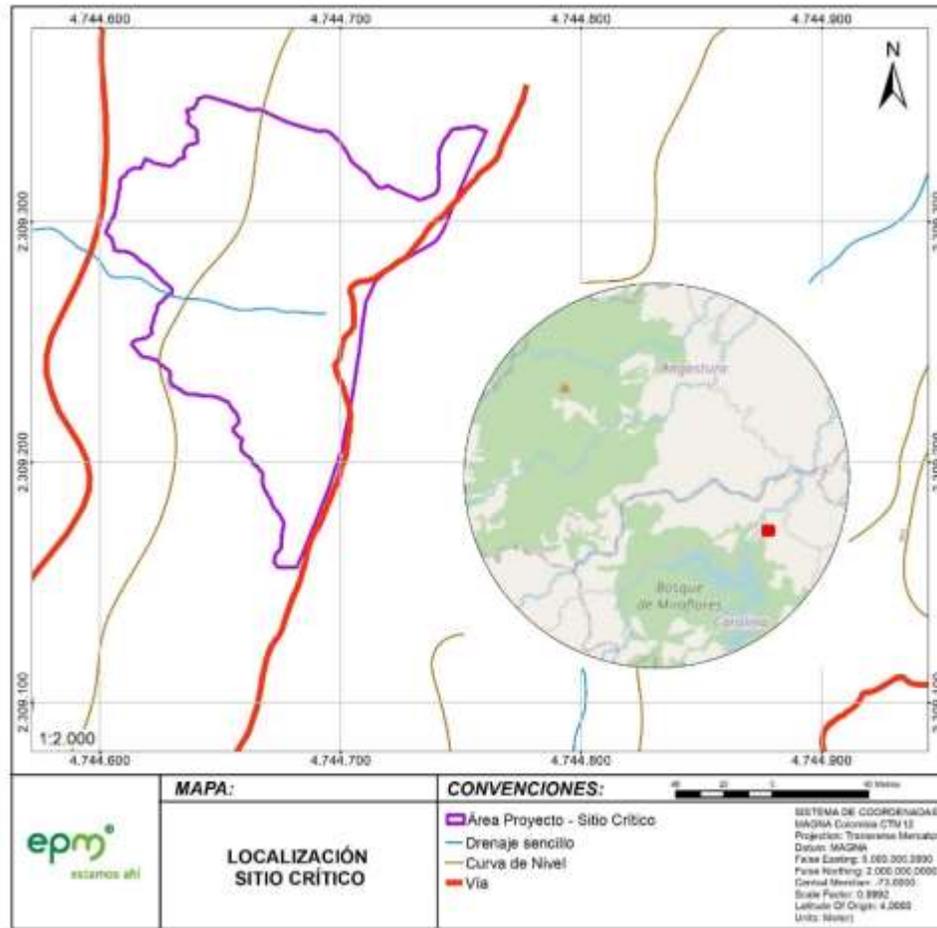
Tabla 7. Coordenadas que delimitan el polígono de intervención del proyecto.

Punto	Este	Norte
73	863.559	1.243.140
74	863.576	1.243.188
75	863.579	1.243.216
76	863.574	1.243.248
77	863.640	1.243.238
78	863.723	1.243.232
79	863.745	1.243.211
80	863.742	1.243.187
81	863.726	1.243.180
82	863.576	1.243.160
83	863.702	1.243.141
84	863.706	1.243.121
85	863.716	1.243.113
86	863.723	1.243.099

Punto	Este	Norte
87	863.720	1.243.080
88	863.711	1.243.065
89	863.697	1.243.063
90	863.681	1.243.056
91	863.664	1.243.039
92	863.658	1.243.031
93	863.637	1.243.030
94	863.629	1.243.036
95	863.626	1.243.063
96	863.622	1.243.074
97	863.575	1.243.120

Fuente: EPM (2019) citado por Corantioquia, 2021

Imagen 3. Localización polígona del sitio crítico.



Fuente: EPM (2019) citado por Corantioquia, 2021.

El predio Complejo Guadalupe-Predio EPM, se encuentra ubicado en el área colindante de la casa de vigilancia de la cresta del embalse Miraflores, en las coordenadas 6°46'50" N 75°19'9" W, 6°46'50" N 75°19'8" W, 6°47'46" N 75°29'13" W y contiguo a la presa margen izquierda en las coordenadas 6°46'55" N 75°19'11" W, 6°46'51" N 75°19'9" W (imagen 1); el predio denominado La Florida, ubicado aguas abajo de la presa en las coordenadas 6°47'39" N 75°18'42" W, 6°47'46" N 75°29'13" W.

Imagen 4. Ubicación de las áreas de aprovechamiento sobre las obras del embalse Miraflores y en predios.



Fuente. Elaboración propia (Consortio MT Miraflores)

Imagen 5. Ubicación de las áreas de aprovechamiento aguas debajo de la presa del embalse Miraflores y en predio denominado La Florida.

