

**Caracterización estructural de flora del sistema manglar durante el
proceso de restauración en la Bahía Barbacoas-Cartagena**

Silvia Juliana Mendoza Martinez

309280

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Bucaramanga

2020

Caracterización estructural de flora del sistema manglar durante el proceso de restauración en la Bahía Barbacoas-Cartagena

Silvia Juliana Mendoza Martinez

309280

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Director del Proyecto

Yolanda Gamarra Hernández

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Bucaramanga

2020

Tabla de Contenidos

Introducción	1
Capítulo 1. Generalidades de la empresa.....	1
Capítulo 2. Diagnóstico de la empresa	1
Capítulo 3. Delimitación del problema.....	1
Capítulo 4. Justificación.....	1
Capítulo 5. Objetivos	1
Objetivo General.....	2
Objetivos específicos	3
Capítulo 6. actividades desarrolladas.....	4
Seguimiento del establecimiento forestal	5
Seguimiento del primer mantenimiento parcial.....	6
Participación y seguimiento del monitoreo de avifauna en el área de compensación	6
Análisis del proyecto de compensación en la Bahía Barbacoas	6
Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones	1
Capítulo 8. Lista de referencias	1

Lista de Figuras

Ilustración 1. Localización del primer predio donde se desarrolla la compensación	16
Ilustración 2. Localización del segundo predio donde se va compensar dentro del predio de áreas CARDIQUE.....	16
Ilustración 3. Antes de la limpia	18
Ilustración 4. Después de la limpia	18
Ilustración 5. Trazado del área a sembrar	19
Ilustración 6. Recolecta de plantines (noviembre).....	19
Ilustración 7. Transporte menor de plántulas	20
Ilustración 8. Transporte mayor de plántulas	20
Ilustración 9. Siembra mes de Noviembre	20
Ilustración 10. Siembra mes de Diciembre	20
Ilustración 11,12,13 y 14. Resiembra	21
Ilustración 15. Modelo de observación por puntos fijos con radio fijo de 50 metros	22
Ilustración 16. Histograma de representatividad de especies agrupadas por familias ornitológicas, observadas en el área de influencia directa de la compensación en la bahía de Barbacoas.	24
Ilustración 17. Bosque manglar en el Canal del Dique.....	26
Ilustración 18. Área antes de iniciar el proceso de restauración.....	27
Ilustración 19. Área después del establecimiento	27
Ilustración 20. Área después del primer mantenimiento	27

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Caracterización estructural de flora del sistema manglar durante el proceso de restauración en la Bahía Barbacoas-Cartagena

AUTOR(ES): SILVIA JULIANA MENDOZA MARTINEZ

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR(A): Yolanda Gamarra Hernández

RESUMEN

Se verificó el cumplimiento de las condiciones técnicas del proceso de compensación del ecosistema manglar ubicada en la Bahía Barbacoas como Plan de compensación por pérdida de biodiversidad y por levantamiento de veda de especies de Flora, consecuente del proyecto "PUERTO EL CAYAO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TERMINAL DE IMPORTACIÓN, REGASIFICACIÓN Y POTENCIAL EXPORTACIÓN DE GAS NATURAL LICUADO". El estudiante verifica las actividades de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de avifauna de los primeros meses del proceso de compensación a través de informes establecidos por la empresa BQS S.A.S y la participación de cada una de las mismas.

PALABRAS CLAVE:

ANLA, SPEC L.G, CARDIQUE, MANGLE, RESTAURACIÓN


V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Structural characterization of flora of the mangrove system during the restoration process in the Bahía Barbacoas -Cartagena

AUTHOR(S): SILVIA JULIANA MENDOZA MARTINEZ

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Yolanda Gamarra Hernández

ABSTRACT

Compliance with the technical conditions of the process of compensation of the mangrove ecosystem located in the Barbacoas Bay was verified as a compensation plan for loss of biodiversity and for the closure of flora species, resulting from the project '1° PUERTO EL CAYAO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TERMINAL DE IMPORTACIÓN, REGASIFICACIÓN Y POTENCIAL EXPORTACIÓN DE GAS NATURAL LICUADO The intern verifies the activities of establishment, maintenance and monitoring of birdlife in the first months of the compensation process through reports established by the company BQS S.A.S and the participation of each of them.

KEYWORDS:

ANLA, SPEC L.G, CARDIQUE, MANGROVE, RESTORATION


V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

En el presente informe se evidencia las actividades continuas y representativas de la práctica empresarial para optar el título de Ingeniera Ambiental, desarrollada durante seis (6) meses en la empresa Business and Quality Service S.A.S. (BQS S.A.S)

La función del practicante en la empresa Business and Quality Services S.A.S es ser un apoyo fundamental en el seguimiento de los proyectos ambientales ejecutados por la empresa con relación a la restauración ecológica en diferentes ciudades del país, esto incluye la participación en cada una de las actividades descritas en las especificaciones técnicas de los contratos de los proyectos establecidos. El practicante debe tener en cuenta los temas ambientales contemplados según la legislación y las obligaciones de cumplimiento del proyecto determinadas por la autoridad ambiental competente (ANLA, CARDIQUE).

Teniendo en cuenta lo anterior el cargo que desempeña el practicante es fundamental para llevar un seguimiento eficiente y continuo del proyecto específico “SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE COMPENSACIÓN FORESTAL PARA SPEC (ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE 21HA DE MANGLE EN LAS INMEDIACIONES DEL CAÑO MATUNILLA” desarrollado actualmente en el Departamento de Bolívar en el municipio de Cartagena, Bahía Barbacoas, desembocadura del caño Matunilla.

Capítulo 1

Generalidades de la empresa

Business and Quality Services S.A.S, es una empresa colombiana fundada en el año 2011 caracterizada por ser una organización comprometida con el fortalecimiento empresarial a través del acompañamiento permanente de diferentes actividades buscando siempre ser el aliado que su empresa necesita.

