

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA OBRA DE
ADECUACIÓN HIDROGEOMORFOLÓGICA DEL TERCIO ALTO DEL HUMEDAL
CÓRDOBA UBICADO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

PAULA ANDREA PINZÓN HEREDIA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2022

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA OBRA DE
ADECUACIÓN HIDROGEOMORFOLÓGICA DEL TERCIO ALTO DEL HUMEDAL
CÓRDOBA UBICADO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

PAULA ANDREA PINZÓN HEREDIA

Trabajo de grado para optar el título de ingeniera ambiental

Director

Liliana Salazar López

Bióloga MSc

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2022

CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	8
2.	INTRODUCCIÓN.....	10
3.	OBJETIVOS	12
4.	ANTECEDENTES.....	13
5.	MARCO CONTEXTUAL	16
5.1.	DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	16
5.2.	DELIMITACION.....	16
5.3.	UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	16
6.	MARCO TEORICO	18
6.1	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	18
6.2	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	19
6.3.	FICHAS DE MANEJO.	20
6.4.	OBRAS DE ADECUACIÓN HIDROGEOMORFOLÓGICAS	20
7.	MARCO LEGAL.....	22
8.	METODOLOGÍA.....	24
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	26
9.1.	CARACTERIZACION BIOFÍSICA Y SOCIOECONOMICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	26
9.1.1.	Medio abiótico	26
9.1.2.	Medio biótico	44
9.1.3.	Medio socioeconómico	49
9.2.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA OBRA.....	52
9.2.1.	Actividades preliminares de obra	52
9.2.2.	Proceso constructivo.....	55
9.2.3.	Actividades posteriores a la obra	57
9.3.	ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA	58
9.4.	EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	58
9.5.	ALTERNATIVAS DE GESTION.....	64
10.	IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO DEL PROYECTO	66
11.	CONCLUSIONES	67

12.	RECOMENDACIONES	69
13.	REFERENCIAS.....	70
14.	ANEXOS.....	77

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa localización de las actividades de obra	16
Ilustración 2. Mapa localización del humedal Córdoba.....	17
Ilustración 3. Geología del humedal Córdoba	27
Ilustración 4. Geomorfología del humedal Córdoba	28
Ilustración 5. Resultado de estudio de perforación de suelos en el tercio alto del humedal	29
Ilustración 6. Vocación de uso del suelo del humedal Córdoba.....	30
Ilustración 7. Capacidad de uso del suelo del humedal Córdoba	30
Ilustración 8. Cobertura vegetal del suelo del tercio alto del humedal Córdoba.....	31
Ilustración 9. Colectores que drenan directamente al humedal Córdoba.....	32
Ilustración 10. Box Culvert calle 127	33
Ilustración 11. Estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización climatológica	37
Ilustración 12. Variación mensual de la temperatura del aire	38
Ilustración 13. Variabilidad estacional de la temperatura del aire (Estación El Dorado)..	39
Ilustración 14. Variabilidad estacional de la temperatura del aire (Estación UDCA)	39
Ilustración 15. Variabilidad estacional de la precipitación.....	40
Ilustración 16. Variabilidad estacional de la humedad relativa.....	41
Ilustración 17. Variabilidad estacional de la evaporación	42
Ilustración 18. Variabilidad estacional del brillo solar	43
Ilustración 19. Rosa de vientos para la estación Suba en el año 2020.....	44
Ilustración 20. Vegetación y espejo de agua del tercio alto del humedal Córdoba	46
Ilustración 21. Avifauna ubicada en el tercio alto del humedal Córdoba.....	48
Ilustración 22. Barrios ubicados en el área de influencia directa del proyecto	49
Ilustración 23. Configuración propuesta para la construcción de ataguías	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco Normativo Nacional.....	22
Tabla 2. Balance hídrico mensual para el tercio alto del humedal Córdoba.....	33
Tabla 3. Resumen balance hídrico multitemporal para el tercio alto del humedal Córdoba	34
Tabla 4. Análisis fisicoquímico para el tercio alto del humedal Córdoba.....	34
Tabla 5. Análisis microbiológico para el tercio alto del humedal Córdoba.....	35
Tabla 6. Distribución mensual de la nubosidad (Estación El Dorado)	42
Tabla 7. Vegetación terrestre perteneciente al tercio alto del humedal Córdoba.	45
Tabla 8. Vegetación acuática perteneciente al tercio alto del humedal Córdoba	46
Tabla 9. Fauna localizada en el tercio alto del humedal Córdoba.....	47
Tabla 10. Actores sociales del humedal Córdoba.....	51
Tabla 11. Normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental evaluado	59
Tabla 12. Tipologías para la valoración del impacto ambiental.....	60
Tabla 13. Clasificación de los impactos de acuerdo con su importancia ambiental	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Valoraciones de las actividades de obra de la AHGM del tercio alto del humedal Córdoba.....	77
Anexo 2. Resumen de la matriz de EIA para las obras de AHGM.....	79
Anexo 3. Priorización de impactos ambientales generados en las obras de AHGM.....	80
Anexo 4. Programa - 01	82
Anexo 5. Programa - 02	90
Anexo 6. Programa - 03	97

1. RESUMEN

El presente documento se centra en la evaluación de los impactos generados por el desarrollo de una obra civil, para la adecuación hidrogeomorfológica en el tercio alto del humedal Córdoba, como estrategia ambiental para mejorar el desarrollo de los procesos ecológicos esenciales del humedal, su correcto funcionamiento hidráulico y oferta de hábitats para la fauna, ya que es uno de los ecosistemas estratégicos de Bogotá. Además, es un ambiente de zona de paso de aves migratorias, razón por la cual debe ser conservado.

El estudio se realizó con base en una serie de visitas de campo y con la información suministrada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) en el año 2021, por lo que algunas actividades, obras, impactos y medidas de manejo pueden haber cambiado a la fecha por parte del CONSORCIO ADECUACIÓN CÓRDOBA, encargado de la obra. Sin embargo, a gran escala la aplicación de esta evaluación puede ser una guía para obras similares.

En el análisis de esta obra civil se realizó una caracterización básica del ecosistema y las actividades a desarrollar dentro de la misma; así, por medio del método Conesa modificado, planteado por la Secretaría Distrital de Ambiente en el año 2013, se identificaron los impactos más relevantes a presentarse en el humedal, y con estos resultados se diseñaron tres fichas de manejo ambiental con indicadores que permitieran mitigar los impactos generados y evaluar su desempeño ambiental durante las obras de adecuación de una manera eficiente y efectiva en la restauración y recuperación ecológica del humedal.

Palabras clave: Humedal, RAMSAR, reconfiguración hidrogeomorfológica, EIA, fichas de manejo ambiental, indicadores ambientales, impactos ambientales.

ABSTRACT

This document focuses on the evaluation of the impacts generated by the development of a civil work, for the hydrogeomorphological adaptation in the upper third of the Córdoba wetland, as an environmental strategy to improve the development of the essential ecological processes of the wetland, its correct hydraulic system functioning and supply of habitats for fauna, given that this wetland is considered one of the strategic ecosystems of Bogotá, in addition to being a passageway environment for migratory birds, which is why it must be conserved.

The study was carried out based on a series of field visits and with the information provided by the district company: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), in the year 2021, so that some activities, works, impacts and measures of management may have changed to date by the CONSORCIO ADECUACIÓN CÓRDOBA, in charge of the work. However, on a large scale, the application of this evaluation can be a guide for similar works.

For the evaluation of this civil work, the requirements of the aqueduct company were taken into account, which raised the need to carry out a basic characterization of the ecosystem and the activities to be developed within it; thus, by means of the modified Conesa method, proposed by the District Secretary of the Environment in 2013, the most relevant impacts to occur in the wetland were identified, and with these results three environmental management sheets were designed with indicators that would allow reducing the impacts generated and evaluate their environmental performance during the adaptation works in an efficient and effective way in the restoration and ecological recovery of the wetland.

Key words: Wetland, RAMSAR, hydrogeomorphological reconfiguration, EIA, environmental management sheets, environmental indicators, environmental impacts.

2. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, al medir la reducción de más de 1.000 muestras de humedales en todo el mundo entre 1970 y 2008, la extensión de estos ecosistemas disminuyó en un promedio del 40% (Ramsar, 2013). Los humedales de Bogotá no han sido la excepción, pues han tenido varios cambios por efecto de la expansión antrópica en la ciudad; y se estima que de las 150.000 Ha que tenían estos cuerpos de agua en la capital, hoy en día se calculan menos de 1.500 Ha, es decir que, en 78 años, los humedales han perdido más del 98% de espejo de agua, una pérdida significativa, en una ciudad que tiene un tamaño de 177.500 Ha aproximadamente con una cobertura total del 0.85% de estos cuerpos de agua en la capital colombiana. (Moreno, García, & Villalba, 2006)

El crecimiento desmesurado de la población capitalina ha llevado al establecimiento y expansión de zonas residenciales y asentamientos sin considerar el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), ya que estas migraciones masivas son fruto del desplazamiento forzado, mínimas garantías de seguridad y políticas de desarrollo económico insostenible en zonas rurales del país, lo que al interior de la ciudad genera un aumento en los niveles de presión ambiental y social. El aumento poblacional genera además una mayor demanda de recursos, aumentando proporcionalmente la generación de residuos, lo que puede generar un deterioro de los ecosistemas y su oferta ambiental.

A partir de los años cincuenta, el exponencial crecimiento de la ciudad de Bogotá hizo necesaria la construcción de nuevas vías de acceso, desarrollando así, las avenidas Suba, Córdoba, Callejas y Boyacá. Esto, trajo además nuevas zonas de urbanización al sector, lo que causó la separación de grandes extensiones de agua, y la fragmentación ecológica del humedal Córdoba, generando la desestabilización de los procesos ecológicos esenciales, el colapso y la disminución de área de la ronda hídrica y de zonas de manejo y preservación ambiental; todo esto, comprometiendo la función de amortiguación de crecientes y de la oferta de recursos ambientales propia del humedal. (Cardona, 2007)

El humedal Córdoba se considera como uno de los humedales de la ciudad con mayores posibilidades de recuperación y restauración, ya que cuenta con escenarios donde subsisten algunas características ecológicas para la supervivencia de fauna y flora nativas del ecosistema (IDEA, 2007). Este humedal, se ha establecido como un ecosistema estratégico para la capital y su subsistencia se ha debido en gran medida a la intervención de varios actores (comunidad, autoridades ambientales, industrias, etc.) que con el paso del tiempo han buscado las herramientas para garantizar la defensa de la biodiversidad y de los derechos colectivos de la ciudadanía, siendo una de ellas la instauración del PMA propio del humedal.

Pese a ello, y las mejoras evidenciadas por la implementación de los proyectos durante estos años, el estado actual del humedal en cuanto a la dinámica hídrica natural ha limitado muchas de sus funciones y servicios como ecosistema estratégico, por lo que el hecho de implementar medidas como la adecuación hidrogeomorfológica, que resulta vital dentro de un plan de recuperación ecológica. Pero su desarrollo, aunque busca corregir y mejorar elementos dentro del humedal, puede implicar daños y consecuencias negativos en otros aspectos, como el delicado equilibrio de los componentes fauna y flora que conforman este humedal.

Es por esto, que desde el marco de la ingeniería ambiental deben aplicarse herramientas que permitan identificar esta clase de respuestas antes de la ejecución de un proyecto, para procurar el menor impacto negativo sobre los elementos a intervenir y poder buscar medidas, ya sea preventivas o correctivas que no se estén teniendo en cuenta, y abarcar así, de una manera eficiente y efectiva la restauración y recuperación ecológica del humedal.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar y evaluar el impacto ambiental de las obras de adecuación hidrogeomorfológicas del tercio alto del humedal Córdoba ubicado en la ciudad de Bogotá

Objetivos específicos

- Definir el área de influencia desde el punto de vista del medio abiótico, biótico y socioeconómico, donde se desarrollarán las obras.
- Describir las actividades que el proyecto realizara en sus operaciones y las diferentes fases.
- Evaluar los impactos ambientales generados en las actividades y las operaciones de las obras de adecuación hidro geomorfológica en el humedal.
- Recomendar alternativas de gestión a través del diseño de fichas de Manejo Ambiental para los impactos más significativos, teniendo en cuenta la valoración de los componentes biótico, abiótico y social.

4. ANTECEDENTES

En el año 1998 se diseñó el proyecto urbanístico “Rehabilitación de las Zonas de Ronda y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental del Humedal de Córdoba y el Plan para los Diseños Hidráulicos del Sistema Córdoba - Juan Amarillo - Jaboque” (JAC Niza Sur, 2012); obras que buscaban intervenir de manera masiva el humedal Córdoba, y cuyo resultado podría terminar en la reducción de biodiversidad del ecosistema. Es por esto, que, tras la creación del Comité Ambiental de la JAC de Niza, y varias Acciones Populares interpuestas contra la Empresa de Acueducto y Alcantarillado Bogotá, y la secretaria Distrital de Ambiente, se desarrolla un documento con los lineamientos de intervención para el humedal de Córdoba (PMA del humedal), definidos en el acta quinta del proceso de concertación de la Acción Popular 00-0254.