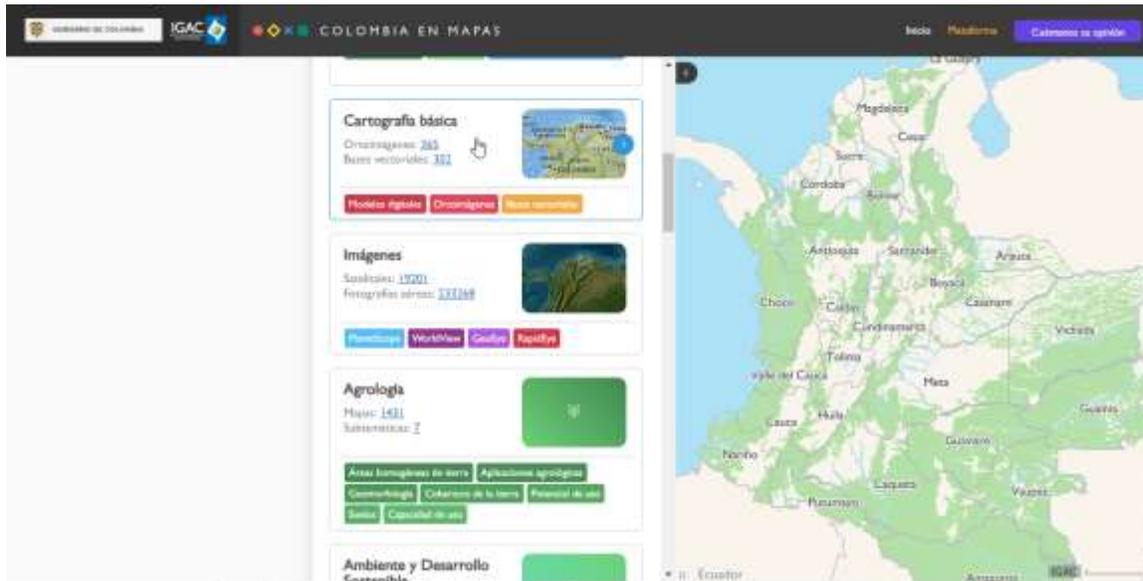


Fuente. Elaboración propia (Consortio MT Miraflores)

A continuación, se evidencia las salidas cartográficas finales generadas a partir de la base de datos del IGAC.

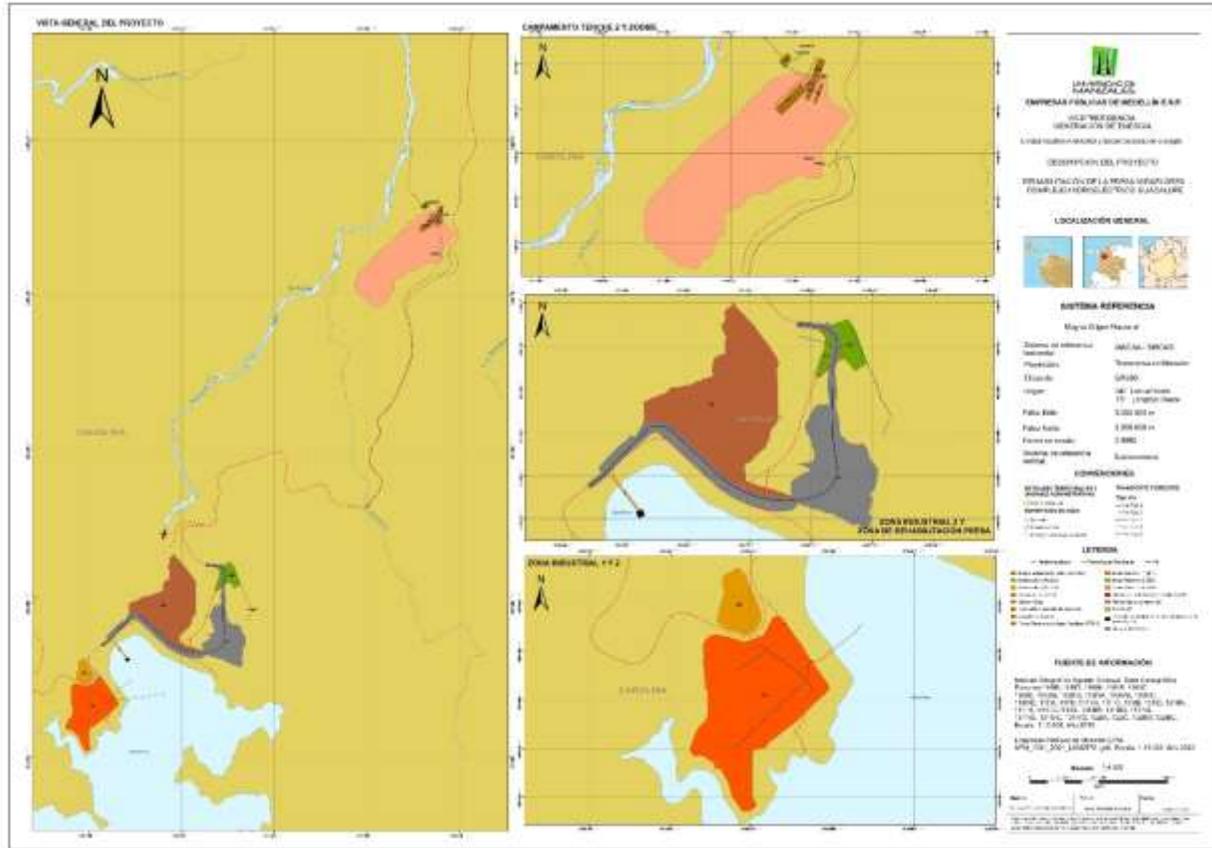
(Formato vectorial (puntos, líneas y polígonos) formato Ráster como imágenes digitales tipo ráster.)

Imagen 6. Página de base de datos IGAC.



Fuente. Base de datos vectorial básica. Colombia. Escala 1:500.000. Año 2014 - Colombia en mapas

Imagen 7. Mapa 1. Localización general del proyecto.