Tiene como objetivo la prestación de servicios de valor agregado que favorecen el crecimiento y el mejoramiento continuo de las organizaciones prestando los siguientes servicios:

- Diseño, asesoría, implementación, mejora y mantenimiento de sistemas de gestión bajo estándares nacionales e internacionales.
- Consultoría, capacitaciones y soluciones logísticas en las áreas ambientales, salud ocupacional y seguridad industrial.
- Elaboración de planes de emergencia.
- Servicio para incentivar la cultura HSE y el clima laboral, incluye asesorías, capacitaciones, eventos, entrenamiento y labores de apoyo.
- Elaboración de planes, manuales, instructivos, procedimientos, guías, para gestión de residuos sólidos, peligrosos y sustancias químicas.
- Interventoría/gestoría técnica y administrativa de proyectos ambientales.
- Gestión de maestras de información.
- Gestión técnica de información geográfica y cartográfica.
- Elaboración de Estudios Ambientales (Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA-, Planes de Manejo Ambiental - PMA -, Estudios de Impacto ambiental - EIA – y Estudios de Sustracción de Áreas de Reserva Forestal - SR).
- Suministro e instalación de equipos de energías renovables.
- Monitoreo, seguimiento y mantenimiento de flora y fauna.
- Servicios ambientales para compensación, que incluyen preservación, reforestación, restauración y rehabilitación ecológica.
- Ejecución de programas y proyectos para la protección, preservación, conservación y recuperación de ecosistemas marinos.
- Servicios de inversión y gestión social, que incluyen desarrollo de proyectos y programas de fortalecimiento cultural y agropecuario para comunidades étnicas y campesinas.

En el 2025 Business and Quality Services S.A.S. se mantendrá como una de las empresas líderes en gestión y en la prestación de servicios de consultoría en diferentes sectores de la economía del país, logrando mantener altos estándares de calidad y los mejores resultados que conlleven al fortalecimiento empresarial de nuestros clientes (BQS S.A.S)

La gerencia de BQS S.A.S promueve la consulta y participación de los trabajadores y/o sus representantes en los temas aplicables del Sistema Integrado de Gestión por medio del departamento de HSEQ. Adicionalmente promueve el mejoramiento continuo de los procesos desarrollando estrategias de seguimiento y medición de desempeño del Sistema; también mediante el cumplimiento de los requisitos y regulaciones establecidos por la legislación colombiana vigente aplicable y de otra índole, relacionadas con el Sistema de Gestión en Seguridad, Salud en el Trabajo, Medio Ambiente y Calidad. (BQS S.A.S)

Capítulo 2

Diagnóstico de la empresa

Como empresa contratista seleccionado por SPEC LNG S.A. E.S.P, se deben cumplir los objetivos establecidos en los planes de compensación tanto por pérdida de biodiversidad como por levantamiento de veda de especies de flora realizado por SPEC LNG S.A. E.S.P, determinando actividades tales como; el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales mediante las cuales se dé cumplimiento a las obligaciones de compensación requeridas por las autoridades ambientales en los diferentes actos administrativos:

Resolución 1779 de 2014 referente a la compensación por levantamiento parcial de veda y otras disposiciones, del proyecto “Construcción y operación de la terminal portuaria de importación y regasificación del gas natural licuado (GNL) “El Cayao” y su línea de entrega a la estación Mamonal”.

- Licencia Ambiental 0435 del 16 de abril de 2015.
- Auto 624 de 2016 por medio del cual se realiza un seguimiento y control ambiental

En este sentido, en la Resolución 0435 del 16 de abril de 2015, "Por la cual se otorga una Licencia Ambiental y se toman otras determinaciones" para el proyecto en mención, en el Artículo Quinto se menciona que tal Licencia otorgada a la empresa lleva implícito el uso, aprovechamiento o afectación de varios recursos naturales como el aprovechamiento forestal y por lo tanto, siguiendo las obligaciones que conlleva el aprovechamiento forestal.

La empresa como contratista se compromete con el proyecto para ejecutar las actividades de compensación en Reforestación, mantenimiento y aislamiento para realizar la compensación forestal, la cual ya cuenta con un plan de establecimiento y/o compensación establecido con anterioridad. Para el cumplimiento y el completo desarrollo de la compensación, BQS S.A.S, tiene dispuesta un equipo de trabajo competente y calificado para realizar las funciones necesarias establecidas en las especificaciones técnicas y administrativas, garantizando una adecuada preparación del terreno y posterior resultado de la reforestación en el predio destinado a la actividad forestal de tipo privado. (BQS S.A.S, 2019)

Capítulo 3

Delimitación del problema

El proyecto de compensación ambiental de veintiún (21) ha en la Bahía Barbacoas se ejecuta por la “CONSTRUCCIÓN DEL TERMINAL DE IMPORTACIÓN, REGASIFICACIÓN Y POTENCIAL EXPORTACIÓN DE GAS NATURAL LICUADO” en el Puerto El Cayao”. Esta compensación tiene como objetivo resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos negativos que no lograron ser evitados en el desarrollo de este proyecto de construcción.

Con la implementación del plan de compensación se busca compensar el cambio de uso del suelo generado por el desarrollo del proyecto y evitar la pérdida neta de biodiversidad. Su consecución permitirá obtener beneficios tanto ambientales como sociales y económicos: ganancia de biodiversidad y mejoramiento de las condiciones bióticas del sitio a compensar, generación de conectividad ecosistémica entre relictos de bosque, producción de oxígeno, regulación hídrica a escala local, fijación de carbono y en términos generales, mejoramiento de las condiciones bióticas de la región. De esta manera damos cumplimiento a lo estipulado por la legislación colombiana, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS en la compensación por pérdida de biodiversidad; afectación de ecosistemas naturales, seminaturales y no naturales y cambio de uso del suelo, siguiendo la Resolución 0435 del 16 de abril de 2015 de la ANLA, por la cual se otorgó la licencia ambiental y se impusieron medidas de compensación y otras determinaciones relacionadas con el desarrollo del proyecto "Puerto El Cayao para la construcción de una terminal de importación, regasificación y potencial exportación de Gas Natural Licuado" desarrollado por la Sociedad Portuaria El Cayao (SPEC LNG).