El Plan de manejo ambiental del humedal Córdoba, elaborado en el año 2007, no solo es un documento de concertación, también es una herramienta de gestión que contribuye en la integración de las medidas de protección y recuperación de los humedales con el desarrollo armónico de la ciudad. Para ello, se diseñaron 5 programas y 21 proyectos estructurantes, con el fin de dar cumplimiento al Tratado Internacional de Humedales RAMSAR y el de Diversidad Biológica, por medio de la conservación y el uso racional de las cuencas hidrográficas.

Estos programas y proyectos fueron formulados con base en una caracterización diagnóstica y una evaluación y valoración del humedal, por lo que no solo buscaban el mantenimiento de la dinámica y función ecológica e hidráulica, sino que también, se dirigían a conservar los servicios ambientales que estos ecosistemas ofrecen, garantizando a largo plazo su supervivencia. En ese sentido, el programa 3 del PMA, denominado: *Recuperación, protección y compensación*, busca recuperar y aumentar la oferta y calidad de los hábitats por medio de 9 proyectos, dentro de los que se encuentra el proyecto 5: *Reconformación hidrogeomorfológica del humedal Córdoba*.

Este proyecto, que hace parte del componente hidrológico, busca potenciar el desarrollo de las características ecológicas propias del humedal, por medio de su recuperación hidráulica, mejorando así la calidad y cantidad de agua que entra, para permitir el correcto funcionamiento de los procesos biológicos.

Para su diseño dentro del PMA, se tuvo como referencia el esquema propuesto por Aronson y Le Floc'h en 1996 para la restauración de ecosistemas degradados y el Protocolo Distrital de Restauración de Humedales (PDRH). En este último documento, establece que:

La reconformación hidrogeomorfológica se refiere al conjunto de actividades que se desarrollan para adecuar la geometría del humedal a una situación que permita un máximo de diversidad de hábitats para el desarrollo de los diferentes tipos estructurales de vegetación acuática y semiacuática (Secretaria Distrital de Ambiente [SDA], 2008)

De modo que este proyecto no tiene como objeto principal el aumento de la capacidad de embalsamiento del humedal, como se estipuló en el numeral 3.1 del Acta de la Quinta

reunión del proceso de concertación entre la EAAB y la Junta de Acción Comunal Barrio Niza Sur (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007).

Este tipo de adecuación hidráulica requiere llevar a cabo diferentes obras civiles, pero al tratarse de un ecosistema estratégico, es necesario considerar los elementos sensibles que lo componen, de tal forma que la recomposición hidrogeomorfológica del humedal debe ejecutarse sin dragados masivos y reconstruyendo la diversidad batimétrica y de hábitats. Esto se logra, por ejemplo, con la adecuación de pendientes en las zonas litorales, actividad donde se mueve material de la orilla o el fondo del espejo de agua, para configurar diversas profundidades que permitan extender el tiempo de residencia del agua, cumpliendo su función depuradora, y maximizando el área disponible para el desarrollo de diferentes tipos de vegetación. Otra acción importante dentro de esta recomposición es la configuración de islotes, ya que este tipo de estructuras favorece la diversidad de hábitats como refugio aislado para la fauna, pero su conformación, dependerá de las dimensiones y características con las que cuenten los cuerpos de agua del humedal. En consecuencia, durante todo el proceso de recuperación, es imperativo el conocimiento detallado de la hidrología y la batimetría del humedal.

Estas actividades, producen una serie de sedimentos que deben ser tratados dentro del ecosistema para poder garantizar su adecuada disposición, condición que requiere de un estudio exhaustivo de la composición fisicoquímica de los sedimentos y de la hidrología del humedal para garantizar el tratamiento más adecuado sin generar mayores afectaciones al entorno. Por otra parte, el manejo de la cobertura vegetal en las zonas a intervenir no puede interponerse en los proyectos de revegetalización acuática y terrestre que se tengan para el humedal, por lo que la reconfiguración hidrogeomorfológica no debe requerir la realización de podas o talas sobre la vegetación existente, siguiendo los lineamientos concertados en el acta quinta del proceso de concertación.

La metodología para este proyecto descrita en el PMA del humedal Córdoba del año 2007, establece que las obras darán inicio con la conformación de gradientes batimétricos en zonas poco profundas en la franja litoral (promedio de 0.5 metros) hasta alcanzar zonas con una profundidad mayor ubicadas hacia el interior del humedal en donde se conformará la zona limnética, y las zonas litorales existentes no serán afectadas por las obras, además, serán consideradas como parte esencial del paisaje propio del humedal ([IDEA], 2007).

Asimismo, en el documento se establecieron los siguientes lineamientos para la realización de este proyecto:

- “No intervenir las zonas fuente, ni las zonas litorales, con el fin de no alterar sus estructuras ecológicas ya consolidadas y evitar potenciales modificaciones de su constitución hídrica actual” ([IDEA], 2007).
- “Emplear maquinaria liviana y preferiblemente realizar intervenciones de bajo impacto puntuales, que permitan el ingreso de personal para la recuperación del área inundable” ([IDEA], 2007).
- “Con el fin de optimizar las excavaciones, se aprovecharán las actuales zonas profundas del humedal y se garantizará que las pendientes de los taludes adyacentes a la zona litoral tiendan a ser bajos” ([IDEA], 2007).
- Se determinará la necesidad de modificar las estructuras hidráulicas de control para las diferentes zonas del humedal (paso de avenidas y salida) con el fin de que éstas

sean multifuncionales, es decir, que faciliten el funcionamiento hidrodinámico para los hábitats existentes y propuestos en la adecuación hidrogeomorfológica y al mismo tiempo permitan el paso de las crecientes extraordinarias sin poner en riesgo a la comunidad que habita alrededor del humedal, lo mismo que los bienes de uso público que lo bordean ([IDEA], 2007).

Con base en todo lo anterior, en el año 2009 se dio inicio a la primera obra de adecuación hidrogeomorfológica del humedal, correspondiente al sector 3, obras finalizadas en el año 2010. Posteriormente, se dio inicio a la segunda adecuación dentro del humedal, localizada en el tercio medio; y cuya finalización se dio en el año 2014. Por último, para dar cumplimiento y finalización al proyecto 5 del PMA, se inició en 2019 el proceso de ajustes de diseño y obra para el tercio alto del humedal, contrato ejecutado por el consorcio adecuación Córdoba.

En el PMA, se propuso para este sector una adecuación hidrogeomorfológica en la que se integren las zonas litorales que con el paso de los años han sufrido múltiples intervenciones a raíz de rellenos por escombros, que han provocado una topografía abrupta e irregular, por lo que se busca suavizar las pendientes (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007). Razón por la cual, durante el año 2008, se llevó a cabo el contrato de consultoría No. 1-02-24100-548-2007 “Consultoría para el diseño de la reconformación hidrogeomorfológica y de hábitats acuáticos del humedal de Córdoba con fines de restauración ecológica, y para determinar, evaluar y diseñar la mejor alternativa para el aprovechamiento de fuentes de abastecimiento natural de la cabecera de la cuenca del humedal para alimentar una zona del humedal” ejecutado por la firma Manov Ingeniería Ltda.

El resultado de este contrato, junto con el PMA participativo del humedal Córdoba y el diagnóstico realizado por el Consorcio Adecuación Córdoba, son la base para el desarrollo de las obras de adecuación hidrogeomorfológica que se adelantarán en el tercio alto; en las que se busca eliminar parte del relleno antrópico localizado en el noreste del humedal, con el fin de proporcionar mejores condiciones para el desarrollo de las dinámicas ecológicas propias del humedal.

5. MARCO CONTEXTUAL

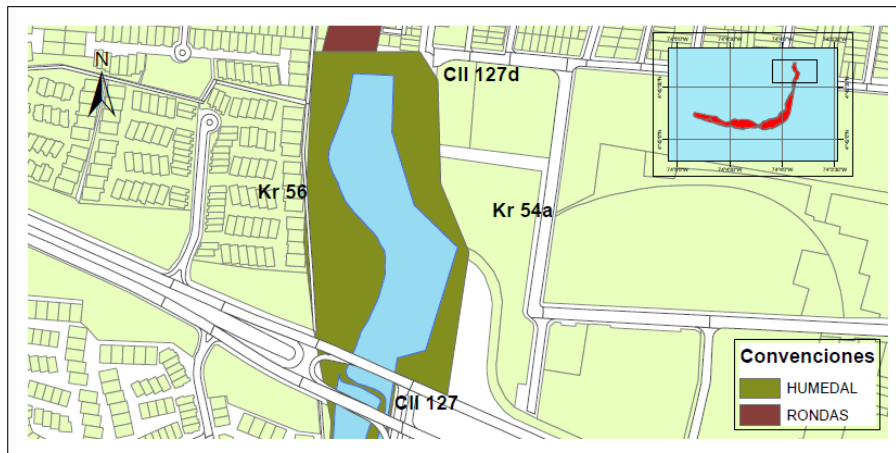
5.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El contrato 1-01-24300-01034-2019 ejecutará la Adecuación hidrogeomorfológica (AHGM) del tercio alto del humedal Córdoba entre la calle 127 a la 129. Las obras, buscan adecuar la geometría del humedal a una situación que permita un máximo de diversidad de hábitats para el desarrollo de los diferentes tipos estructurales de vegetación acuática y semiacuática, lo que permite reducir el deterioro de los ecosistemas y la pérdida de hábitats dentro del humedal (Secretaria Distrital de Ambiente [SDA], 2008).

5.2. DELIMITACION

El proyecto de adecuación hidrogeomorfológica se desarrollará en el tercio alto del humedal, correspondiente al área de servicio de la Gerencia Zona 1 de la EAAB-ESP. Este sector se encuentra localizado entre las calles 127 y 128a, y carrera 56 y 55, cuenta con un área de 4.57 Ha. Se alimenta por dos descargas directas, una se realiza en el costado norte (colector de 18") y la otra se localiza en el costado sur (colector de 28") (Empresa de Acueducto y Alcantarillado Bogota, 2019).

Ilustración 1. Mapa localización de las actividades de obra



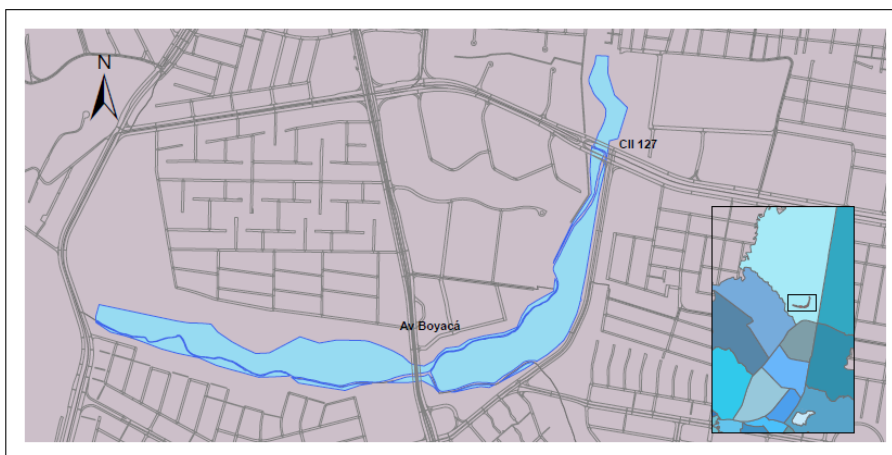
Elaboración propia

5.3. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El Humedal Córdoba se localiza en la ciudad de Bogotá D.C., en la localidad de Suba, ubicado entre las calles 116 y 129 y entre las avenidas Córdoba y Boyacá. Hace parte de la subcuenca Salitre y tiene un área de 40.4 Ha. Como resultado de la construcción de las avenidas 127 y avenida Suba, el humedal se encuentra dividido en tres partes: Tercio alto,

medio y bajo, o sector 1, 2 y 3 respectivamente. Los tres sectores del humedal se encuentran conectados a través de Box culverts que cruzan dichas avenidas.

Ilustración 2. Mapa localización del humedal Córdoba



Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se destaca la importancia del Humedal Córdoba como medio conector entre los cerros orientales y el cauce del río Bogotá identificado como eje central de la Estructura Ecológica Principal del distrito capital.

6. MARCO TEORICO

6.1 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

“La evaluación de impacto ambiental, en el contexto actual, se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados” (Minguez, Gallego &González, 2009, Pág.7).

Lo anterior con el fin de identificar, predecir, valorar, prevenir o corregir el impacto que puede generar una obra y por ende comunicar los efectos, consecuencias y recomendaciones en tiempo oportuno, con el fin de disminuir los daños causados y los riesgos ecológicos irreversibles.