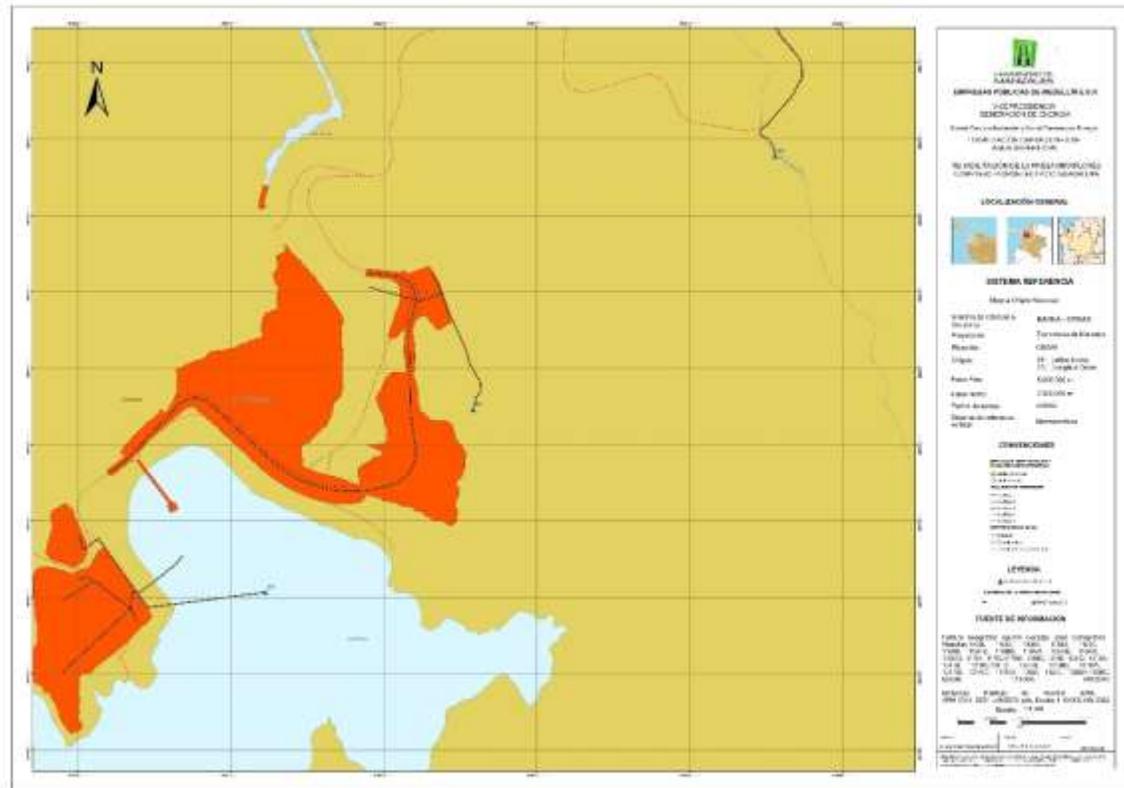


Fuente. Elaboración propia

Localización captaciones de agua superficial

Donde la cuenca involucra recolecta y almacena el agua de varias fuentes para su uso beneficioso. El agua extraída de las cuenca hidrográfica y entregada al embalse puede aumentar significativamente la disponibilidad de agua para el riego de huertos, animales, acuicultura y agua doméstica.

Imagen 9. Mapa 3 Localización captaciones de agua superficial

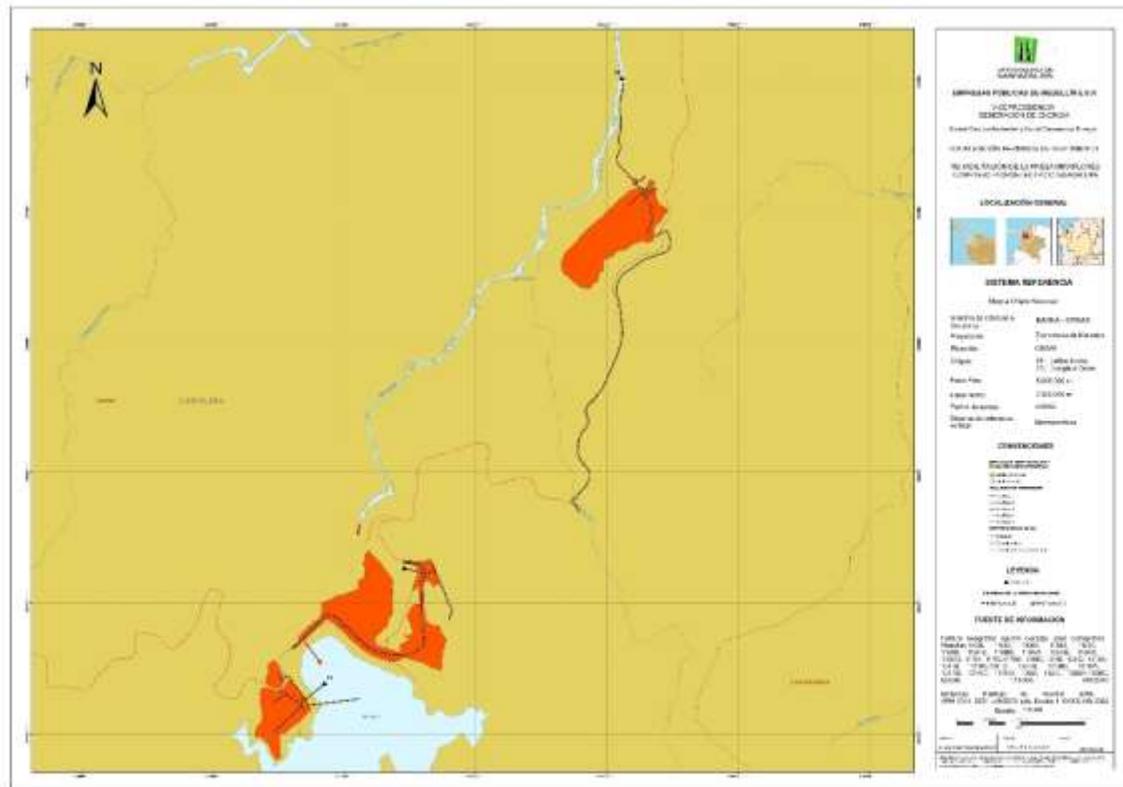


Fuente. Elaboración propia

Localización permisos de vertimiento

Mediante acto administrativo 160TH-RES2400-2140 de 23 de abril de 2020, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA) otorga permiso de Vertimientos para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, como reza en el artículo primero, para un “caudal de 0,3 l/s en el Campamento Tenche 2 (con una población de 90 personas permanentes) del proyecto de Rehabilitación Presa Miraflores, en el predio La Florida, ubicado en la vereda Tenche, zona rural del municipio de Carolina del Príncipe”, fuente de abastecimiento quebrada El Arbolito, fuente receptora río Tenche, cuenca río Tenche. De acuerdo con el artículo tercero este permiso se otorga en un término de 2 años y 3 meses, es decir durante la etapa de construcción, contados a partir de la fecha de firma del acto administrativo en mención.