Durante el desarrollo del proyecto de compensación de veintiún (21) ha en la Bahía Barbacoas en el municipio de Cartagena, se hace necesario la contratación de un practicante por parte de la empresa Business and Quality Services S.A.S (BQS S.A.S), con el objetivo específico de apoyar y realizar actividades inherentes al proyecto en el Departamento de Gestión Ambiental, dirigido por el ingeniero Enrique Alejandro Pedraza. El practicante se desempeñará en todo lo relacionado con el seguimiento y el cumplimiento de las actividades establecidas durante el proceso actual de reforestación en ecosistema manglar, bajo jurisdicción de las autoridades ambientales (ANLA, CARDIQUE). El practicante realizara estas funciones aplicando los conceptos técnicos aprendidos durante el pregrado y la oportunidad de conocer la dinámica del campo laboral.

Capítulo 4

Justificación

BUSINESS AND QUALITY SERCIES S.A.S se caracteriza por tener una política integral en el desarrollo de todas sus actividades, ofreciendo un compromiso con la satisfacción del cliente, la protección a sus trabajadores, contratistas, proveedores, clientes y la comunidad en general, con el fin de asegurar condiciones de trabajo seguras y saludables para todas las partes interesadas de la empresa.

Debido a las afectaciones frecuente a nivel del medio ambiente, la empresa ofrece un servicio de consultoría tipo ambiental tanto para el sector industrial como para el energético, permitiendo ejecutar proyectos de alta calidad tales como; planes de manejo ambiental, estudio de impacto ambiental, medidas de manejo ambiental, diagnóstico ambiental de alternativas, PGRMV (Planes de gestión de riesgos de manejo de vertimientos), PGIRS (Planes de gestión integral de residuos sólidos y RESPEL, Planes de emergencia, Asesoría e implementación de simulacros, Planes de ahorro (Agua y/o energía, Planes operativos de respuesta, Planes operativos normalizados (PON), Evaluación de riesgos y diseño de estrategias de respuesta.

Capítulo 5

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar el área de estudio, a partir de la distribución de las especies de mangle establecidas y el grado de perturbación o crecimiento

Objetivos específicos:

- Detectar el cambio en el contexto de resiliencia del ecosistema a partir de monitoreos parciales o completos durante el proceso de compensación del ecosistema manglar
- Garantizar una adecuada preparación del terreno, aislamiento y/o cercado, siembra, prendimiento del material vegetal, control fitosanitario y mantenimiento de las reforestaciones que son desarrolladas en un predio destinado a la actividad forestal de tipo protector

Capítulo 6

Actividades desarrolladas

Durante el desarrollo del proyecto “SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE COMPENSACIÓN FORESTAL PARA SPEC (ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE 21 HA DE MANGLE EN LAS INMEDIACIONES DEL CAÑO MATUNILLA)” ejecutado por BQS S.A.S el practicante desarrolló diferentes actividades establecidas directamente por el departamento de Gestión ambiental, las cuales esta ligadas directamente a las especificaciones técnicas establecidas entre la empresa contratante y la empresa contratista. Las actividades se llevaron a cabo en el Departamento de Bolívar en el Municipio de Cartagena, Bahía Barbacoas, desembocadura del Caño Matunilla y CARDIQUE como la jurisdicción ambiental competente, donde se tiene como objetivo realizar una compensación de veintiún (21) hectáreas de mangle para la conservación integral del ecosistema

En el caso de la bahía de Barbacoas son comunes las especies de mangle Rojo. Mangle Amarillo; *Germinans* y *L. racemosa*. La mayoría de las relaciones presentes son remanentes antiguos que incluso en años recientes se han detectado especies de fauna silvestre no registradas para el ecosistema de manglar e incluso especies no descritas, lo cual sugiere la importancia de la conservación de los manglares de esta subregión. Entre las mayores amenazas para estos manglares se cuenta la tala excesiva con el fin de urbanizar y construir viviendas de verano, hoteles y lugares de recreo. Este fenómeno es histórico en la región y es de alta gravedad para la permanencia de los ecosistemas de manglar, pues en tales sitios el mangle es talado y el suelo es desecado, cubierto con escombros, piedra caliza y apisonado, lo cual impide la anegación del sitio, el reclutamiento de plántulas de mangle y la permanencia de los individuos adultos (Álvarez-León, 2003; Díaz-Mendoza, Castro-Ángulo, & Manjarrez-Paba, 2010; H. Sánchez-Páez et al., 2000).

La compensación se basa en el establecimiento y mantenimiento de 21 HA de mangle en Caño Matunilla, entre la SOCIEDAD PORTUARIA EL CAYAO –SPEC¹ y BQS S.A.S, áreas pertenecientes a la nación y viabilizado por la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE (CARDIQUE). (Ver figura No.1 y 2)

¹ SPEC (Sociedad Portuaria El Cayao): Pioneros del Gas Natural Licuado (GNL) en Colombia