Por ende, es importante comprender la selección de dichos factores que involucran el medio ambiente, como guía para generar una amplia evaluación a través de la lógica difusa considerando así sus efectos sobre el medio e identificación de otras opciones en caso de que la obra a realizar genere un impacto negativo sobre el entorno.

Así mismo, es relevante identificar que la evaluación del impacto ambiental pretende dos objetivos clave: “por un lado establece el procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, modificación o rechazo de un proyecto o actividad, por parte de la administración. Por el otro, trata de elaborar un análisis encaminado a predecir las alteraciones que el proyecto o actividad puede producir en la salud humana y medio ambiente.” (Minguez, Gallego & González, 2009, Pág.9), lo cual tiene un fuerte sentido de responsabilidad en los funcionarios que están inmersos en la aprobación de licencias de construcción los cuales deben estar muy al pendiente de los efectos que esto pueda generar sobre las zonas involucradas y así permitir un estudio riguroso de su pertinencia.

Por consiguiente, es valioso identificar el impacto ambiental generado lo cual se origina a través de una acción humana y presenta tres facetas sucesivas dadas por:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental.
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental.
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y en último término, para la salud y el bienestar humano. Esta tercera faceta está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte.” (Minguez, Gallego &González, 2009, Pág.10).

Así pues, podemos deducir que “la evaluación de impacto ambiental es un proceso singular e innovador cuya operatividad y validez como instrumento para la protección y defensa del medio ambiente está recomendado por diversos organismos internacionales” (Espinoza, 2001, Pág. 23), debido a la utilidad que tiene como medio para analizar de forma integral, amplia y formal los detalles concernientes al impacto que se tendrá en el medio de desarrollo, los requisitos técnicos y administrativos que se deben instalar con el propósito de dar un paso seguro a la sostenibilidad ambiental y un marco preventivo como ente de

regulación de las normas establecidas; demostrando de tal modo como el propósito de las acciones humanas en curso demuestran una viabilidad ambiental.

6.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

"La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso jurídico-administrativo ampliamente usado para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que potencialmente pueden generar impactos negativos o positivos al ambiente. Estas decisiones pueden ser: (i) aceptar el proyecto, obra o actividad, (ii) rechazarlo, o (iii) hacer una propuesta de modificaciones dirigidas a que el impacto ambiental se pueda considerar aceptable". (Gobierno de la República de Honduras, 2010, Pág.41). Esto permite el establecimiento de una serie de metodologías de análisis que permitan establecer la importancia del proyecto a través de su viabilidad con el medio ambiente y por ende su proceso concerniente con la legislación actual.

La metodología definida por Conesa Fernández Vitoria (1997), establece que la importancia del impacto se mide en función, tanto del nivel de incidencia o magnitud de la variación producida, como la caracterización del efecto. "Esta metodología basa su forma de calificación en la identificación de diferentes atributos relacionados con el efecto ambiental como lo son la extensión, tipo de efecto y plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y momento, periodicidad". (Conesa Fernandez-Vitoria, 1997). A dichos puntos se les asigna una calificación para obtener un costo acumulado final que posibilite conceptualizar el nivel de trascendencia del impacto, para de esta forma priorizar las acciones para el manejo de los mismos.

Por otra parte, la Matriz de Leopold, fue desarrollada para ser aplicada en proyectos de creación y es en especial eficaz, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de esos proyectos de los que se prevén enormes impactos ambientales. La Matriz se basa en un listado de 100 acciones que tienen la posibilidad de provocar impactos del medio ambiente y 88 propiedades del medio ambiente (condiciones ambientales ya identificadas), por lo que se tienen 8.800 interacciones potenciales.

La matriz sirve para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor. Permite estimar la importancia y magnitud de los impactos con la ayuda de un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto. (Rincón, 2015).

Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación. Se tiene presente "las acciones propensas de generar impacto (ASPI) y los factores del medio ambiente propensos de recibir impacto (FARI)" (Martínez Montagut, 2020, p. 23).

Por último, la metodología EPM, fue desarrollada por la Unidad de Planeación de Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín para el año 1986. Tenía inicialmente la finalidad de evaluar los efectos ambientales de proyectos hidráulicos de la misma empresa, no obstante, fue adaptado a todo tipo de proyectos por la empresa y otras entidades y evaluadores que han visto los aportes y la aplicabilidad de esta metodología. (Martínez Montagut, 2020, p. 27).

De acuerdo con Calderón (2009), esta metodología puede dividirse en tres etapas; En la primera etapa se agrupan las actividades del proyecto u obra para obtener grupos con características semejantes. En la segunda etapa, teniendo ya agrupadas las actividades, se pasa a identificar los impactos ambientales utilizando diagramas de flujo con el objetivo de relacionar las acciones o actividades del proyecto con el medio ambiente. La tercera etapa requiere que cada impacto deba ser evaluado teniendo en cuenta ciertos parámetros. La segunda fase establece una calificación ambiental y cuantifica la acción resultante de los criterios que fueron valorados y representan la gravedad o el grado de afectación esperado.

El método cuenta con la facilidad de poder aplicarlo en diferentes proyectos, se puede usar con varios niveles de información, permite modificaciones y se puede utilizar tanto para la identificación, como también para la evaluación de los impactos. Entre las desventajas está que cuenta con cierto nivel de subjetividad en la valoración de los componentes.

6.3. FICHAS DE MANEJO.

El plan de manejo ambiental “Es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad” (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2005, Pág.1), tal como fue expuesto en el artículo 1 del Decreto 1220 de 2005 por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial como definición clave en busca de generar una correcta interpretación de las normas contenidas en el mismo, por cuanto constituye el principal instrumento para la gestión y cuidado ambiental, puesto que aglomera el conjunto de criterios, estrategias, acciones y programas; necesarios para prevenir, mitigar y compensar los impactos producidos.

El plan se presenta a través de fichas técnicas con codificaciones respectivas, “en cada una de ellas se identifica la etapa del proyecto, los impactos a mitigar, las acciones ambientales propuestas, los lineamientos para que puedan ser llevados a cabo desde el momento en que se inicia la actividad, las acciones de seguimiento y control y los costos unitarios que implica su implementación” (Valdés & Linares, 2003, Pág. 72), lo que permite llevar un orden de los proyectos y el análisis coherente de los mismos.

6.4. OBRAS DE ADECUACIÓN HIDROGEOMORFOLÓGICAS

La reconformación hidrogeomorfológica se refiere al conjunto de actividades que se llevan a cabo para permitir que la geometría del humedal y su espejo de agua puedan garantizar su dinámica ecológica y la diversidad en su hábitat para el desarrollo de vegetación propia del humedal, ya sea acuática o semiacuática. Además de considerar la movilización de material desde la orilla hacia el fondo del espejo de agua, que permita la conformación de diferentes gradientes de profundidad y de esta manera se incremente el área disponible para distintos tipos de vegetación. Schmidt – Mumm establecen que, para lograr la recuperación hídrica de un humedal, debe tratarse de ampliarse al máximo la zona de transición litoral, ya que es allí donde se produce la mayor dinámica ecológica, teniendo

siempre en cuenta la morfología propia de cada humedal y a su vez, el régimen de caudales que maneja.

7. MARCO LEGAL

Colombia cuenta con una serie de leyes, decretos, resoluciones, etc., encaminadas a la conservación de los recursos naturales y la protección del ambiente. A continuación, se enlistan algunos de los puntos más importantes de la normatividad legal vigente en materia de manejo y protección de humedales y su ecosistema, además de algunas normas adicionales relacionadas con la EIA en el país.

Tabla 1. Marco Normativo Nacional

Normativa	Contexto
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 30 de 1980	Aprueba el acuerdo para la conservación de la flora y fauna en los territorios; su uso y aprovechamiento racional.
Ley 299 de 1996	Por la cual se protege la flora colombiana, se reglamenta los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
Ley 357 de 1997	Se aprueba la Convención Ramsar y se imponen obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales.
Ley 388 de 1997	Especifica la delimitación de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales paisajísticos, geográficos y ambientales. Además, permite el ordenamiento autónomo del componente urbano y rural de cada municipio.
Ley 0611 de 2000	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
Decreto 2811 de 1974	Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Además, Incorpora medidas legales relacionadas con la EIA y se crea una licencia ambiental obligatoria para todos los proyectos con un impacto ambiental potencial.
Decreto 79 de 1986	Se declaran las áreas de reserva forestal protectora para la conservación y preservación del agua.
Decreto 1791 de 1996	Se establece el régimen de aprovechamiento forestal
Decreto 386 de 2008	Se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de preservación ambiental del Distrito Capital.
Decreto 2820 del 2010	Se declara que el EIA es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades (Artículo 21).
Decreto 531 de 2010	Se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales frente a ello.
Decreto 2372 de 2010	En el cual se relaciona el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3930 de 2010	Se reglamentan los usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 2041 del 2014	Se reglamentan las licencias ambientales con el objetivo de fortalecer el proceso de licenciamiento ambiental, la gestión de las autoridades ambientales y promover la responsabilidad y la protección con el ambiental.
Decreto 1076 del 2015	Decreto único reglamentario del sector de medio ambiente y desarrollo sostenible.
Resolución 438 de 2001	Se establece el Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de diversidad biológica.

Resolución 196 de 2006	Se adopta la guía técnica para la formulación por parte de las autoridades ambientales competentes, de los planes de manejo para humedales prioritarios y para la delimitación de los mismos.
Resolución 1504 de 2008	Se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del humedal Córdoba.
Resolución 3964 de 2019	Se adopta el documento titulado “Investigación de variables de tasa asociados al comportamiento de calidad de agua en humedales y sistema de indicadores y estudios geo eléctricos, 2010”, para definir los objetivos temporales de calidad para los PEDH.
Acuerdo 6 de 1990	Se adopta el Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá, y Faculta a la EAAB para realizar el acotamiento y demarcación de las rondas de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y Canales.
Acuerdo 19 de 1994	Se declaran como reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento.

Elaboración propia, 2022.

Nota: La tabla 1. Del presente documento fue elaborada en base a la organización jerárquica según la pirámide de Kelsen.

8. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo fue de tipo cuantitativa correlacional, ya que no solo permite la recolección y el procesamiento de datos, sino que también permite la interpretación, análisis y recomendación de soluciones, aplicadas a los impactos más relevantes identificados en el humedal; todo esto, soportado igualmente con un trabajo de campo.

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en el presente documento, se tomó como base el documento “Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales” de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ANLA, 2018), el “Plan de Manejo Ambiental” aprobado para el humedal Córdoba (IDEA, 2007), y los documentos relacionados con las obras de adecuación suministrados por la EAAB.

La metodología se enmarcó en la ejecución del capítulo nueve del presente documento, dividido en los siguientes elementos:

- **Descripción del proyecto de AHGM del humedal Córdoba**

Inicialmente se hizo una recopilación y análisis de la información secundaria existente sobre el programa que plantea el proyecto de la AHGM del humedal, enfocando esta etapa en la reconfiguración del tercio alto, y las obras que allí se desarrollaran. Esto, con el fin de entender el contexto y las decisiones tomadas frente al proyecto.

- **Caracterización del área de influencia del proyecto**

Para ello, se llevó a cabo una revisión y ajuste de la caracterización existente de los medios biótico, abiótico y socioeconómico del área de influencia directa del proyecto; siendo necesario realizar visitas de reconocimiento, análisis de información secundaria y levantamiento de información primaria que permitieran identificar de manera detallada el área de estudio. Esto, sumado a la cartografía temática elaborada con el software ArcGIS, posibilitó la identificación de elementos vulnerables, utilizados más adelante para la composición de la EIA de las obras.

- **Reconocimiento, análisis y valoración de las actividades y operaciones que conforman las obras de AHGM del tercio alto**

Fue indispensable el reconocimiento y comprensión de cada operación y actividad a ser desarrollada durante las obras, ya que esto, permitió identificar los elementos del ecosistema que podían verse afectados, y así mismo, reconocer los aspectos que se puedan generar. Con esta información, se elaboró una matriz donde se evaluó el grado de manifestación cualitativa del efecto, mediante la representatividad del aspecto frente al ecosistema considerado.

- **Identificación y evaluación de los impactos ambientales**

Aquí se correlacionaron los resultados de la caracterización del área de influencia, con los aspectos ambientales generados en las actividades y operaciones de las obras, permitiendo identificar los impactos ambientales potenciales a generarse durante la ejecución del proyecto y sus posibles causas. De esta manera, mediante el método de Conesa modificado, planteado por la Secretaría Distrital de Ambiente en el Plan Institucional de

Gestión Ambiental (PIGA, 2013), se diseñó una matriz de EIA para las obras de AHGM del tercio alto del humedal. Con los resultados obtenidos, posteriormente se construyó una matriz de priorización de impactos para detectar las áreas más vulnerables.