Imagen 10. Localización permisos de vertimiento



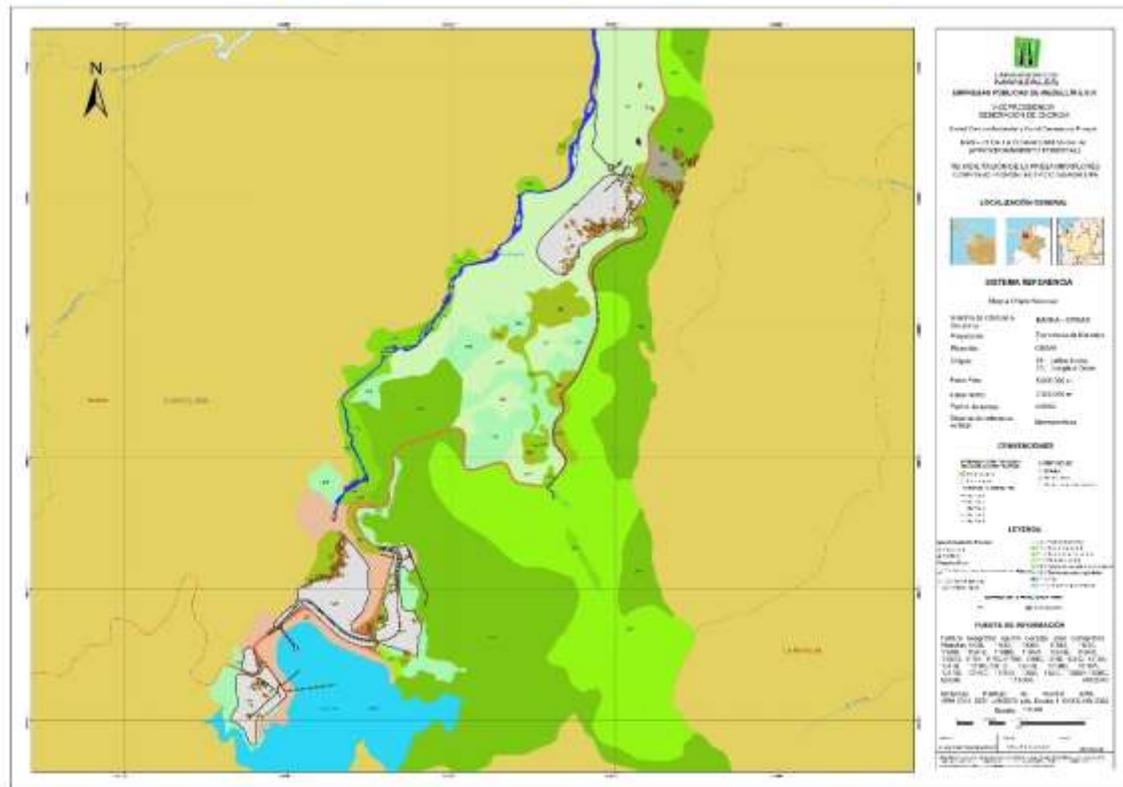
Fuente. Elaboración propia

Cobertura Vegetal

Se realizó la remoción de la cobertura vegetal de las áreas de intervención, siguiendo las actividades relacionadas con el componente biótico (ahuyentamiento de fauna, rescate de especies en veda). Durante el año 2021, mediante las actividades de remoción de la cobertura vegetal y material sobrante del aprovechamiento forestal, se llevó a cabo la implementación del protocolo de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna terrestre establecido en las MMA, en los meses que hubo acciones de aprovechamiento forestal; así como también se realizó acompañamiento en las actividades de remoción de material sobrante de la tala y cobertura vegetal, para prevenir así la probabilidad de que resulten animales heridos o muertos. Además de los acompañamientos y recorridos por los demás frentes de trabajo de la obra, estando atentos a los posibles rescates. Por lo tanto, se llevó a cabo la identificación de 1080 individuos pertenecientes a 154 especies en las

categorías de aves, anfibios, reptiles y mamíferos, mediante el desarrollo y ejecución de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