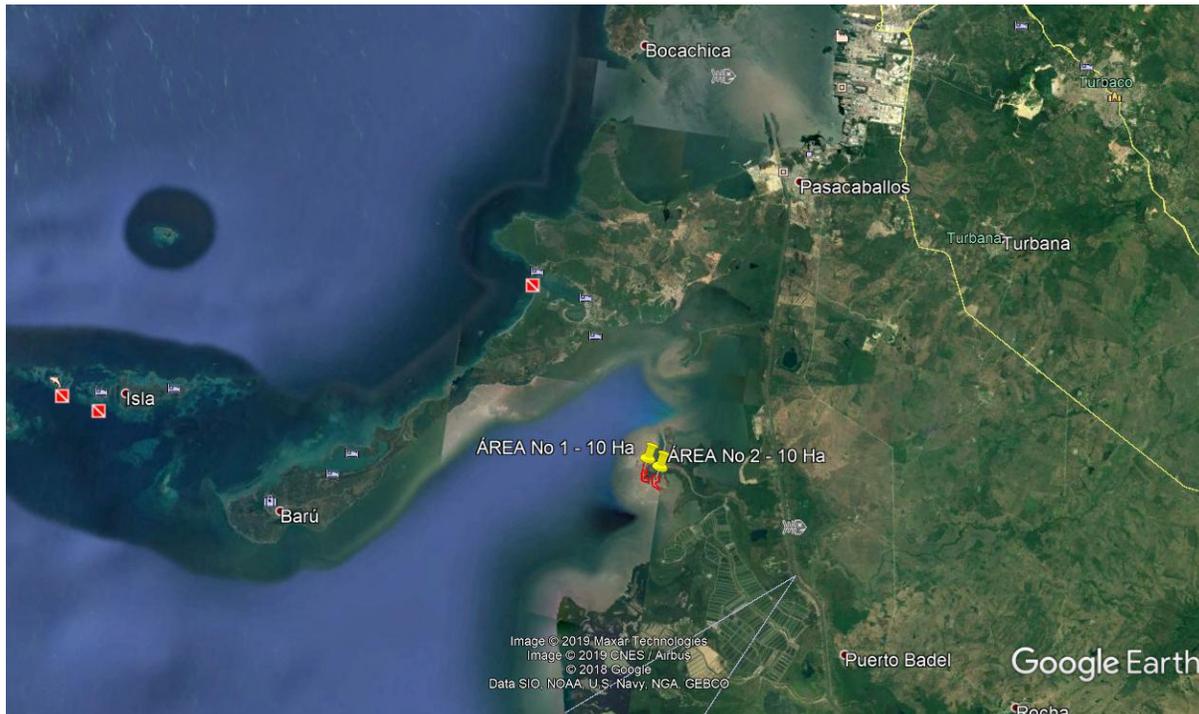


Ilustración 1. Localización del primer predio donde se desarrolla la compensación

Fuente: BQS S.A.S.

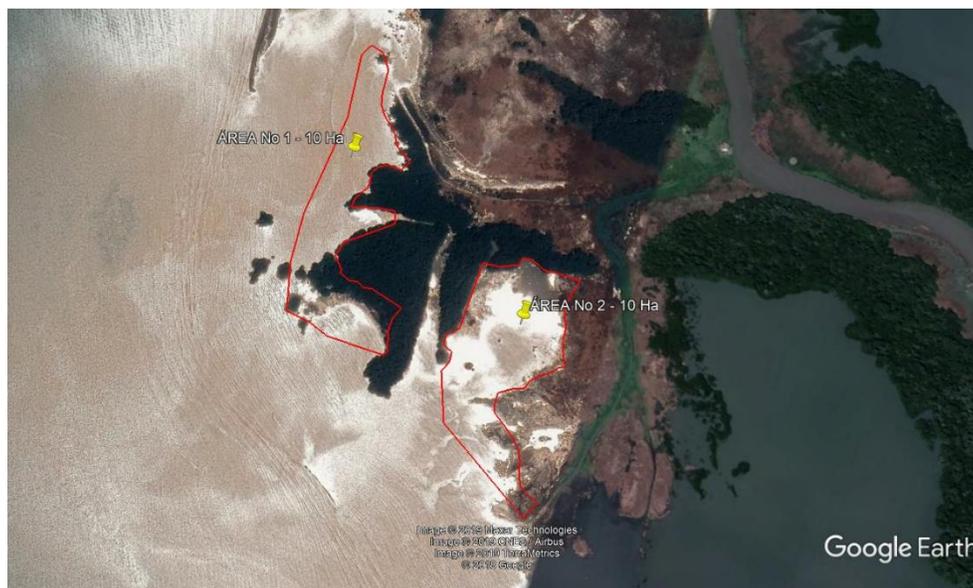


Ilustración 2. Localización del segundo predio donde se va compensar dentro del predio de áreas CARDIQUE.

Fuente: BQS S.A.S.

Por medio de la compensación de las veintiún 21 hectáreas establecidas por la empresa SPEC LNG da cumplimiento a lo estipulado por la legislación colombiana, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS en la compensación por pérdida de biodiversidad; afectación de ecosistemas naturales, seminaturales y no naturales y cambio de uso del suelo, siguiendo la Resolución 0435 del 16 de abril de 2015 de la ANLA, (SPEC LNG, 2017).

1. SEGUIMIENTO DEL ESTABLECIMIENTO FORESTAL

El principal objetivo de esta actividad fue: el complemento de los informes de seguimiento y avance de las labores ejecutadas en el mes de noviembre y diciembre del 2019 y así mismo participar en la inspección visual del proceso de siembra en el Caño Matunilla-Cartagena incluyendo el acompañamiento en las reuniones de seguimiento del proyecto “SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE COMPENSACIÓN FORESTAL PARA SPEC (ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE 21HA DE MANGLE EN LAS INMEDIACIONES DEL CAÑO MATUNILLA)” entre la empresa SPEC LNG y BQS S.A.S

Esta primera actividad consistió en la siembra inicial de veinte (20) Ha en un modelo forestal simple, seleccionando el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle amarillo (*Laguncularia racemosa*), propia de la zona, en predios propiedad del estado.

La selección del mangle rojo fue establecida por medio de consulta de los registros de flora ubicada en la Bahía Barbacoas en un proceso social con las veredas aledañas a esta.

1.1. ADECUACIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

Durante este ítem se realizaron las siguientes actividades, cumpliendo a cabalidad con todas las especificaciones técnicas establecidas para la compensación de veintiún (21) hectáreas en la Bahía Barbacoas- Cartagena.

1.1.1 Retiro de vegetación

El objetivo del establecimiento de los modelos de restauración es incorporar individuos vegetales con el ánimo de enriquecer la cobertura vegetal de la zona, por esta razón, esta actividad funciona retirando los restos de material vegetal que impida el desarrollo de una nueva cobertura

1.1.2 Preparación del sitio

Para garantizar las mejores condiciones del establecimiento y el buen comportamiento de las plántulas en el sitio se comprendieron las siguientes actividades:

1.1.2.1 Limpia

Dado que se encontraron algunas arvenses de pastizales en su gran mayoría como Eneas (*Typha*) y Pasto Arrocillo (*Echinochloa colona*), especies predominantes en la zona, se hizo necesario la limpia total en la zona destinada para compensar, requiriendo actividades mecánicas (guadañada) como manuales.