- **Formulación de alternativas de gestión frente a los impactos más significativos identificados en las obras de AHGM**

Gracias a los resultados arrojados por las matrices diseñadas, se seleccionaron 3 puntos esenciales para los cuales se diseñaron una serie de fichas de manejo ambiental, que proponen alternativas de manejo en las actividades y operaciones de las obras, buscando prevenir, mitigar o corregir los posibles impactos ambientales identificados durante este trabajo.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La caracterización está enmarcada en los lineamientos establecidos por la “Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales” del ANLA, 2018, y los lineamientos expuestos en los términos de referencia del contrato expedidos por la EAAB, mediante revisión análisis de la información secundaria y el respectivo ajuste a de campo en la zona del desarrollo de las obras de adecuación hidrogeomorfológica.

9.1.1. Medio abiótico

9.1.1.1 Geológico

Los aspectos geológicos del área de estudio se determinaron mediante la revisión de cuatro fuentes principales: El informe de geología del plan de manejo ambiental participativo del humedal Córdoba (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007), el documento de desarrollo y validación de la evaluación regional del agua en la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo (Estudios y proyectos ambientales y mecánicos, 2014), la zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sísmo resistente de edificaciones (FOPAE, 2010) y la información del Instituto de Gestión de Riesgos y Cambio Climático.

El Humedal Córdoba se encuentra ubicado en la parte sur del altiplano conocido como la Sabana de Bogotá, en la cordillera Oriental. Esta se encuentra rodeada de estructuras plegadas en rocas sedimentarias Cretáceas, de ambiente marino y Terciarias principalmente epicontinentales. Además, cuenta con extensos depósitos de sedimentos de origen aluvio-torrencial, fluvio-lacustre y lacustre formados desde el Plioceno hasta el Pleistoceno, ya que la parte plana del altiplano estuvo ocupada por un antiguo lago que empezó a desecarse hace unos 40.000 años. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

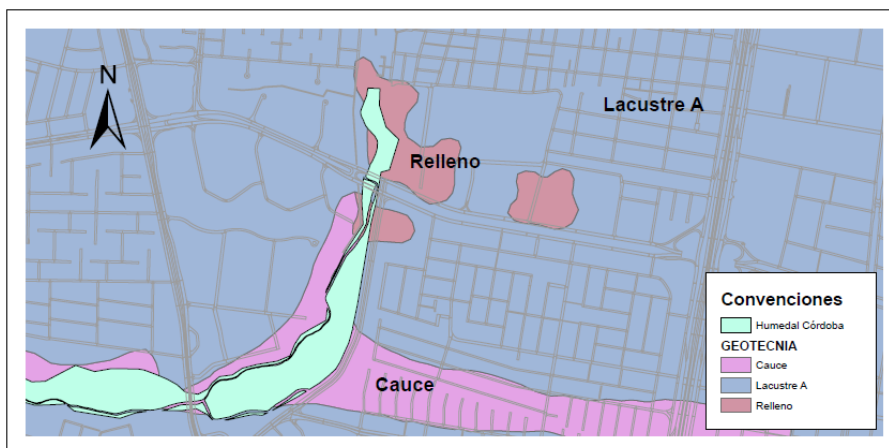
Esta estructura, compone la principal unidad física del oriente andino, y difiere de las otras dos cordilleras en gran medida, por la presencia de sedimentos de origen marino, como resultado de las 3 fases del ciclo andino oriental, (Hubach 1957).

- La primera de ellas es la fase de inmersión total de la cordillera bajo el mar, lo que generó un depósito con gran cantidad de sedimentos de tipo Cretácico – Eoceno.
- La segunda es la de pre – emersión del terciario superior, donde el retiro del mar hacia la zona norte provocó eventos tectónicos dando origen al levantamiento de la cordillera y trajo como resultado erosión de carácter continental a finales del Terciario.
- Como última fase están los nuevos periodos de erosión y depósito continental y lacustre del Cuaternario, lo cuales permiten definir la configuración actual de los bordes externos, incluyendo los fenómenos morfodinámicos presentes hoy en día en el territorio.

Esta evolución de la cordillera, representada en el endurecimiento del material y el paso de una estructura flexible a una más rígida, generó una estructura compleja entre estratos, ya que permitió la aparición de gran número de ejes anticlinales y sinclinales. Además, el levantamiento en bloques y el fracturamiento intenso de los materiales, provocó que los sedimentos de mayor espesor quedaran depositados en las depresiones donde existe cobertura de origen lacustre, es decir, las zonas sinclinales de Bogotá y el valle de Sogamoso. (IDEA, 2006)

El humedal, presenta dos niveles topográficos distintivos según Helmens y van der Hammen (1995): Un nivel bajo denominado formación Chía, y un segundo nivel correspondiente a la formación Sabana. Este último, está conformado por arcillas lacustres, y corresponde a la parte central de la cuenca de sedimentación, mientras en los bordes, se encuentran con mayor frecuencia arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas. La formación Chía en cambio está compuesta esencialmente por arcillas de inundación. En el tercio alto del humedal, se encuentran además rellenos antrópicos, especialmente de material de escombros y de excavación. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

Ilustración 3. Geología del humedal Córdoba



Elaboración propia

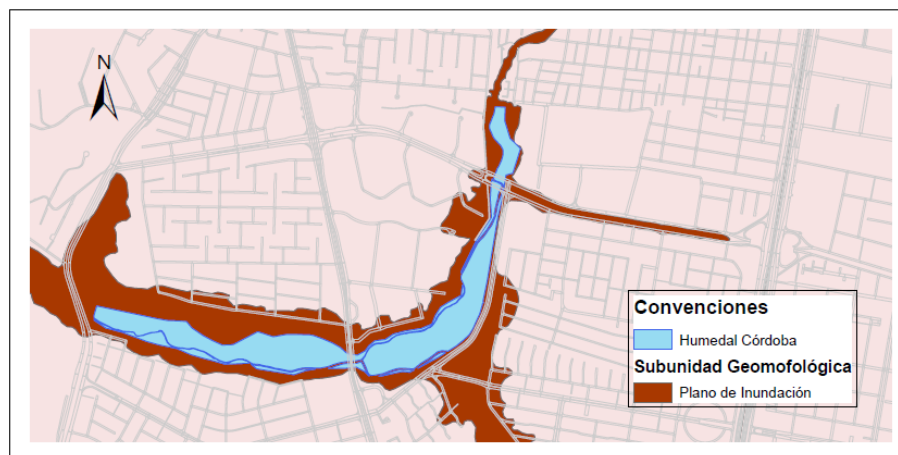
En el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (INGEOMINAS - U. Andes, 1997) se menciona que el Humedal y su zona adyacente hacen parte de dos unidades distintas: la 3A (lacustre A) en la margen derecha del Canal Córdoba y la 4 (lacustre B) en la margen izquierda. La zona lacustre A, está conformada en su gran mayoría por depósitos de Arcillas limosas muy blandas, cuyas profundidades no superan los 50 m. Ocasionalmente también puede presentar turbas y/o arenas de bajo espesor, pero al no presentar arenas superficiales, tiene un potencial de licuación de suelos alto en caso de un sismo de gran magnitud. Por otra parte, la zona lacustre B presenta características similares a excepción de que los depósitos superficiales son consistentemente menos blandos que los anteriores, al estar conformados por Arcillas limosas blandas; por lo que se concluye que el humedal se encuentra ubicado sobre suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles, con un espesor entre los 20 - 500 m. (FOPAE, 2010)

9.1.1.2. Geomorfología

La descripción de esta sección se hizo con base en el PMA del humedal, y la información suministrada por la EAAB sobre el contrato ejecutado en 2008 por la firma Manov Ingeniería Ltda., donde se midieron parámetros morfológicos del área de estudio.

En cuanto al humedal Córdoba, se identifican principalmente dos niveles topográficos: el nivel bajo, perteneciente al plano de inundación, donde se ubica el espejo de agua y el nivel alto, que corresponde a una terraza fluvio-lacustre y posiblemente rellenos antrópicos. En el estudio realizado por la consultora Liliana Salazar (2005), se llevó a cabo una inspección a fotografías aéreas antes y después del proceso de urbanización, concluyendo que inicialmente no existían dos niveles topográficos en la zona de estudio; por lo que las geoformas con taludes abruptos que se aprecian al día de hoy son en su mayoría consecuencia de rellenos antrópicos ya que no corresponde con la topografía original, caracterizada por suaves declines. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

Ilustración 4. Geomorfología del humedal Córdoba



Elaboración propia

A diferencia de otros humedales, en Córdoba se presenta una morfología variada en el plano de inundación que corresponde a los basines del sistema del Juan Amarillo. Además, al tratarse de humedal de tipo ribereño, presenta pequeñas ondulaciones que funcionan como islas e introducen una agradable variedad al paisaje y sirven además como refugio para aves acuáticas. Según el PMA del humedal, y estudios de topobatimetría realizados por la EAAB, la cota más baja dentro de la franja del tercio alto del humedal es de 2544 msnm, y actualmente está rodeado de zonas urbanizadas.

En el año 2008 se llevó a cabo un estudio de topobatimetría por la firma Manov Ingeniería Ltda., en el tercio alto del humedal, y como resultado se determinó un estrato de suelos orgánicos y de relleno con un espesor de 1.45 m, y un estrato de arcillas de color gris y café, con una profundidad de 6.50 m. A partir de esta profundidad, se presentó un estrato de arcilla arenosa con un espesor de 3 a 4 m.

Ilustración 5. Resultado de estudio de perforación de suelos en el tercio alto del humedal



Fuente: Tomado de NYC INGENIERÍA S.A.S.

Es por esto, que en el proceso de adecuación hidrogeomorfológica no deben manejarse taludes con una pendiente muy inclinada, con el fin de evitar que se llegue a presentar puntos inestables durante y después de realizada la adecuación hidráulica. Además, según las características de los suelos encontrados en este sector del humedal, se considera que los ángulos de fricción para suelos cohesivos como arcillas son del orden de 11° a 18° , por lo que el ángulo de reposo para estos suelos está en unos 18° (Suta Pico, 2021).

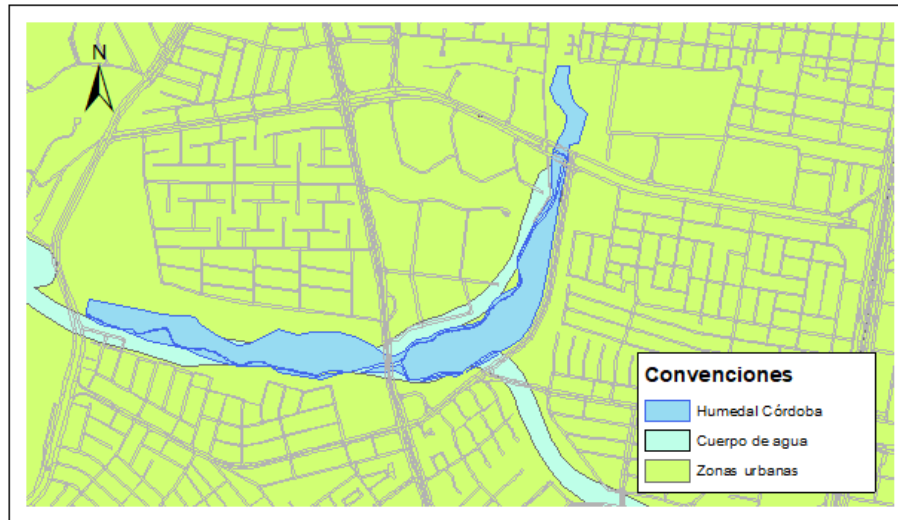
Se puede entonces concluir que la morfología del humedal Córdoba ha sido alterada en su gran mayoría por los rellenos de excavación y escombros como resultado de la urbanización adyacente, aunque también es importante tener en cuenta el aporte de materiales provenientes de las laderas no urbanizadas y las colinas del lado Este de Bogotá, ya que según algunas estimaciones de la Sociedad Geográfica de Colombia, estos suelos reciben un aporte de 53.193 ton/año de sedimentos, con un aporte adicional de 37.0995m^3 por arrastre de aguas lluvia (Moreno, Garcia, & Villalba, 2002).

9.1.1.3. Suelos y usos de la tierra

La descripción de esta sección se hizo mediante la revisión de la información disponible en la Unidad A. Especial de Catastro Distrital, el geo portal del IGAC, el documento de diagnóstico 2020 del POT para la localidad de Suba, y el PMA del humedal Córdoba.

Los datos reportados en el IGAC (2017), son poco específicos en cuanto a la vocación del suelo ubicado en la zona de estudio, pues únicamente se reportan zonas urbanas y cuerpos de agua, y a pesar de que en la clasificación si existía la categoría de conservación de suelos, ésta no corresponde a ninguna zona del humedal Córdoba, por lo que se entiende que se trata de datos desactualizados, ya que en el POT de la localidad, se menciona el humedal como una zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA).