Imagen 11. Cobertura Vegetal



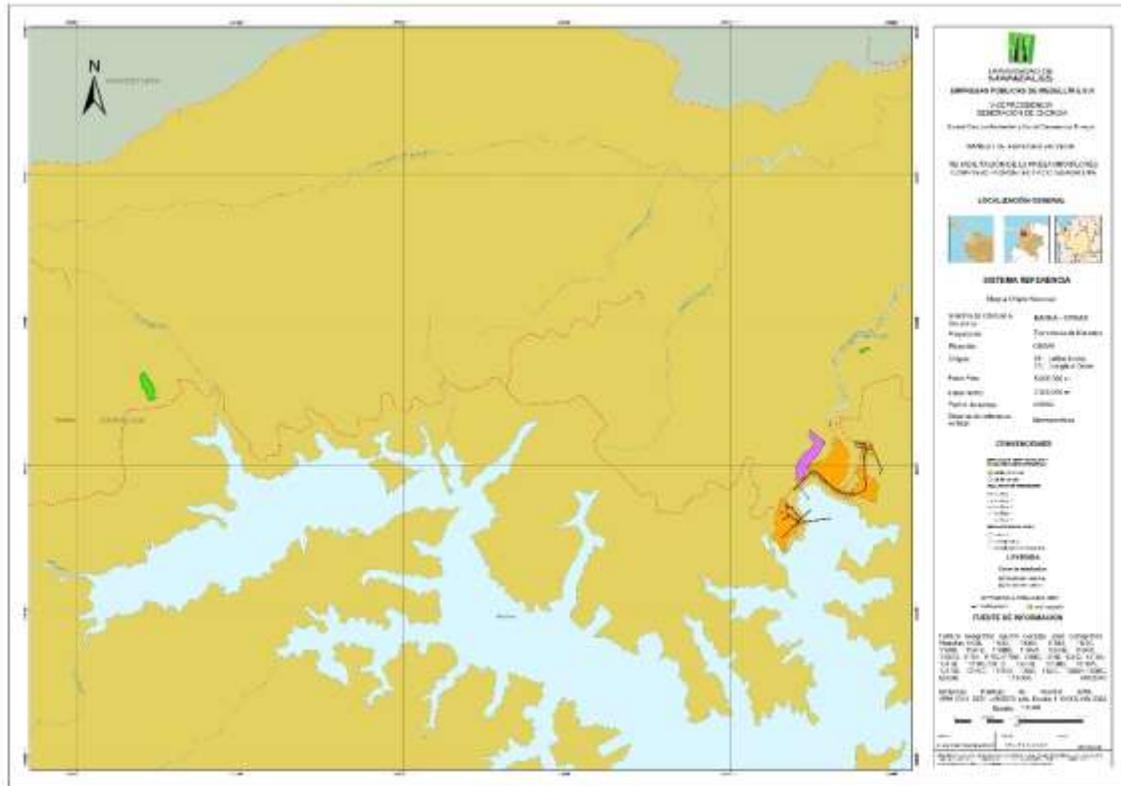
Fuente. Elaboración propia

Manejo de especies en Veda

Por medio de la Resolución 1741 de 30 de octubre de 2019, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, levanta a nombre de Empresas Públicas de Medellín E.S.P, de manera parcial la veda para un fustal de la especie *Quercus humboldtii* y sesenta y ocho (68) individuos de la especie *Cyathea caracasana* con diferentes estados de desarrollo que se verán intervenidos con el proyecto Rehabilitación y Actualización Tecnológica de la Presa Embalse Miraflores, localizada en jurisdicción del municipio de Carolina del Príncipe del departamento de Antioquia. La resolución

en mención no manifiesta vigencia, pero sí específica que serán 3 años de monitoreo y entrega de informes luego de haber realizado las reubicaciones a las que da lugar este acto administrativo.

Imagen 12. Manejo de especies en Veda



Fuente. Elaboración propia

Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y respel

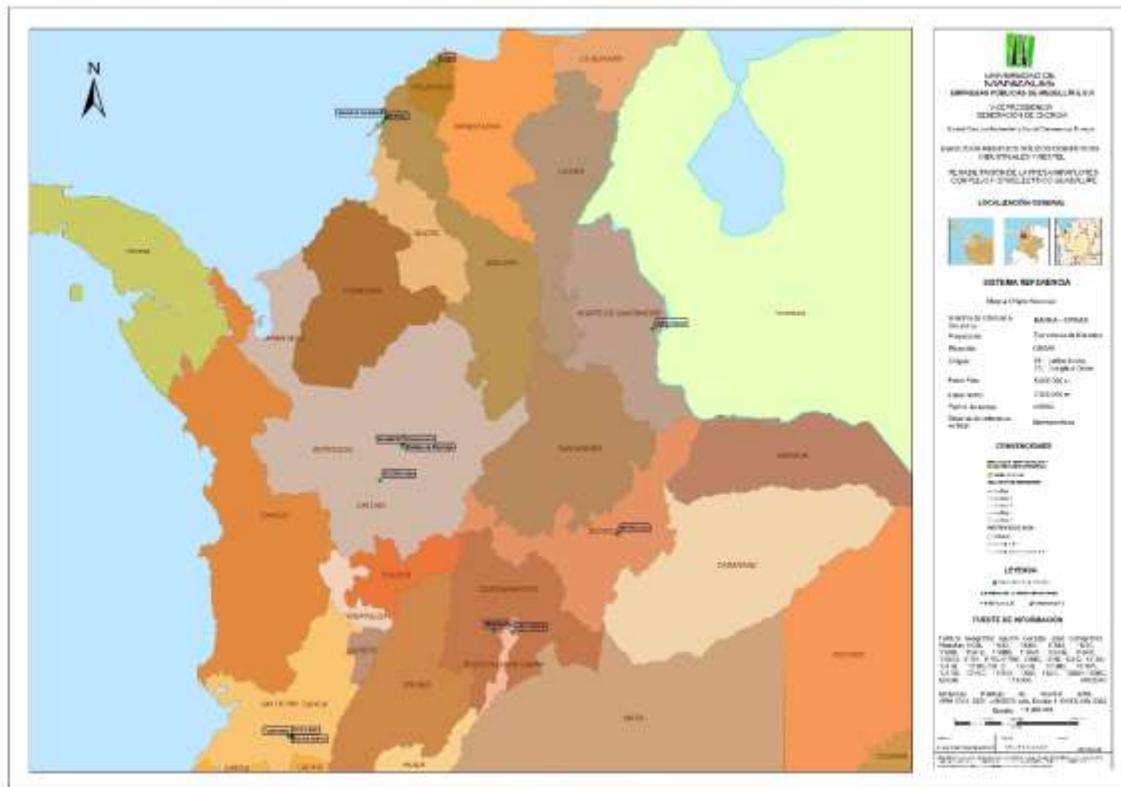
En relación con el programa MMAA-08 Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y RESPEL, se concluye que:

- Con respecto a la generación de residuos, el manejo, tratamiento y disposición final se realizó de forma diferenciada para cada tipo de residuo.
- En relación con el programa SMAA-07. Seguimiento y monitoreo al manejo de residuos sólidos domésticos. industriales y RESPEL, se concluye que:

-
- Se realizaron las acciones propuestas, en cumplimiento de las metas e indicadores definidos.
 - Con respecto a la generación de residuos, el manejo, tratamiento y disposición final se realizó en un 100% y de forma diferenciada para cada tipo de residuo. La cantidad de residuos sólidos dispuestos adecuadamente de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2891 de 2013 por medio del cual se reglamenta el servicio público de aseo y para residuos peligrosos el Decreto 1076 de 2015, fue del 100% de los residuos sólidos generados durante el periodo reportado, dando cumplimiento al 100% del indicador.

Se identificaron en el mapa a continuación las zonas y corporaciones de disposición final de residuos.