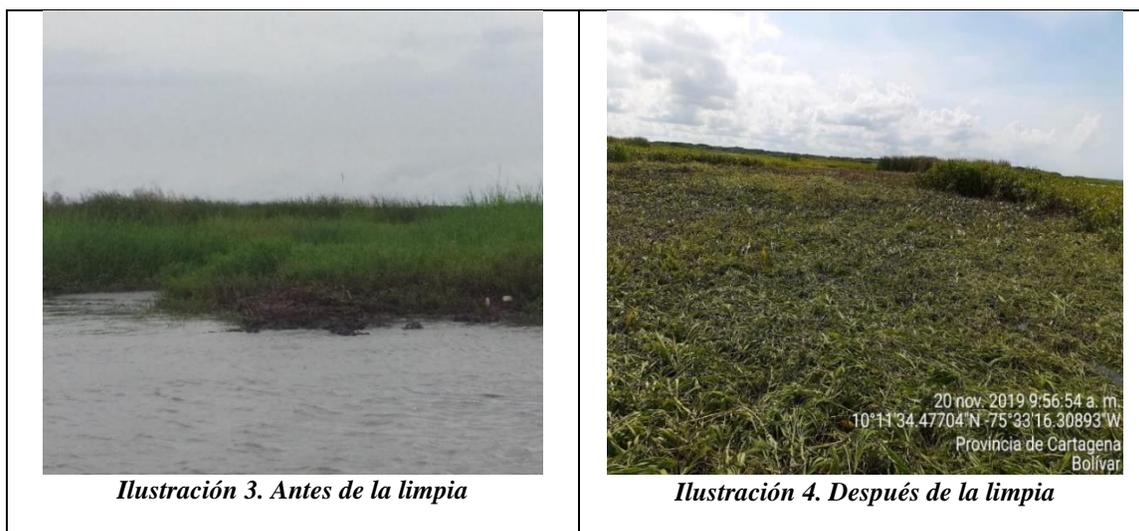


Ilustración 3. Antes de la limpia

Ilustración 4. Después de la limpia

Fuente: BQS S.A.S

1.1.2.2 Trazado

Esta actividad se realizó siguiendo el diseño de siembra de acuerdo a los términos de referencia dados por SPEC: 4400 árboles por hectárea aproximadamente en sistema cuadrado², con una distancia de 1.50 m de distancia entre plantas.

² Sistema cuadrado: Cada plántula está situado en el vértice de un cuadrado.



Ilustración 5. Trazado del área a sembrar

Fuente: BQS S.A.S

1.1.2.3 Ahoyado

En esta actividad se tuvo en cuenta la demanda de espacio que tenía el sistema radicular, por esta razón se abrieron huecos con dimensiones de 30 a 60 cm de altura, evaluado para su adecuado arraigo.

1.1.2.4 Colecta de plántulas

Esta actividad se realiza buscando la supervivencia del material vegetal a las condiciones climáticas presentes en la zona. Por tal razón, se seleccionaron áreas muy cercas a la zona donde había un gran número de plántulas las cuales se extrajeron manualmente procurando la protección de la raíz principal, carencia de plaga, buen follaje y que tuvieran una altura entre 50 a 80 cm.



Ilustración 6. Recolecta de plantines (Noviembre)

Fuente: BQS S.A.S



Fuente: BQS S.A.S.

1.1.2.5 Hoyado y siembra

La siembra se realizó el mismo de colección de plántulas ubicándolos de acuerdo a su tamaño. Teniendo en cuenta la inestabilidad del terreno, el hoyado se realizó manualmente y la siembra se ejecutó de manera vertical en el medio del hueco

Al final de la actividad de siembra se obtuvo una densidad de aproximadamente 4400 individuos por hectárea, teniendo como riesgo el posible aumento de manera en la zona. En este caso se hizo necesario realizar una actividad futura de resiembra con el fin de garantizar la disponibilidad de agua suficiente, evitando posible estrés hídrico común durante las primeras semanas de crecimiento. (BQS S.A.S)



Fuente: BQS S.A.S.

2. SEGUIMIENTO DEL PRIMER MANTENIMIENTO PARCIAL

Se realizó el diagnóstico de las plantaciones forestales a intervenir incluyendo la evaluación física, fisiológica y sanitaria de las mismas. Por otra parte, los individuos plantados todavía se encontraban en proceso de adaptación y los rebrotes picales carecían de algún ataque de plagas o enfermedad. Sin embargo, es importante resaltar que se encontró una tasa de mortalidad del 19,5% debido al incremento en el nivel hídrico de la zona, siendo este un factor ambiental que puede como factor de presión para las plántulas juveniles de las especies de mangles, sobre todo si quedan cubiertas por niveles altos de agua durante periodos prolongados.

La función del practicante ambiental en este ítem es participar de manera técnica el informe de revisión de las actividades establecidas teniendo en cuenta los parámetros ambientales dentro de los mantenimientos de los procesos de compensación, en este caso en un ecosistema manglar. Además, se encarga de hacer acompañamiento de las actividades realizadas.



Ilustración 11, 12, 13 y 14. Resiembra

Fuente: BQS S.A.S. 2020

3. PARTICIPACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL MONITOREO DE AVIFAUNA EN EL ÁREA DE COMPENSACIÓN

Un aspecto importante a analizar es la interacción de fauna y flora durante el proceso de compensación y cuales beneficios ecosistémicos trae consigo. Por esta razón, se realiza el monitoreo de avifauna en el mes de enero con el fin de levantar una línea base como patrón de comparación sobre monitoreos futuros que se realicen sobre las áreas de influencia directa de la compensación en la Bahía de Barbacoas.

Como bioindicador del Proyecto “Compensación de biodiversidad y Veda en la Bahía de Barbacoas, se enfoca el monitoreo en avifauna utilizando la siguiente metodología:

3.1 Metodología

La función del practicante en esta actividad, en compañía de un biólogo experto fue escoger dos sitios de observación: la zona de restauración y una zona a la que se le llamo “natural” y aplicar una metodología de observación propuesta por el biólogo Francis Ramírez, donde por puntos de radio fijo y asegurando que cada punto de conteo se encuentre separado entre sí por más de 200 metros de distancia con el fin de evitar el recuento de especies y se consiga observar aves en un radio de 30 metros por 10 minutos, registrando la especie, el número de individuos y anotaciones relevantes para el monitoreo de avifauna asociada tanto a la zona de restauración como a la zona natural. Como resultado de la metodología se determinaron 10 puntos de observación por cada zona, georreferenciados con un GPS.