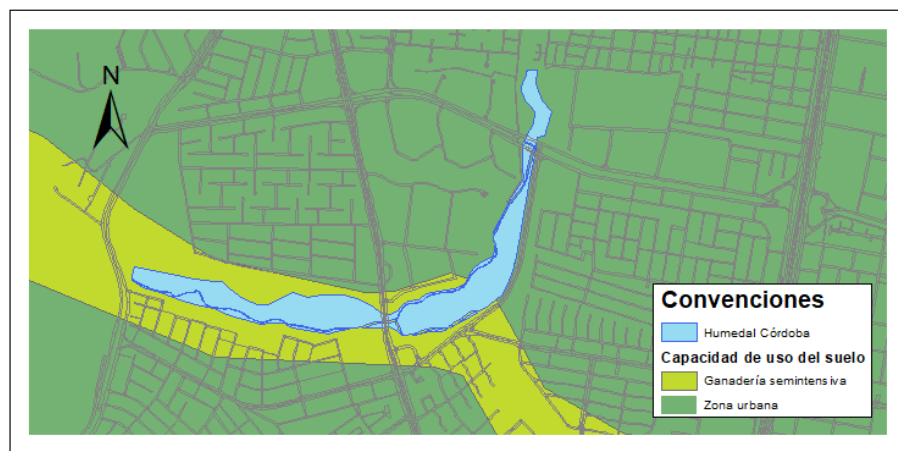
Ilustración 6. Vocación de uso del suelo del humedal Córdoba



Elaboración propia

En cuanto a la capacidad de uso del suelo, se muestra que parte del sector 2, y la totalidad del sector 3, poseen capacidad de uso para la Ganadería semi intensiva, producción de leche y agricultura de subsistencia y semicomercial con cultivos transitorios. Estos resultados, nuevamente desentonan con las características del ecosistema, pues la presencia de este tipo de animales genera gran cantidad de afectaciones en los humedales, entre las que se encuentra la contaminación de los efluentes y la compactación del suelo, lo que reduce su capacidad de almacenamiento y drenaje.

Ilustración 7. Capacidad de uso del suelo del humedal Córdoba



Elaboración propia

El humedal Córdoba se encuentra ubicado en la localidad de suba, abarcando 4 UPZ: La floresta, Niza, El Prado y La Alhambra. En el área de influencia, se encuentran dos tipos predominantes de uso del suelo; residencial cualificado y residencial consolidado. Además, se presenta un conflicto de uso del suelo, ya que según el Acuerdo 6 de 1990 que zonifica

a la capital, esta zona está catalogada en el primer nivel que corresponde al Sistema Hídrico, y a pesar de esto, toda la zona perimetral del humedal está ocupado por zonas residenciales, abarcando incluso algunas zonas dentro del terreno. (Moreno, Garcia, & Villalba, 2002)

Actualmente, la cobertura vegetal del humedal está conformada por 14 unidades de cobertura y uso del suelo; entre ellos se encuentran los árboles exóticos, nativos, mixtos, praderas emergentes y praderas flotantes. El suelo desnudo ocupa un área de 0,27 Ha y la cobertura urbana 0,83 Ha.

Ilustración 8. Cobertura vegetal del suelo del tercio alto del humedal Córdoba



Elaboración propia

En el tercio alto, se encuentran 6 tipos de coberturas vegetales, de los cuales se evidencia que los arbustos representan:

Uno de los tipos de vegetación con un mayor porcentaje de cobertura. Este tipo fisionómico es uno de los hábitats importantes del Humedal, el cual debe tener prioridad de conservación. Por otra parte, el pastizal, que también ocupa un porcentaje alto del área, debe ser controlado para que no compita por recursos con las plantas de humedal, puesto que está principalmente constituido por pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el cual es una planta invasiva muy agresiva (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007).

9.1.1.4. Hidrológico

Distritalmente, el humedal Córdoba hace parte de la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo, que a su vez hace parte de la cuenca Salitre. Como humedal, se trata de un ecosistema de agua dulce de tipo lentic el cual, se encuentra fragmentado en 3 secciones, conectadas entre sí, a través de estructuras hidráulicas como Box Culvert.

El humedal Córdoba cuenta con un canal tributario, el río Córdoba, que se encuentra canalizado desde la calle 170 hasta el puente peatonal que comunica los barrios Miradores de Córdoba y Prado Veraniego Sur. A su vez, este tiene como afluentes el canal Iberia, que

tiene su desembocadura sobre la calle 129ª, justo antes del inicio del humedal. Según datos registrados por la firma Manov Ingeniería Ltda. (2008), el área de la cuenca del canal Córdoba es de 1800 Ha aproximadamente, y cuenta con un caudal de 150 L/s.

En cuanto a los colectores tributarios que alimentan el tercio alto del humedal, se cuenta con dos colectores de aguas lluvia, uno de 18 pulgadas y otro de 28 pulgadas (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007).

- Colector de 18 pulgadas: Se trata de un colector de aguas lluvia que drena un área de 1,9 Ha al nororiente del humedal.
- Colector de 28 pulgadas: Es un colector de aguas lluvia que drena un área de 7,08 Ha al oriente del humedal.

Adicionalmente, en los estudios desarrollados por la firma Manov Ingeniería Ltda., se menciona que este colector (28 pulgadas) cuenta con un caudal aproximado de 43.3 L/s en temporada húmeda. Cabe resaltar que también se identificó que, durante eventos extremos, el tercio alto recibe aguas del canal Córdoba por desborde del Jarillón desde el costado sur a la altura de la calle 127. (Consortio Adecuación Córdoba, 2019)

Ilustración 9. Colectores que drenan directamente al humedal Córdoba



Tomado de (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

Por otra parte, en los recorridos en campo realizados por el consorcio adecuación córdoba, se identificó un Box Culvert sobre la calle 127. Este conecta el tercio alto y el tercio medio del humedal, y su estructura está compuesta por dos pantallas de 7.36 metros de base por 3.25 metros de altura; con una cota batea en la estructura de 2542.95 msnm y no presenta pendiente.

Ilustración 10. Box Culvert calle 127



Tomado de (Consortio Adecuación Córdoba, 2019)

El balance hídrico del tercio alto del humedal más reciente con el que se cuenta, fue elaborado por la firma Manov Ingeniería Ltda. en el año 2008 (Tabla 2.) . Este se realizó a nivel mensual utilizando los datos de las estaciones de Suba, Contador y la Hormona entre los años 1959 a 1999, considerando el aporte directo de las lluvias sobre el Humedal, la infiltración y la evaporación de la superficie del agua.

Tabla 2. Balance hídrico mensual para el tercio alto del humedal Córdoba

Año	Mes	Días del mes	Precipitación efectiva por mes		Precipitación total sobre el humedal		Infiltración		Evapotranspiración potencial del humedal		Balance humedal	Caudal medio humedal
			(mm)	(m³)	(mm)	(m³)	(mm)	(m³)	(mm)	(m³)		
Promedio	Enero	31	9,67	492417,57	37,69	218,62	5,71	33,10	86,40	501,12	-316	-0,1
	Febrero	28	13,25	675033,84	54,81	317,90	5,71	33,10	81,50	472,70	-188	-0,1
	Marzo	31	25,70	1309032,47	73,93	428,78	5,71	33,10	87,80	509,24	-114	0,0
	Abril	30	37,67	1918638,24	105,31	610,79	5,71	33,10	74,90	434,42	143	0,1
	Mayo	31	27,55	1403478,06	95,58	554,38	5,71	33,10	74,60	432,68	89	0,0
	Junio	30	13,06	665410,48	55,41	321,36	5,71	33,10	74,70	433,26	-145	-0,1
	Julio	31	6,64	338318,69	39,52	229,19	5,71	33,10	79,50	461,10	-265	-0,1
	Agosto	31	7,42	377981,32	42,62	247,19	5,71	33,10	82,10	476,18	-262	-0,1
	Septiembre	30	11,25	572944,48	63,73	369,61	5,71	33,10	81,40	472,12	-136	-0,1
	Octubre	31	41,77	2127973,26	118,07	684,82	5,71	33,10	75,50	437,90	214	0,1
	Noviembre	30	38,71	1971655,32	108,49	629,23	5,71	33,10	71,70	415,86	180	0,1
	Diciembre	31	18,16	925089,69	59,96	347,74	5,71	33,10	79,70	462,26	-148	-0,1
Promedio anual		365	250,85	12.777.973	855,11	4.960	68,49	397	950	5.509	-946	0

Tomado de (MANOV INGENIERIA LTDA, 2008)

Para el tercio alto del humedal, el área aportante de la cuenca es de 5093,90 Ha, y el área de espejo de agua corresponde a 0,58 Ha. Para el Humedal Córdoba se determinó que la lluvia promedio anual multianual es de 855,11 mm y se obtuvo una ETP del orden de 950 mm anuales. La infiltración anual calculada fue del orden de 68,49mm. Al comparar estos resultados con el balance hídrico elaborado por (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007) en el PMA del humedal, se evidencia un aumento en la PP de 4,54% y en la ETP de 9,70%.

Cabe resaltar que los escenarios analizados fueron: año seco, año húmedo y año promedio. En la tabla 3. se muestra el resumen de estos escenarios.

Tabla 3. Resumen balance hídrico multitemporal para el tercio alto del humedal Córdoba

	Escenario año húmedo	Escenario año seco	Escenario año medio
Precipitación Promedio (m ³)	7495,9	0,0	4.959,6
Infiltración (m ³)	397,2	397,2	397,2
Evapotranspiración potencial (m ³)	5226,1	5976,5	5.508,8
Balance del humedal (m ³)	1872,6	-6373,7	-946,4
Caudal medio del humedal (L/s)	0,06	-0,20	-0,03

Tomado de (MANOV INGENIERIA LTDA, 2008)

En la tabla 4. se presentan los resultados del monitoreo fisicoquímico y microbiológico aguas arriba y aguas abajo del Tercio Alto del Humedal Córdoba realizado por el consorcio adecuación Córdoba el 12 de agosto de 2018 al costado norte de la calle 127.

Tabla 4. Análisis fisicoquímico para el tercio alto del humedal Córdoba

Parámetro	Unidades	Resultados		Normativa
		Aguas arriba	Aguas abajo	Resolución 3964 de 2019
Carbono Orgánico Total	mg C /L	27,1	22,9	35
Coliformes Totales	NMP/100 mL	279000	2590	1,00E+06
DBO5	mg O2 /L	7	6	50
DQO Total	mg O2 /L	73	55	150
Nitratos	mg NO3-N/L	N.C.	N.C.	2
Nitrógeno Kjeldahl Total	mg N/L	3	75	10
Sulfatos	mg S- ² /L	3	22,9	96
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,3	8,23	>=2
pH	-	7,4	7,3	6-8
Temperatura Ambiente °C en campo	°C	19,7	19,7	-
Temperatura Muestra °C en campo	°C	20,7	20,9	17
Aceites y Grasas	mg/L	N.C.	N.C.	8

Coliformes Fecales	NMP/100 mL	20100	121	1,00E+06
Fosfatos	mg PO ₄ / L	N.C.	0,080	2
Nitritos	mg NO ₂ -N/L	0,011	0,011	N.A
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	N.C.	3	N.A
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	140	272	N.A
Sólidos Totales	mg/L	338	N.C.	N.A
Conductividad Eléctrica	μS/cm	248	361	N.A
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/L	29	31	N.A
Pseudomonas aeruginosa	NMP/100 mL	2,0	<1,0	N.A
Clorofila a	mg/m ³	120,00	57,20	N.A
Enterococos Sustrato	NMP/100 mL	28,1	38	N.A

Adaptado de (Consortio Adecuación Córdoba, 2019)

En el monitoreo se puede observar que bajo la resolución 3964 de 2019, donde se establecen los objetivos de calidad para los Parques Ecológicos Distritales de Humedal de Bogotá D.C., el tercio alto del humedal presenta una buena calidad de su espejo de agua, pues ningún parámetro evaluado aplicable a la norma sobrepasa los límites establecidos por ella.

En cuanto al monitoreo microbiológico, se evaluaron 11 parámetros, entre los que se encuentran: *Diaphanosoma sp1*, *Keratella sp1*, *Polyarthra sp1*, *Cryptomonas sp1*., entre otros. Para ello se utilizó el método de Análisis Zooplankton SM-10200 G y la Identificación y cuantificación del fitoplancton de sistemas continentales Standard Methods 22th ed. 2012 10200 F 1/ Técnicas de Conteo Fitoplancton, SM 10200 F 2. En la tabla 5. se evidencian los resultados obtenidos para el tercio alto del humedal aguas arriba y aguas abajo.

Tabla 5. Análisis microbiológico para el tercio alto del humedal Córdoba

Parámetro	Unidades	Resultados		Normativa
		Aguas arriba	Aguas abajo	
<i>Diaphanosoma sp1</i>	Organismos/L	1,80	0,50	N.A.
<i>Nauplio</i>	Organismos/L	1,50	0,40	N.A.
<i>Keratella sp1</i>	Organismos/L	1,60	2,10	N.A.
<i>Polyarthra sp1</i>	Organismos/L	11,20	5,40	N.A.
<i>Eudorina sp1.</i>	Cel/mL	2564,74	1783,24	N.A.
<i>Cryptomonas sp1.</i>	Cel/mL	197,29	49,73	N.A.
<i>Euglena sp1.</i>	Cel/mL	10,38	35,52	N.A.
<i>Oscillatoria sp1.</i>	Cel/mL	207,67	7,10	N.A.
<i>Euglena sp2.</i>	Cel/mL	10,38	14,21	N.A.
<i>Trachelomonas sp1.</i>	Cel/mL	259,59	348,12	N.A.
<i>Mallomonas sp1.</i>	Cel/mL	0,04	7,10	N.A.