Imagen 13. Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y respel



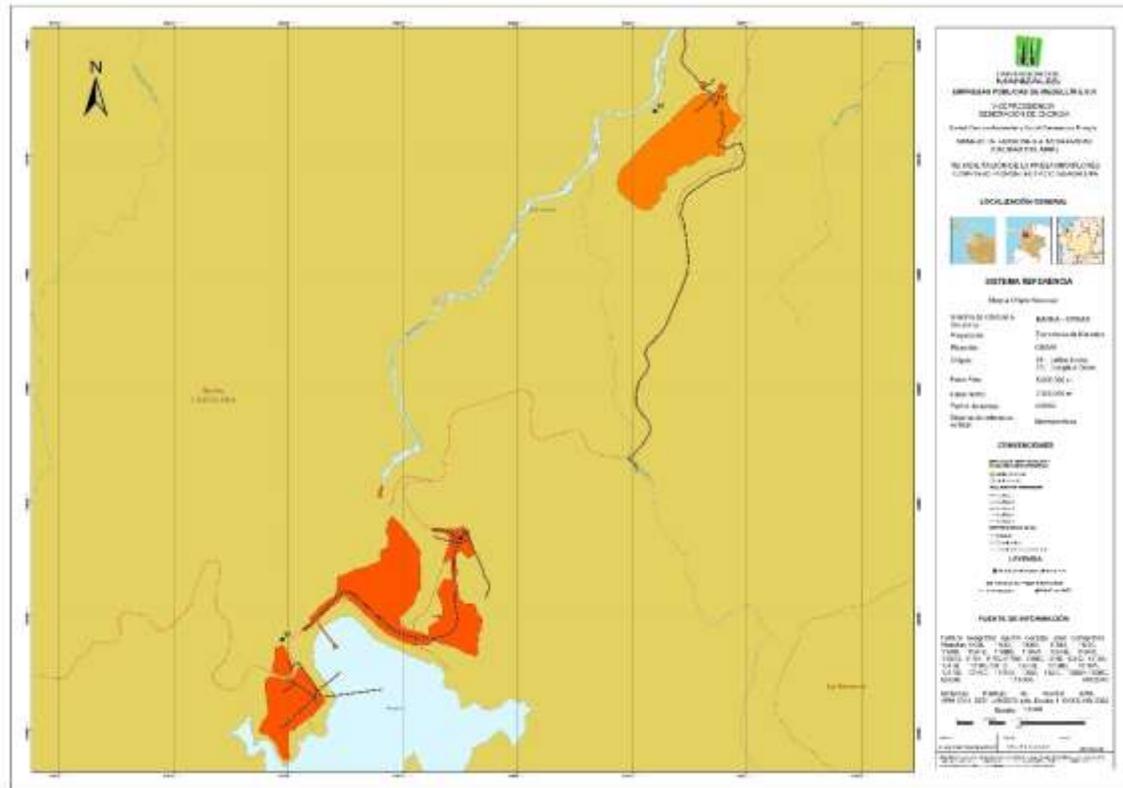
Fuente. Elaboración propia

Monitoreo de agua superficiales

Las acciones se consideran efectivas en términos de cumplimiento de ejecución del cronograma planteado, así como el cumplimiento en el seguimiento y elaboración de monitoreo de agua superficial y en el contraste de los parámetros que exige el Decreto 1075 de 2015. Se realiza seguimiento diario al consumo de agua, así como la inspección de fugas en el sistema de abastecimiento de las captaciones de agua. Se construyen tres (3) acueductos independientes para atender la demanda de agua en el campamento y las zonas industriales. Se implementan las medidas en campo necesarias para evitar la contaminación de cuerpos de agua.

A continuación, se identifican las zonas de rehabilitación de aguas superficiales.

Imagen 16. Manejo de emisiones atmosféricas (calidad del aire)