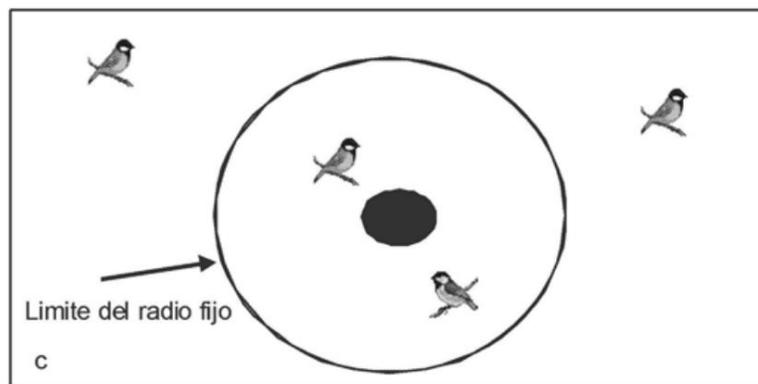


Ilustración 15. Modelo de observación por puntos fijos con radio fijo de 50 metros

Fuente: Fernando González-García

3.2 RESULTADOS OBTENIDOS: (ANEXO 1)

3.2.1 ZONA DE RESTAURACIÓN

El estatus de conservación de cada especie se asignó de acuerdo a Renjifo y colaboradores (2000 y 2012), y Chaparro-Herrera et al. (2013) en el Libro Rojo de las Aves de Colombia, los cuales se basan en las Categorías de la IUCN³.

Para el análisis de los patrones de distribución general de la riqueza de especies, se utilizaron dos métodos aplicados a una matriz de datos de abundancia de especies en los diferentes puntos de observación. Se determinaron los índices de riqueza (Margalef)⁴, diversidad (Shannon - Wiener)⁵, dominancia (Simpson)⁶; (Sánchez & López 1988).

De acuerdo a lo anterior se realiza el siguiente análisis resaltando información importante con respecto al proceso de restauración:

Durante el monitoreo de avifauna en el mes de enero, caracterizada por una alta influencia de migratoria, se realiza un levantamiento de información primaria en el área de restauración en cuanto a la diversidad α del área; posee un índice de dominancia de Simpson (0,945), lo que indica que la diversidad de especies fue alta, esto se debe principalmente a la época en donde las especies con un tipo de migración latitudinal están en Colombia, por lo que aumenta la diversidad de especies, además los manglares son coberturas altamente productivas y de gran biodiversidad anexa, por lo que muchas de las especies de avifauna buscan este tipo de coberturas tanto para anidar, perchar y alimentarse. Respecto al índice de Shannon (3.348), indica un valor promedio para los bosques tropicales, valores por debajo de 2 indican una baja diversidad, valores por encima de 3 indican una diversidad media y estable, por lo que un valor de $H' = 3.348$, es considerado aceptable para estas zonas.

Por otro parte, se realizó un análisis respecto al índice de Margalef (7,912), siendo este un índice donde se transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, si esta proporción

³IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE)

⁴ Índice de Margalef: Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra.

⁵ Índice de Shannon: Este índice mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar, provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S.

⁶ Índice de dominancia de Simpson: Este índice expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

se mantiene el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. “Los valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad” (Margaleff. R, 1995). “Teniendo en cuenta lo anterior este índice indica una buena diversidad de especies asociados a manglares en procesos de restauración, ya que el valor es superior a 5.0, y a su vez asociado a la avifauna tropical coexisten especies migratoria que aumentan considerablemente este valor.” (Francis Ramírez, 2020)

3.2.2 ZONA NATURAL

De igual manera durante el monitoreo de avifauna en la zona natural, junto con el equipo de trabajo se levantó toda la información primaria sobre una cobertura de mangle madura y con buenas alturas, en iguales condiciones climáticas, ventosa y migratorias que la zona de restauración.

“Respecto al índice de dominancia de Simpson (0.9302), indicó una alta diversidad de especies, esto se debe a la presencia del mangle maduro que se encuentre en el brazo que conecta a la bahía Barbacoas con el canal de dique, además de la interconectividad que existe entre estos manglares y los bordes de los ríos, ofreciendo múltiples hábitats y recursos para forrajeo, percha y anidación. Respecto al índice de Shannon (3.615), indica un valor promedio para los bosques tropicales, valor por debajo de 2 indican una baja diversidad, valores por encima de 3 indican una diversidad media y estable, por lo que un valor de $H' = 3.615$, es considerado bueno para estas zonas. De igual manera se analiza el índice de Margalef (13.5), indicando una muy alta diversidad de especies asociados a manglares más maduros, ya que el valor es superior a 5.0; esto asociado a la avifauna local, especies migratorias y los hábitats y recursos diversificados, que al igual que en la zona de restauración aumentan considerablemente este valor.” (Francis Ramírez, 2020)

Para los puntos de observación de la zona natural sobre el ramal que desemboca a la bahía Barbacoas, se observó un total de 91 especies, distribuidas en 81 familias, siendo las familias de los atrapamoscas (*Tyrannidae*) y garzas (*Ardeidae*) las más representativas de la comunidad de aves asociada a la zona natural; 35 familias y 15 órdenes.

REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES POR FAMILIAS ORNITOLÓGICAS

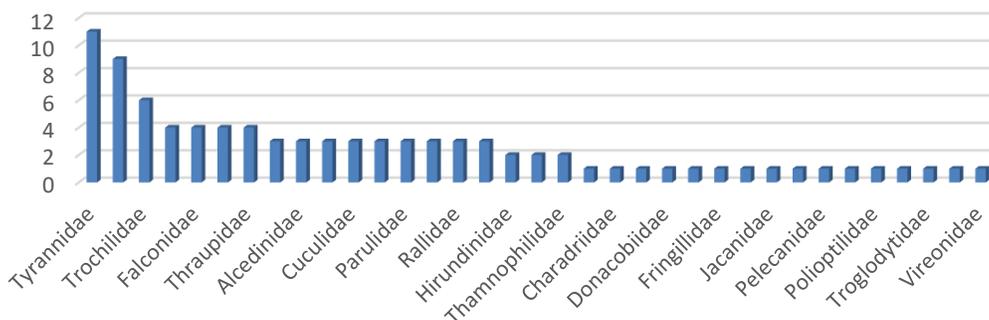


Ilustración 16. Histograma de representatividad de especies agrupadas por familias ornitológicas, observadas en el área de influencia directa de la compensación en la bahía de Barbacoas.