Tomado de (Consortio Adecuación Córdoba, 2019)

En cuanto a los usos actuales que se le da al agua de tercio alto del humedal, es netamente para usos recreativos comunitarios, bien sea por parte de la comunidad adyacente, o visitantes en general, teniendo en cuenta además las comunidades biológicas que allí

habitan. Esto, debido a que, en estudios previamente realizados, como los de la firma Manov Ingeniería Ltda., se determinó que los vertimientos del colector 22 de aguas lluvia, que descarga directamente sobre el humedal, presenta conexiones erradas, lo que se confirma con la presencia de Coliformes totales y fecales, indicativo de mezcla con vertimientos de aguas residuales domésticas.

9.1.1.5. Paisaje

El paisaje en el humedal y sus alrededores se encuentra altamente intervenido y transformado por procesos de urbanización, que han modificado progresivamente el relieve, los suelos y la vegetación. Razón por la cual, se ha perdido la armonía natural de horizontes del suelo casi en su totalidad, y a la vez, se han visto alterados los drenajes y pendientes del ecosistema, modificando el sistema deposicional a lo largo del humedal y sus consiguientes cuencas.

El Humedal Córdoba hace parte de ese sector troncal en que las aguas producto de los explayamientos se reúnan realizando, con ayuda de la pendiente, el frenaje final de las aguas remanentes. Es así, como el Humedal Córdoba gracias a su cuerpo de agua y su vegetación contribuyó al frenaje biótico en un sistema de acuíferos y cubetas de decantación en la planicie inundable del Río Bogotá. Ante la alta competencia del Juan Amarillo, el Humedal Córdoba es la única barrera natural frente a las aguas canalizadas y de desborde que ahora llevan sedimentos sin la oportunidad de abandonarlos en otro lugar sin causar inundaciones. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

Es por esta razón, que el proceso de modelado del paisaje es de origen Aluvial, con relieve predominantemente plano y pendientes de 0 a 3%. Posee además varias terrazas artificiales, concebidos inicialmente como rellenos para levantar la zona de urbanización aledaña. La zona más conservada presenta diferencias leves del relieve, lo que ha resultado favorable para diversificar las coberturas y ofrecer un aspecto agradable; a diferencia de humedales totalmente planos o con altas terrazas a los lados. El humedal Córdoba, en la zona más conservada frente al barrio Niza sur, ocupa un área abierta, pero con diversas formas onduladas. La existencia de bordes de transición suave puede asociarse a pequeños espejos con buchón, mientras las zonas de humedal que ocupan partes más altas de terrazas abruptas no presentan espejos, a excepción del espejo mayor en la ruta del Canal Molinos. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

Los suelos en el sector de entrada del Canal fueron transformados, formando una terraza artificial sobre la cual se asientan diferentes viviendas informales; por lo que resultaría útil la adquisición de esos predios para cercamiento, aprovechando la pendiente allí para ubicar algunos colectores que lleven agua lluvia por gravedad de la ronda al Humedal.

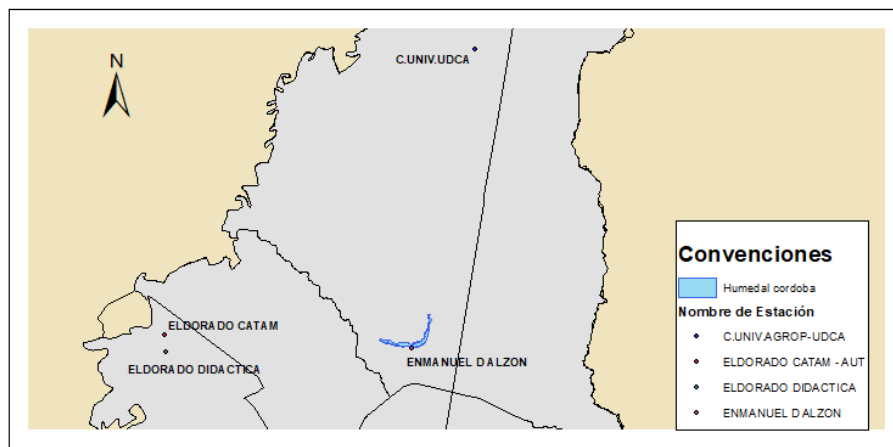
9.1.1.6. Atmosférico

La caracterización climática se hizo mediante el análisis de las medias mensuales multianuales de los principales elementos climatológicos, y el análisis de variabilidad se realizó con la temperatura del aire y la precipitación. Al igual que en el PMA del humedal, para el presente trabajo se tomó como referencia la estación climatológica del Aeropuerto El Dorado, extendiendo el periodo de análisis hasta el año 2020 (1995 – 2020). Esta

estación fue seleccionada inicialmente por presentar la mayor cantidad de datos completos, y aunque no es la más cercana, su ubicación presenta un comportamiento climatológico similar al de la zona del humedal. Ocasionalmente, se emplean datos de otras estaciones más cercanas (aunque con series de datos más cortas) para complementar la información. Entre ellas se encuentra la estación ENMANUEL D ALZON y la estación C.UNIV.AGROP-UDCA.

Siguiendo las recomendaciones de Bertin (1977) acerca de la representación de fenómenos cíclicos con datos climáticos, se repite el periodo enero-junio, para poder apreciar el comportamiento de todo el ciclo y no perder la transición entre el final y el comienzo del año. Para ello, una línea vertical indica el comienzo de la repetición de los valores de la primera mitad del ciclo en las gráficas del presente apartado.

Ilustración 11. Estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización climatológica



Elaboración propia

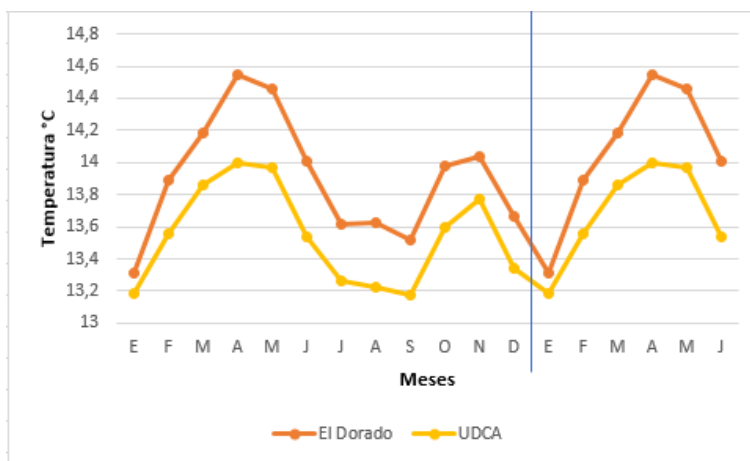
Los humedales urbanos reciben la influencia directa de los efectos de la urbanización, lo que se ve reflejado en el clima que presentan sus áreas circundantes. Siendo el más importante de estos efectos el aumento de la temperatura del aire, producto de la disminución en la capacidad de evaporación de la lluvia, que en la mayoría de los casos termina redirigida hacia el alcantarillado. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

El almacenamiento de calor en las construcciones también contribuye con el aumento de la temperatura y normalmente se traduce en la conservación de altas temperaturas del mediodía hasta el final de la tarde. Además, las edificaciones reducen la velocidad de los vientos dominantes y crean un patrón complejo asociado a la disposición de los obstáculos, mientras que los calentamientos diferenciales entre áreas verdes y áreas construidas producen un sistema complejo de brisas locales. La humedad relativa tiende a disminuir debido al aumento de la temperatura. Por otra parte, el efecto sobre la precipitación es más complejo, ya que el ascenso de aire cálido y el aumento en los aerosoles favorecen el incremento de este parámetro.

9.1.1.6.1. Temperatura superficial

Aunque ambas estaciones presentan un comportamiento similar a lo largo de todo el año, la estación El Dorado registra temperaturas más altas, incrementándose notablemente en los meses de abril y mayo. Según los datos de la estación de la universidad UDCA, la media multianual de la temperatura del aire es de 13,6°C para el periodo 1995-2020. Es necesario aclarar que este es uno de los sectores de mayor temperatura media en la ciudad según datos de la secretaria distrital de ambiente. La temperatura del aire en esta región tiene un régimen bimodal, con mínimas variaciones mensuales, por lo que la temperatura del mes más cálido (abril, 14°C) es apenas 0,9 grados más alta que la del mes más frío (septiembre, 13,1°C). Mayo es el segundo mes más cálido (13,9°C) y enero el segundo mes más frío (13,2°C). En el caso del Aeropuerto El Dorado los meses de mayor temperatura son abril y mayo (14,5°C), mientras que el de menor temperatura es enero (13,3°C).

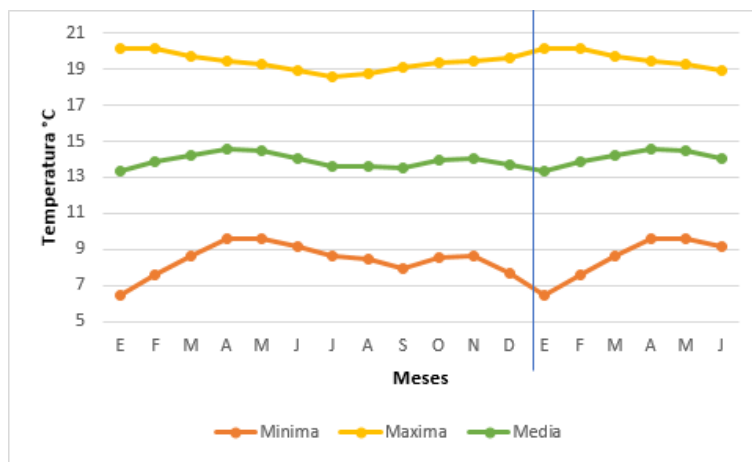
Ilustración 12. Variación mensual de la temperatura del aire



Elaboración propia

La estación del Aeropuerto El Dorado, presenta una temperatura máxima absoluta media anual de 19,4°C. Febrero presenta la mayor temperatura máxima media (20,2°C), mientras que el menor registro de la temperatura máxima se presenta en julio (18,6°C). La ilustración 13. muestra la variación mensual máxima, media y mínima de la temperatura absoluta del aire. Como se puede observar el comportamiento de la t. mínima es bastante similar al de la media, presentando un incremento en los meses de abril y mayo, y descendiendo nuevamente en agosto y septiembre.

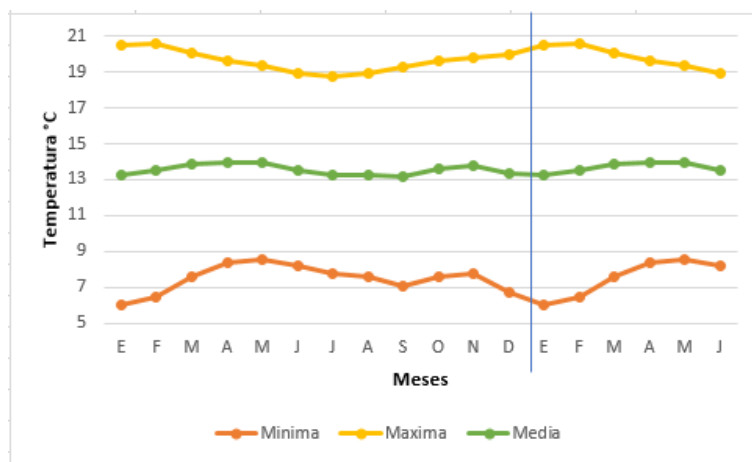
Ilustración 13. Variabilidad estacional de la temperatura del aire (Estación El Dorado)



Elaboración propia

Para la estación de la universidad UDCA, se evidencia una temperatura máxima absoluta media anual de 19,7°C. Al igual que en la estación El Dorado, febrero presenta la mayor temperatura máxima media (20,6°C), y el menor registro de la temperatura máxima también se presenta en julio (18,7°C). La ilustración 14. muestra la variación mensual máxima, media y mínima de la temperatura absoluta del aire. En este caso, el comportamiento de la t. mínima, aunque similar al de la t. media, denota diferencias en la magnitud de las temperaturas registradas; incrementándose 2,5°C desde enero hasta abril en la variación mensual mínima, y solo 0,7°C en la variación mensual media.