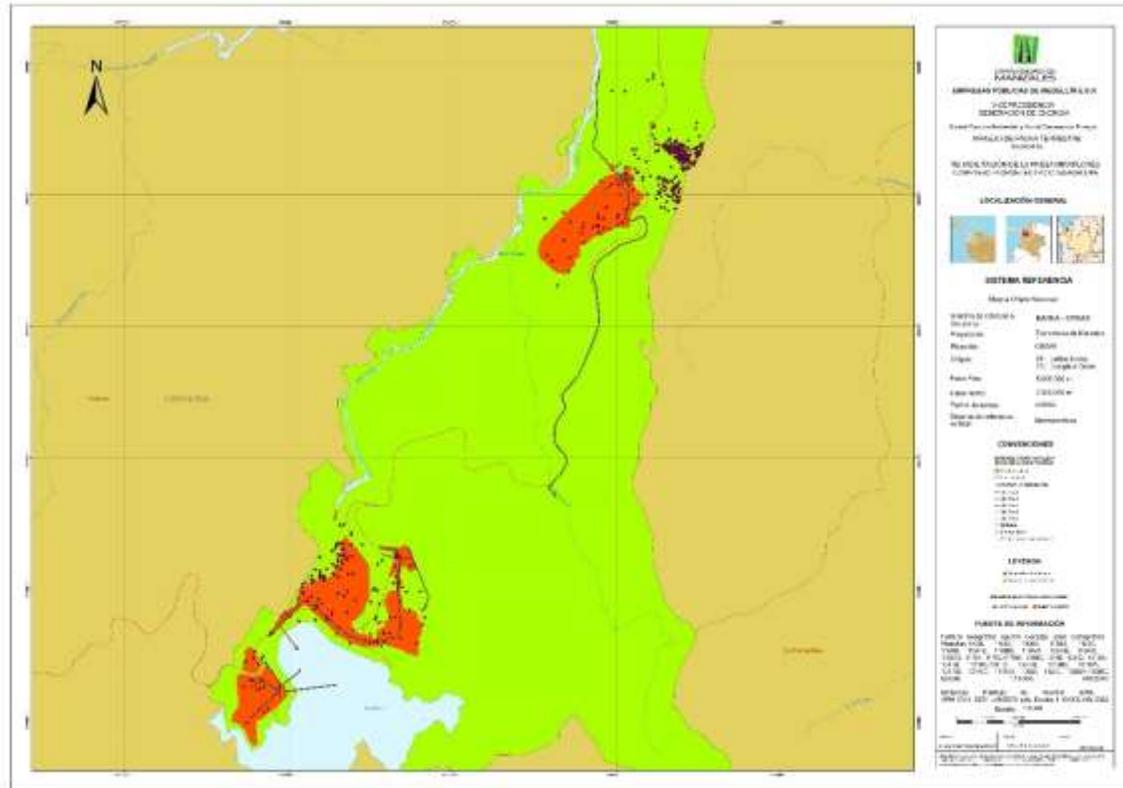


Fuente. Elaboración propia

Manejo de fauna terrestre rescate

Se cumplen las medidas establecidas en las fichas de manejo y seguimiento implementando el cronograma y las acciones propuestas. Durante el año 2021, mediante las actividades de remoción de la cobertura vegetal y material sobrante del aprovechamiento forestal, se llevó a cabo la implementación del protocolo de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna terrestre establecido en las MMA, en los meses que hubo acciones de aprovechamiento forestal; así como también se realizó acompañamiento en las actividades de remoción de material sobrante de la tala y cobertura vegetal, para prevenir así la probabilidad de que resulten animales heridos o muertos. Además de los acompañamientos y recorridos por los demás frentes de trabajo de la obra, estando atentos a los posibles rescates.

Imagen 17. Manejo de fauna terrestre rescate



Fuente. Elaboración propia

Manejo de fauna terrestre reubicación

Durante las actividades realizadas en cuanto a la implementación del protocolo de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre en las diferentes áreas de intervención del proyecto no se presentó ningún incidente que ameritara atención medica veterinaria. El formato vectorial tipo punto identifica la fauna terrestre de reubicación.

6. Análisis y Resultados

➤ 6.1 Información en SIG

El propósito de este trabajo fue recopilar toda la información posible y también recopilar la información existente e introducirla en SIG.

El análisis aplicado a este trabajo se realizó utilizando el software ArcGIS para determinar su aplicabilidad y usabilidad, así como también para reducir tiempos. El uso de GIS para administrar la información de compensación forestal CABG permite una gran variedad de análisis espaciales interesantes.

Los resultados se mostraron por cada uno de los grupos que fueron censados los individuos de helechos arbóreos presentes en el área denominada Sitio Crítico Uno.

En el periodo comprendido entre los meses de enero a junio se llevó a cabo el recate de 3671 individuos en las diferentes áreas de intervención del proyecto como lo son: Contrapeso, Zonas industriales 1 y 3, Zodme, Vía sustitutiva. Ya para el periodo comprendido entre los meses de julio a diciembre se rescataron un total de 1443 individuos en áreas de Sitio crítico 1 – Tenche. Cabe resaltar que durante las actividades de rescate y reubicación de epífitas vasculares durante las actividades de intervención en los diferentes frentes de obra, se llevó a cabo el rescate y reubicación de un total de 5114 individuos.

Tabla 2. Material rescatado entre enero a diciembre

ZONA	INDIVIDUOS RESCATADOS
Zona industrial 1 (1ZI)	551
Zona industrial 3 (3ZI)	80
Zona de contrapeso (C o P)	566
Zodme (Z o ZD)	751
Vía Sustitutiva (V)	1608
Sitio crítico - Parte baja (PC)	115
Sitio crítico 1 (SC)	1443
Total	5114

➤ **6.2 Geodatabase (GDB).**

Se cumplen las medidas establecidas en las fichas de manejo MMAB-02 y SMAB-02 en cuanto al Manejo, Seguimiento y Monitoreo de especies sensibles de flora. Durante el año 2021 se llevó a cabo el rescate y reubicación de 5114 epífitas periodo en el cual se presentó una mortalidad del 5.67%

2289 epífitas son de hábitos terrestres.

2825 epífitas son de hábitos arbóreos o rupícolas.

3719 de las epífitas rescatadas son de denominación rara.

1395 de las epífitas rescatadas son de denominación común.

- Helechos arbóreos:

En cuanto a los individuos de brinzales en veda nacional (helechos arbóreos) se tiene un total de rescatados y traslados sobrevivientes de 178 helechos sobre 180 rescatados y trasladados, lo cual

nos da un porcentaje de 98,88% de sobrevivencia. Cabe anotar que se presentó mortalidad de 2 individuos durante la estancia en el vivero temporal.

- Aprovechamiento helechos arbóreos:

Durante las actividades de intervención (aprovechamiento forestal), se llevó a cabo el aprovechamiento de 82 helechos arbóreos los cuales no contaban con las características óptimas y recomendadas por las autoridades ambientales para ser rescatados y reubicados.

Las actividades de mantenimiento incluyen labores de erradicación de malezas, hidratación continua y eventualmente aplicación de agroquímicos que permitan controlar infecciones y plagas, además de potencializar el crecimiento. Se lleva a cabo un registro trimestral de observaciones que describen las condiciones fitosanitarias de los individuos y las posibles limitantes, con el fin de emprender acciones encaminadas a mejorar la adaptabilidad de estas plantas. Estas actividades en este primer año se realizaron de forma trimestral. En la GDB se presentan los puntos donde fueron rescatados y/o reubicados, cada uno de los individuos.