Fuente: BQS S.A.S, 2020.

Por un lado, una de las familias más representativas tanto en la zona de restauración como natural son las garzas y aves zancudas, que representan unos de los componentes faunísticos más conspicuos en humedales en todo el mundo. Las distintas especies representan consumidores secundarios de último orden en las tramas tróficas de los humedales. Por otro lado, la interacción entre manglares y garzas es importante y la restauración del mismo tendría una ventaja directa en los servicios que pueda ofrecer el ecosistema a esta especie, como; sitios de percha nocturna, percha de caza, anidación y alimento; a la vez que las garzas pueden ofrecer al ecosistema control de plagas, control poblacional de distintas especies, enriquecimiento de los sustratos y dispersión de las semillas.

El grado de intervención antrópica sobre la subregión del canal del Dique tiene a la fecha dimensiones notoriamente grandes si se comparan los impactos ambientales que son producto de cerca de 400 años de alteraciones de las dinámicas naturales de los ecosistemas originales. A pesar de esto, aun en la actualidad la subregión representa un área de importancia para la conservación de muchas especies de flora y fauna, así como formaciones vegetales y ecosistemas caracterizados por su alta productividad (BirdLife International, 2016).

3.2.3 AFECTACIONES Y SOLUCIONES CON RESPECTO A LA DIVERSIDAD DE AVES

En Colombia las amenazas a la conservación de la biodiversidad radican especialmente en la disminución de la cobertura vegetal natural y la alteración y transformación profunda del medio natural por quemas, utilización de los elementos leñosos como combustible, programas de plantaciones forestales en áreas con otro tipo de vocación natural, obras de urbanismo y otras obras civiles que al final ocasionan procesos erosivos (Rangel, 2000). Para la avifauna caracterizada en la zona de compensación de la bahía barbacoas, se identificaron dos factores fundamentales para la disminución de la abundancia de las aves asociadas al manglar:

1. Fragmentación del hábitat: consecuencia de los asentamientos humanos
2. Deforestación: la tala de la vegetación natural provocando aislamiento de hábitat en pequeñas proporciones, perdiendo la capacidad de que la población existente sobreviva.

Por estas razones es primordial el proceso de compensación de manglar que se está realizando sobre la bahía de barbacoas, esto con el fin de mitigar el efecto de las coberturas vegetales explotadas y conservadas como potreros, zonas de cultivos o con especies con maderas de bajo valor comercial, fenómeno compartido comúnmente en gran parte de la región Caribe.

Se debe tener en cuenta que las coberturas de mangle han sido sobreexplotadas como recurso dendroenergético y comúnmente utilizado el recurso para vigas y soportes de construcción de viviendas, entre otros. “Tal extracción ha sido descontrolada y carente de regulación y uso sostenible, condiciones promovidas por los bajísimos recursos de las poblaciones locales, el nivel educativo y de salubridad de las familias que viven en la subregión y aprovechan los recursos naturales” (SPEC, LNG). Una ventaja directa de la compensación del manglar no solo es asegurar lugares de percha, caza y anidación para diferentes especies de aves, sino también para toda la fauna asociada a este ecosistema.

4. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE COMPENSACIÓN EN LA BAHÍA BARBACOAS

Durante el último siglo los ecosistemas de las zonas marinas y costeras y sus bienes y servicios han sufrido una acelerada transformación, degradación y pérdida a nivel mundial, debido principalmente a que cerca del 40% de la población mundial vive en un rango de 100Km cerca de la línea de costa (Aguilera Díaz, M. M., 2006).

La zona de influencia para la restauración es El canal del Dique en la Bahía Barbacoas, fuente de agua potable de Cartagena y de los municipios localizados en sus bordes. El agua del Canal del Dique es utilizada tanto para el transporte como para dos actividades cotidianas como la pesca fluvial de subsistencia y la producción agropecuaria. En la parte baja se ha desarrollado la ganadería extensiva y la operación de piscinas en granjas camaroneras por medio de canales, los cuales se alimentan de aguas salobres obtenidas por bombeo desde la bahía de Barbacoas.

Durante los últimos 15 años el canal del Dique ha descargado aproximadamente 89x106 toneladas de sedimento en la bahía de Barbacoas (Restrepo et al. 2006) (Moreno-Madriñán et al. 2015). Es por esta razón que la calidad del agua en esta zona se ve afectada directamente por el incremento de la concentración de contaminantes como hidrocarburos, metales pesados, nutrientes y compuestos orgánicos, condiciones tolerables pero limitadas para el ecosistema manglar, siendo este un filtro natural de contaminantes y sedimentos.

El bosque de mangle en esta zona se caracteriza por la presencia de las especies *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, siendo ésta última especie la de mayor dominancia. La diversidad de especies animales y vegetales tiene gran valor, como proveedora de servicios básicos y oportunidades brindados a los diferentes sectores de la sociedad, por lo que la concatenación de los conocimientos desde el saber local hasta los sectores productivos de la economía nacional, apoyan las decisiones de carácter estratégico de la biodiversidad para el desarrollo nacional a corto, mediano y largo plazo.