Ilustración 14. Variabilidad estacional de la temperatura del aire (Estación UDCA)



Elaboración propia

9.1.1.6.2. Precipitación

El análisis de la precipitación incluye la variabilidad estacional, para ésta se analizaron los datos de la estación universidad UDCA, la estación del Aeropuerto El Dorado, y la estación ENMANUEL D ALZON; esta última ubicada en inmediaciones del humedal. Cabe resaltar

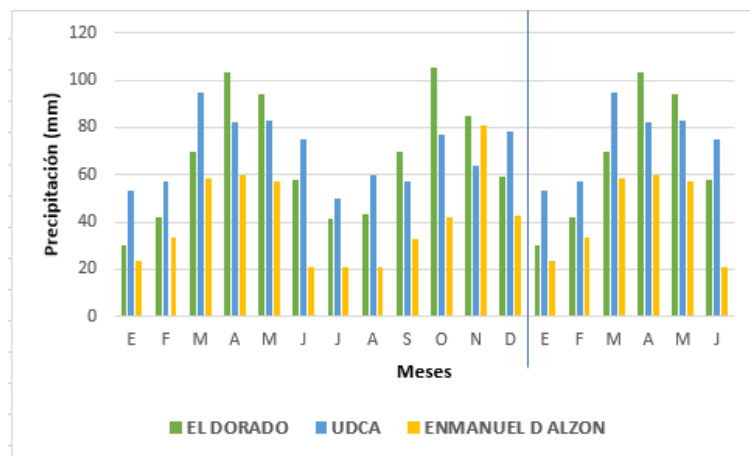
que, para esta estación, se tiene un registro mucho menor de datos (solo 15 años) por lo que los resultados reflejados en la gráfica evidencian un total anual medio multianual menor de precipitación (mm).

La ciudad de Bogotá presenta dos períodos con mayor cantidad de lluvias durante el año, el que popularmente se denomina “invierno”, y dos períodos de menos lluvias que llamamos verano. El primero, se inicia en marzo y se extiende durante abril y mayo; el segundo, empieza en septiembre y continúa durante octubre y noviembre. Existen también algunos meses de transición entre los diferentes períodos como son los meses de febrero, junio y diciembre, en los cuales se evidencian días alternados de lluvias y tiempo seco. (IDEAM, 2013)

De esta manera, se puede observar que las 3 estaciones seleccionadas, reflejan el comportamiento descrito para las épocas de invierno y verano en la capital, la estación que registra un total anual medio multianual mayor es UDCA con 831 mm, seguida por Aeropuerto El Dorado con 800 mm., como se mencionó anteriormente, la estación ENMANUEL D ALZON es la que presenta un total anual medio multianual menor, con solo 493 mm. Aunque presenta un periodo de datos menor, y por lo tanto un menor registro de precipitación, se consideró importante incluirlo en el análisis ya que es la estación más cercana al humedal, y por tanto puede proporcionar un análisis más acertado del medio donde se ejecutaran las obras.

Se concluye, además que la precipitación aumenta ligeramente en sentido Suroccidente-Nororiente, y el régimen de precipitación es bimodal con periodos lluviosos en marzo-mayo y octubre-noviembre para todas las estaciones, aunque en este último periodo la estación D ALZON presenta un incremento considerable frente a los otros meses.

Ilustración 15. Variabilidad estacional de la precipitación



Elaboración propia

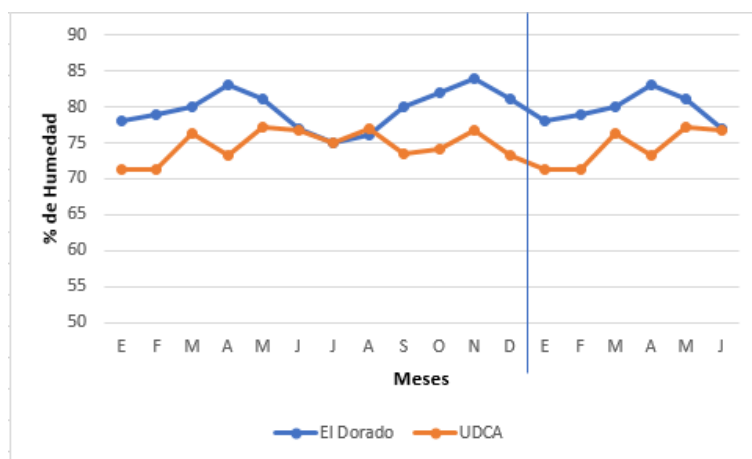
En cuanto a los meses secos, enero y junio son los que presenta un total anual medio multianual menor en las tres estaciones, destacándose D ALZON con 23 mm y 21 mm

respectivamente, y El Dorado con 30 mm y 58 mm; por lo que se recomienda llevar a cabo las obras de adecuación hidrogeomorfológicas del tercio alto durante estos periodos de tiempo, para aprovechar los bajos niveles de la lámina de agua, y así facilitar las actividades de drenaje y secado.

9.1.1.6.3. Humedad relativa

Para examinar la humedad relativa se tomaron los datos de la estación del Aeropuerto El Dorado y la universidad UDCA. La humedad relativa media anual multianual es del 77%, variando entre un 75 y un 80%. Para la estación del Aeropuerto El Dorado, el valor es más alto (80% con mínimos medios mensuales de 74% y máximos de 84%). Las diferencias entre un mes y otro son mínimas, dentro de un régimen bimodal. Abril, mayo, octubre y noviembre presentan los valores más altos de humedad relativa en ambas estaciones. Además, los meses de junio, julio y agosto, presentan valores casi idénticos en ambas estaciones, lo que implica un incremento en la estación UDCA y un fuerte descenso en la estación El Dorado. Es preciso mencionar que los meses con mayor humedad, son también los meses que se registra mayor precipitación en las estaciones.

Ilustración 16. Variabilidad estacional de la humedad relativa



Elaboración propia

9.1.1.6.4. Nubosidad

Para esta sección, se tuvo en cuenta la información suministrada por la estación del Aeropuerto El Dorado y el Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo (IDEAM, 2007). Los análisis mensuales de nubosidad estiman que enero y febrero son los meses que presentan los cielos más despejados durante todo el año, ya que la cobertura del cielo llega únicamente al 20% del total en el mes, lo que permite alcanzar hasta un 67% de cielos descubiertos o parcialmente despejados. Por otra parte, abril, mayo, junio y octubre, son los meses que presentan una mayor cobertura de nubes,

con 35%, 34%, 37% y 36% respectivamente; coincidiendo además con los periodos lluviosos descritos anteriormente.

Tabla 6. Distribución mensual de la nubosidad (Estación El Dorado)

Cobertura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Despejado (%)	4	2	2	1	0	0	0	1	0	1	1	1
Nublado (%)	20	20	28	35	34	37	29	30	29	36	29	26

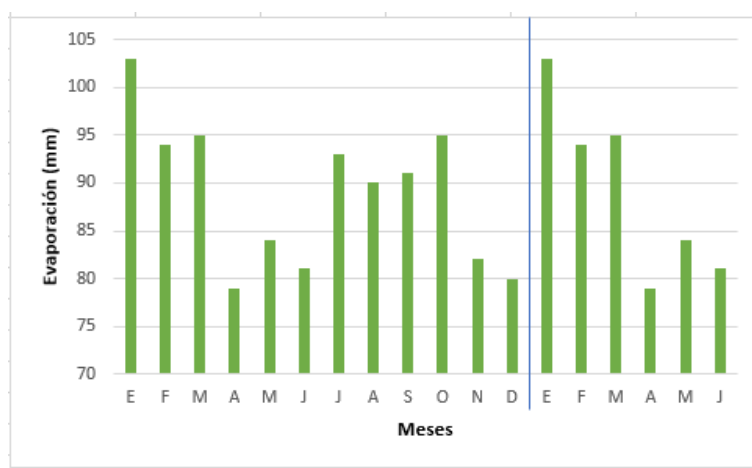
Adaptado de (IDEAM, 2007)

9.1.1.6.5. Evaporación

Al igual que con el parámetro anterior, para analizar la evaporación solo se tuvo en cuenta los registros de la estación del Aeropuerto El Dorado. Estos, presentan un total anual de 1.079 mm, medidos mediante el sistema de tanque de evaporación. Cabe resaltar que, a diferencia de otras variables climatológicas, la serie de datos de evaporación es mucho más corta (1980-2000). A continuación, se muestra la distribución mensual de la evaporación para este periodo. Se evidencia un régimen bimodal, con un mayor pico de evaporación entre enero y abril, con 371 mm y un segundo pico menos pronunciado en julio y octubre con 359 mm. En cuanto a los meses de menor evaporación, se encuentra abril, con 78 mm, seguido de diciembre con 80 mm.

Para esta estación, los mayores valores se presentan de diciembre a marzo, coincidiendo con los menores valores de humedad y los mayores de temperatura, lo que implica que la distribución es bastante parecida al inverso de la humedad relativa. Es posible que la evaporación sea un poco mayor en el área aledaña al Humedal, debido a la mayor temperatura media del aire que allí se presenta. (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007)

Ilustración 17. Variabilidad estacional de la evaporación

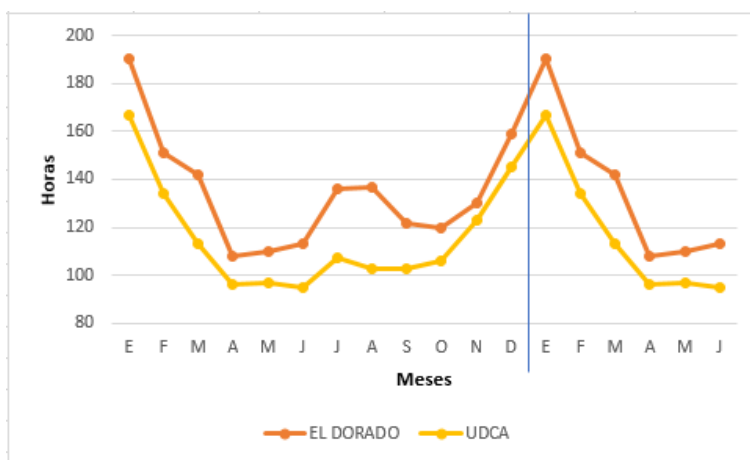


Elaboración propia

9.1.1.6.6. Brillo solar

A diferencia de otras variables climatológicas y a pesar de los registros de nubosidad, el brillo solar presenta grandes variaciones temporales a lo largo del año (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007). Para el análisis de este parámetro se tuvo en cuenta la información de la estación Universidad UDCA y la del Aeropuerto El Dorado, el valor medio anual multianual para esta última estación es de 1.618 horas, lo que representa un 14% más de brillo que la estación UDCA, que registra solo 1.386 horas anuales. Por otro lado, se puede apreciar un comportamiento similar a lo largo del año entre ambas estaciones, presentándose la mayor diferencia en los meses de julio y agosto, donde la estación UDCA sufre un descenso, mientras El Dorado mantiene las mismas horas de brillo solar durante este periodo. Los mayores valores se presentan a finales y comienzos de año, (diciembre, enero y febrero con más de 5 horas diarias), mientras abril es el mes con menos brillo con 3,6 horas. A continuación, se muestra el promedio mensual del brillo solar para cada estación.

Ilustración 18. Variabilidad estacional del brillo solar



Elaboración propia

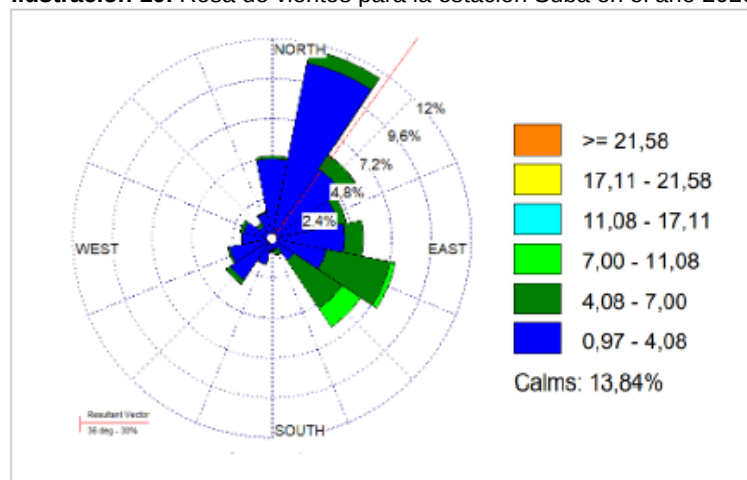
9.1.1.6.7. Radiación solar

Según el Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo (IDEAM, 2007), la estación Aeropuerto El Dorado presenta la mayor radiación solar en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, con valores entre los 370 y los 400 cal/cm², mientras que los meses con la menor radiación son mayo y junio con cerca de 305 cal/cm².