8. Conclusiones

Se logró identificar y registrar en las GDB que:

- Se llevó a cabo el rescate, traslado y reubicación de 3671 individuos de especies de flora sensible, pertenecientes al grupo taxonómico de Bromelias y Orquídeas de acuerdo a su hábito de crecimiento (epífita, rupícola y/o terrestre), los cuales fueron identificados en las diferentes áreas de intervención del proyecto y que cumplían con las características y condiciones establecidas y la relacionadas en la resolución No. 1741 de 30 de octubre de 2019 por medio de la cual se otorgó levantamiento de veda.
- En las actividades de intervención en las áreas de Sitio crítico 1 – Tenche, en el periodo entre octubre y noviembre, se llevó a cabo el rescate, traslado y reubicación de 1443 individuos de especies de flora sensible, pertenecientes al grupo taxonómico de Bromelias y Orquídeas de acuerdo a su hábito de crecimiento (epífita, rupícola y/o terrestre), los cuales fueron identificados en las diferentes áreas de intervención del proyecto y que cumplían con las características y condiciones establecidas y la relacionadas en la resolución No. 160TH-RES2110-6576 del 12 de octubre de 2021, por medio de la cual se otorgó el permiso de aprovechamiento forestal único de bosque natural.
- Dentro del total de epífitas (5114 individuos) rescatadas se logró establecer que alrededor del 27,3% (1395 individuos) pertenecen a especies de frecuencia común, y un 72,7% (3719 individuos) a especies raras o de baja frecuencia, lo cual indica el grado de conservación y biodiversidad de las áreas intervenidas y aledañas. De igual manera dentro del total de las epífitas arbóreas, rupícolas y terrestres rescatadas y posteriormente reubicadas se logró establecer que el 47,2% (1115 epífitas) son de hábitos terrestres y el 52,8% (3999 epífitas) son de hábitos arbóreo.
- Se escogieron preferiblemente las mismas especies de forófitos del cual fue extraído el material vegetal, además de presentar suficiente follaje para proteger las plantas epífitas de la luz solar, se escogieron individuos que presentaban ramas con el menor grado de inclinación posible y zonas

cercanas al fuste para garantizar la mayor probabilidad de retención de nutrientes y agua que se deslizan por escorrentía. En lo posible, las epífitas se ubicaron en las bases de las ramas y troncos de los árboles tratando de igualar las condiciones iniciales del lugar de extracción. Las epífitas se acomodaron en diferentes secciones del nuevo hospedero (Base del tronco, 2a y 2b Tronco, 3 Dosel interno y 4. Dosel externo. Se utilizaron 146 forófitos para la reubicación de epifitas, los cuales no están en numeración consecutiva.

- Mediante el desarrollo de las actividades de intervención, desmonte, tala y rocería, se implementaron las medidas de manejo ambiental para el manejo de las diferentes especies de flora sensible, estableciendo el control de los posibles impactos ambientales que se puedan causar con la construcción de las obras necesarias para la rehabilitación de la presa del embalse Miraflores.
- Durante las actividades del mantenimiento realizadas en el presente periodo (diciembre/2021), se identificó que algunas especies como los son: *Oncidium adelaidae*, *Racinaea adpressa*, *Masdevallia* sp, *Otoglossum globuliferum*, *Pleurothallis* sp, *Tillandsia complanata*, *Tillandsia* sp, *Epidendrum dentiferum*, *Gomphichis viscosa*, *Maxillaria acuminata*, *Sobralia virginalis*, *Epidendrum melinanthum*, *Elleanthus purpureus*, *Elleanthus aurantiacus*, *Elleanthus* sp, *Rodriguezia granadensis*, *Guzmania mitis*, las cuales se encontraban en estado de floración y fructificación, por lo que ayudo a constatar que algunos de estos individuos estaban identificados de manera errónea, debido a que las especies poseen características similares en sus estructuras, que solo pueden diferenciarse una vez la planta florece; Por lo tanto, en el presente informe se realizó las correcciones correspondientes, las cuales quedaron consignadas en las bases de datos anexas.

9. Recomendaciones

- La elaboración de un SIG para proyecto de rehabilitación de la presa disminuye los tiempos de análisis de datos y, además, hace el análisis más certero y eficaz y la conjunción de esta información en SIG proporciona un análisis más profundo y detallado de rehabilitación, creando una amplia cobertura para la investigación en diferentes áreas, mostrando detalles espaciales o geográficos que permiten mejor control de información.

10. Referencias

- *Corantioquia, (2021). Evaluación solicitud Aprovechamiento Forestal Único. Santa Rosa de Osos.*
- *Alberto Ortega, C. A., Castellano. (2007, junio). ESTUDIO TEMPORAL DE LA FRAGMENTACIÓN FORESTAL DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA «SIERRA DE QUILA» EN EL ESTADO DE JALISCO, MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). <http://repositorio.cucba.udg.mx/>.
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5051/Villafuerte_Rincon_Jacqueline.pdf?sequence=1*
- *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (igac.gov.co)*
- *Corantioquia, (202). Catalogo ilustrado de helechos árboles de Antioquia. Medellín.*
- *IDEAM, (2010). Leyenda nacional de coberturas nacionales. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá.*
- *Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2014). Resolución No 0192 del 10 de febrero del 2014. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2014/res_0192_2014.pdf*
- *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá, D.C., 2015. 92 p.*

- *Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). “Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas”. Bogotá.*
- *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Política Nacional Para La Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).*
- *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. (22 de Agosto de 2018). Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá: Autoridad.Nacional de Licencias Ambientales ANLA*
- *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2014). Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. (Libro). Bogotá.*
- *CAMILO VELÁSQUEZ, C. C., ROMERO. (2022). IMPACTOS, CARACTERIZACIÓN SOCIO AMBIENTAL PARA PLANES Y APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSULTORÍ. repository.unilibre.edu.co.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/22450/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>*

A. Anexo: Nombrar el anexo A de acuerdo con su contenido

Los Anexos son documentos o elementos que complementan el cuerpo del trabajo y que se relacionan, directa o indirectamente, con la investigación, tales como acetatos, cd, normas, etc.

Los anexos deben ir numerados con letras y usando el estilo “Título anexos”.

B. Anexo: Nombrar el anexo B de acuerdo con su contenido

Al final del documento es opcional incluir índices o glosarios. Éstos son listas detalladas y especializadas de los términos, nombres, autores, temas, etc., que aparecen en el trabajo. Sirven para facilitar su localización en el texto. Los índices pueden ser alfabéticos, cronológicos, numéricos, analíticos, entre otros. Luego de cada palabra, término, etc., se pone coma y el número de la página donde aparece esta información.