Ilustración 17. Bosque manglar en el Canal del Dique
Fuente: BQS S.A.S. 2020

Dada la información anterior de la importancia integral de la Bahía Barbacoas en Cartagena el proceso de compensación trae consigo la restauración de la complejidad estructural,

incluyendo algunas especies de fauna y flora, dada su capacidad de adaptación y evoluciones frente a factores imposibles de controlar como la condición climática y la inevitable presencia de plaga en las especies establecidas. Las especies establecidas como el mangle rojo (*Rhizophora mangle L.*) y amarillo (*Laguncularia racemosa*) desarrollan grandes raíces (neumatóforas), caracterizados por su adhesión al suelo cumpliendo su misión clave como la respiración, barrera natural contra oleaje fuerte y un objetivo fundamental para el medio ambiente como lo es ser filtro y regulador de sedimentos terrestres hacia el medio acuático y ser un refugio de especies determinantes para el equilibrio del ecosistema



Ilustración 18. Área antes de iniciar el proceso de restauración
Fuente: BQS S.A.S. 2020



Ilustración 19. Área después del esta+blecimiento



Ilustración 20. Área después del primer mantenimiento

Fuente: BQS S.A.S. 2020

Después del análisis del monitoreo de aves se concluye que las especies encontradas asociadas a ecosistemas de manglar, conforman un grupo de organismos importantes dentro de la dinámica de estos ecosistemas. Las aves usan el manglar como refugio, zona

de reproducción y alimentación, entre otros. Por otra parte, las aves son una buena elección para el monitoreo porque pueden ser censadas a grandes escalas, su ocurrencia y abundancia está influenciada por las características del hábitat que les rodea, además de la facilidad para observarlos

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

- La implementación del plan de compensación permitirá obtener beneficios ambientales, económicas y sociales y el mejoramiento de las condiciones bióticas de la región. Con la implementación del plan de compensación se busca compensar el cambio de uso del suelo generado por el desarrollo del proyecto y evitar la pérdida neta de biodiversidad. Resaltando Su consecución permitirá obtener beneficios tanto ambientales como sociales y económicos: ganancia de biodiversidad y mejoramiento de las condiciones bióticas del sitio a compensar, generación de conectividad ecosistémica entre relictos de bosque, producción de oxígeno, regulación hídrica a escala local, fijación de carbono⁰ y en términos generales, mejoramiento de las condiciones bióticas de la región.
- Teniendo en cuenta la verificación de información todas las actividades de compensación desarrolladas hasta el 11 de mayo de 2020 se realizó el seguimiento, participando de manera técnica y presencia en campo de las actividades de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de avifauna.
- La compensación de manglar traerá ventajas para las comunidades asentadas en los litorales, al presentar servicios ambientales como el aporte directo a las fuentes de nuevas generaciones de peces y crustáceos asegurando continua una pesca artesanal, actividad de interés para la comunidad aledaña.
- La resiliencia de los manglares en la zona durante los primeros meses dependió directamente en factores reconocibles como inundación y consecuentemente en la carga de sedimentos asentados en las áreas de compensación debido a que en muchas ocasiones la marea alta alcanza a cubrir en totalidad las plántulas establecidas, provocando un descenso en la supervivencia de todas las especies
- Como recomendación, el proyecto debe continuar el proceso propuesto de compensación, ya que tiene como prioridad la protección y el manejo forestal del ecosistema manglar como reposición de áreas alteradas por proyectos donde es inevitable la destrucción o el deterioro del medio ambiente

Capítulo 8

Lista de Referencias

SPEC LNG. (2016). *Plan de Compensación por pérdida de la biodiversidad y cambio de uso del suelo.*

SPEC LNG. (2016). *Plan de Compensación por levantamiento de veda de especies de flora.*

BIRDLIFE INTERNATIONAL & CONSERVATION INTERNACIONAL. (2005). *Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador Birdlife International* (Serie de conservación del Birdlife No 14).

Renjifo; Amaya-Villarreal; Girón; Velásquez- Tibatá. (2017) *Libro rojo de Aves de Colombia. Vol II.*

CHAPARRO-HERRERA, S., LOPERA-SALAZAR, A. Y STILES, F. G. (2018). *Aves del departamento de Cundinamarca, Colombia: conocimiento, nuevos registros y vacíos de información. Biota Colombiana*, 19(1), 160-189. DOI: 10.21068/c2018.v19n01a11.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Aguilera Díaz, M. M. (2006). *El Canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica. Cartagena de Indias: Banco de la República. Pg 8*

Álvarez-León, ; Díaz-Mendoza, Castro-Ángulo, & Manjarrez-Paba,; H. Sánchez-Páez et al., (2000). *Mangles de Cartagena de Indias: “Patrimonio Biológico y fuente de biodiversidad. RECUPERADO DE [http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/10/MANGLES-DE-CARTAGENA.pdf]*

Hernández-Trejo-Reyes De la Cruz, (2002). *EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LOS EFECTOS DE LA INUNDACIÓN Y LA HERBIVORÍA SOBRE PLÁNTULAS DE MANGLE.* Herbario UJAT, División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

ANEXO 1. Fotografías de algunas especies de aves encontradas en el área de influencia directa de la compensación de la bahía de Barbacoas. Fuente: BQS S.A.S, 2020.

ESPECIE	FOTOGRAFIA
<i>Actitis macularius</i>	
<i>Amazona amazonica</i>	
<i>Buteogallus urubitinga</i>	

<p><i>Buteogallus urubitinga</i> Juvenil</p>			
<p><i>Caracara cheriwey</i></p>			
<p><i>Cathartes aura</i></p>			
<p><i>Crotophaga ani</i></p>			

<p><i>Egretta thula</i> Juvenil</p>			
<p><i>Egretta thula</i></p>			
<p><i>Eupsittula</i> <i>pertinax</i></p>			
<p><i>Icterus</i> <i>nigrogularis</i></p>			

<p><i>Patagioenas cayennensis</i></p>			
<p><i>Butorides vurescens juvenil</i></p>			
<p><i>Egretta caerulea</i></p>			
<p><i>Fregata magnificens Hembra</i></p>			
<p><i>Fregata magnificens Macho</i></p>			

<p><i>Megaceryle torquata</i></p>			
<p><i>Phalacrocorax brasilianus</i></p>			
<p><i>Platalea ajaja</i></p>			
<p><i>Calidris canutus</i></p>			

<p><i>Charadrius wilsonia</i></p>	
<p><i>Egretta tricolor</i></p>	
<p><i>Leucophaeus atricilla</i></p>	
<p><i>Limnodromus scolopaceus</i></p>	

<p><i>Numenius phaeopus</i></p>			
<p><i>Nyctanassa violacea</i></p>			
<p><i>Thalasseus elegans, Thalasseus sandvicensis, Leucophaeus atricilla y Pelecanus occidentalis</i></p>			