9.1.1.6.8. Vientos

Según el informe trimestral de calidad del aire de Bogotá, para el primer trimestre del año 2021, en la estación de suba (localidad donde se encuentra ubicado el humedal), se presentaron bajas velocidades de vientos, predominando velocidades entre 1 y 4 m/s, aunque vientos provenientes del suroeste pueden llegar a alcanzar hasta 7 m/s. En las noches se presentan velocidades promedio de 0,7 m/s, incrementándose hasta 1,7 m/s en las tardes. Aunque históricamente las velocidades si corresponden a los datos registrados en la ilustración 19., la dirección del viento suele cambiar de acuerdo con otros parámetros climatológicos durante el año. A pesar de ello, la dirección predominante de los vientos suele ser norte y noreste (según lo evidenciado en informes de calidad del aire anteriores).

Ilustración 19. Rosa de vientos para la estación Suba en el año 2020



Adaptado de (Secretaría distrital de ambiente, 2021)

9.1.2. Medio biótico

La descripción ecológica que se presenta a continuación incluye el inventario de la flora terrestre y acuática del tercio alto del humedal, logrado a partir de visitas en campo y recorridos realizados por el Consorcio Humedal Córdoba 1308, para la “construcción del corredor ambiental sector 1”, el Consorcio Adecuación Córdoba, para las obras de AHGM del mismo sector y la respectiva corroboración de campo. Estos inventarios fueron realizados mediante transectos en banda georreferenciados y dirigidos en sentido perpendicular a la línea del litoral. En cuanto a la fauna, la información secundaria fue obtenida de los mismos consorcios antes mencionados. Este levantamiento de información se realizó en recorridos de avistamiento visual para corroborar la presencia de especies identificadas en estudios previos (PMA), y buscar presencia de nidos o madrigueras en la zona de estudio.

9.1.2.1. Ecosistemas terrestres

“De acuerdo con la información del censo del arbolado urbano de Bogotá de las zonas hídricas y zonas de manejo y preservación ambiental del Convenio 520-2005 DANE-JBB,

el número de árboles en la ZPMA del Humedal de Córdoba es de 13.879 individuos” (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007). Para identificar las especies vegetales presentes en la zona de interés, se tuvo en cuenta la información suministrada por los inventarios del tercio alto del humedal, realizados en los años 2019 y 2020 por los consorcios antes mencionados.

En los inventarios se identificaron 38 especies de vegetación terrestre, de las cuales 15 se encuentran ubicadas en la zona de influencia directa del proyecto. De estas últimas, 50 ejemplares requieren algún tipo de manejo, ya sea poda, tala o reubicación. En la tabla 7. se evidencian las especies presentes en el tercio alto del humedal, junto con su estado de clasificación, y su uso.

Tabla 7. Vegetación terrestre perteneciente al tercio alto del humedal Córdoba.

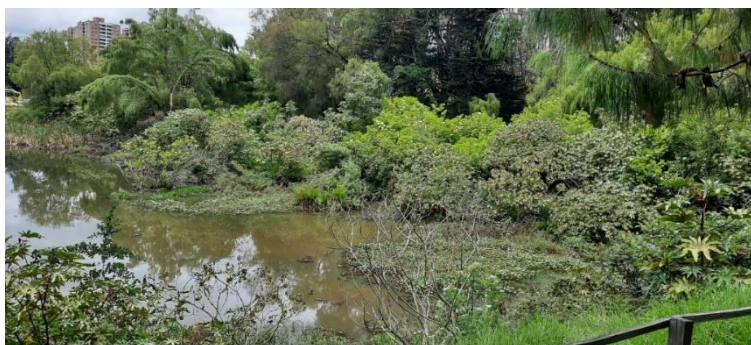
	Nombre científico	Nombre común	Categorización		Estado de Conservación (IUCN)	Uso
			Nativa	Introd.		
Árboles	<i>Acacia bracinga</i>	Acacia Roja		X	-	Maderable
	<i>Acacia melanoxylum</i>	Acacia japonesa		X	-	Maderable
	<i>Adipera tomentosa</i>	Alcaparro enano	X		-	Maderable, melífera
	<i>Albizzia lophanta</i>	Acacia negra		X	-	Ornamental
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	X		LC	Medicinal, ebanistería, silvopastoril
	<i>Carica pubescens</i>	Papayuela	X		-	Ornamental, alimenticio, medicinal
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés		X	LC	Maderable
	<i>Cupressus Sp.</i>	Ciprés Limonero		X	-	Maderable
	<i>Dapnopsis</i>	Dapnopsis	X		-	Restauración ecológica
	<i>Eucalyptus camandulensis</i>	Eucalipto rojo		X	NT	Maderable, ornamental, medicinal
	<i>Eucalyptus ficifolia</i>	Eucalipto pomarrosa		X	NT	Ornamental, maderable, control erosión
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto común		X	LC	Medicinal, maderable, industrial
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan o fresno		X	LC	Maderable, ornamental, medicinal
	<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales	X		-	Maderable, melífera
	<i>Pyracantha coccinea</i>	Holy Espinoso		X	-	Ornamental
	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla Verde	X		-	Medicinal, ornamental
	<i>Ricinus Sp.</i>	Higuerilla Roja	X		-	Medicinal, ornamental
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	X		LC	Maderable
Arbustos	<i>Tecoma stans</i>	Chicalá	X		-	Maderable, ornamental, medicinal
	<i>Cotoneaster multiflora</i>	Hollie liso		X	-	Ornamental
	<i>Cystisus monspessulanus</i>	Retamo liso		X	-	Ornamental
	<i>Lafoensia speciosa</i>	Guayacán	X		-	Maderable, melífera
	<i>Rhododendron indicum</i>	Azaleas		X	-	Ornamental
	<i>Ricinus communis</i>	Higuerillo	X		-	Ornamental, medicinal
	<i>Rubus floribundus</i>	Mora	X		-	Alimenticio, medicinal
	<i>Rubus sp.</i>	Mora silvestre	X		-	Alimenticio, medicinal
	<i>Senna multiglandulosa</i>	alcaparro	X		-	Maderable, melífera
	<i>Senna viarum</i>	Alcaparro grande		X	-	ornamental, forrajero, medicinal, mejoramiento de suelos
	<i>Solanum marginatum</i>	Lulo de perro		X	-	Medicinal
	<i>Solanum quitoense</i>	Lulo	X		-	Alimenticio, medicinal
	<i>Streptosolen jamesonii</i>	Mermelada	X		-	Ornamental, melífera
	<i>Symplocos alstonia</i>	Te de Bogotá	X		-	Ornamental, alimenticio
	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso		X	LC	Medicinal, ornamental
H	<i>Pasiflora mollissima</i>	Curuba	X		-	Ornamental, comestible

	<i>Pennisetum clandestinum</i>	pasto kikuyo		X	LC	Forrajero
	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león		X	LC	Medicinal, alimenticio
	<i>Thunbergia alata</i>	Ojo de poeta		X	-	Ornamenta
	<i>Tropaeolum majus</i>	capuchina	X		-	Alimenticio, medicinal

Adaptado de (Consorcio Adecuación Córdoba, 2019)

A partir de la caracterización florística, puede decirse que el tercio alto del Humedal cuenta con una alta riqueza de especies terrestres arbóreas, arbustivas y herbáceas, las cuales representan una buena oferta de hábitat para la fauna asociada tanto migratoria como residente, a pesar de que cerca del 50% de ellas no son especies nativas.

Ilustración 20. Vegetación y espejo de agua del tercio alto del humedal Córdoba



El autor

9.1.2.2. Ecosistemas acuáticos

En los inventarios se identificaron 15 especies de vegetación acuática en la zona de influencia directa del proyecto. En este caso, los juncos ubicados en la zona norte del espejo deberán ser reubicados durante las obras de AHGM en el tercio alto. El resto de las especies circundantes a la obra, serán manejadas de acuerdo con las especificaciones de las fichas de manejo de material vegetal, elaboradas por el contratista. En la tabla 8. se evidencian las especies presentes en el tercio alto del humedal, junto con su estado de clasificación, y su uso.

Tabla 8. Vegetación acuática perteneciente al tercio alto del humedal Córdoba

Nombre científico		Nombre común	Categorización		Estado de Conservación (IUCN)	Uso
			Nativa	Introd.		
Macrófitas flotantes	<i>Eichornnia crassipes</i>	Buchón de agua		X		Biorremediación, artesanal, alimenticio (fauna), ornamental
	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de agua		X	LC	Biorremediación, abono
	<i>Limnobiium laevigatum</i>	Buchón cucharita		X		Ornamental, alimenticio (peces), biorremediación
	<i>Wolffia arhiza</i>	Lenteja de agua		X	LC	Alimenticio
	<i>Hidrocotyle ranunculoides</i>	Sombrillita		x	LC	Ornamental, medicinal
	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho acuático		X		Biorremediación, abono
Macrófitas	<i>Cyperus Papyrus</i>	Papiro		X		Ornamental
	<i>Ludwigia peploides</i>	Clavito de agua	X			Ornamental
	<i>Cyperus rufus</i>	Cortadera	X		LC	Restauración ecológica
	<i>Bidens leavis</i>	Botoncillo		X		Ornamental

	<i>Cyperus sp.</i>	Papiro 2		X		Ornamental
	<i>Typha angustifolia</i>	Enea		X	LC	Ornamental, alimenticio, artesanal
	<i>Juncus bogotensis</i>	Junco	X		LC	Ornamental, medicinal, artesanal
	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Barbasco	X			Medicinal, insecticida
	<i>Rumex conglomeratus</i>	lengua de vaca		X	LC	Medicinal

Adaptado de (Consorcio Adecuación Córdoba, 2019)

Se puede apreciar que, cerca del 33% de las especies acuáticas presentes en este sector ayudan a la biorremediación y restauración ecológica de las aguas. Cabe mencionar que este tipo de vegetación ribereña aporta grandes beneficios al tercio alto del humedal. La estabilización de las márgenes y orillas, por ejemplo, resulta muy importante tras efectuar obras como la AHG, además, el soporte de comunidades y poblaciones silvestre de fauna, como especies emblemáticas, endémicas y migratorias es fundamental en el mantenimiento de la dinámica ecológica del humedal.

9.1.2.3. Fauna

“Previo al inicio de la obra, es indispensable conocer la fauna del área donde se realizará con posterioridad el ahuyentamiento y rescate de fauna” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013). Por esta razón, para este apartado se realizó una revisión bibliográfica sobre inventarios de fauna tetrápoda (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) elaborados previamente en el humedal. Además, se tuvo en cuenta la información suministrada por los monitoreos del Consorcio Humedal Córdoba 1308 y el Consorcio Adecuación Córdoba. Estos monitoreos se llevaron a cabo de manera mensual mediante transecto - punto, haciendo un conteo por punto cada 100 metros de distancia longitudinal.

Para muestrear los mamíferos en el humedal, se realizaron recorridos diurnos libres por área de influencia indirecta de la obra; esto, con el fin de obtener registros directos e identificar los individuos a través de guías de campo especializadas. Por otro lado, también se tuvieron en cuenta los registros indirectos por medio de rastros tales como huellas (Navarro y Muñoz, 2000), heces, pelos, madrigueras, restos alimenticios, restos óseos o vocalizaciones. (Consorcio Humedal Córdoba 1308, 2020)

Para la caracterización de la herpetofauna (anfibios y reptiles) se realizaron caminatas diurnas haciendo búsquedas activas sin restricciones espaciales en el área de influencia indirecta de la obra, tratando de incluir la mayor cantidad de microhábitats posibles donde pudiesen hallarse individuos, tales como troncos caídos, rocas, bases de árboles de gran tamaño, entre otros. Esta es una metodología estandarizada y útil para realizar inventarios en periodos de tiempo cortos (Angulo, Rueda, Rodríguez, & La Marca, 2006)

En la tabla 9., se encuentran las especies presentes en el tercio alto del humedal, junto con su estado de conservación, su hábitat y forma de vida.

Tabla 9. Fauna localizada en el tercio alto del humedal Córdoba

	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación (IUCN)	Hábitat	Forma de vida
Aves	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato pico azul	EN	Variado	Migratoria
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	LC	Terrestre	Residente

	<i>Zenaida auriculata</i>	Paloma sabanera	LC	Terrestre	Residente
	<i>Colibri coruscans</i>	Orejivioleta ventriazul	LC	Terrestre	Residente
	<i>Colibri cyanotus</i>	Orejivioleta menor	LC	Terrestre	Residente
	<i>Gallinula galeata</i>	Tingua pico rojo	LC	Terrestre	Residente
	<i>Fulica americana</i>	Focha americana	LC	Acuático	Residente
	<i>Butorides striata</i>	Garcilla cuelligris	LC	Variado	Residente
	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	LC	Terrestre	Residente
	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	LC	Terrestre	Residente
	<i>Synallaxis subpudica (E)</i>	Colaespina cundiboyacense	LC	Variado	Residente
	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Mosquerito gorgiblanco	LC	Terrestre	Residente
	<i>Elaenia frantzii</i>	Elaenia montañera	LC	Variado	Residente
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	LC	Variado	Residente
	<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina veintrigrís	LC	Terrestre	Residente
	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey cucarachero	LC	Subacuático/terrestre	Residente
	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo negro	LC	Subacuático/terrestre	Residente
	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero menor	LC	Terrestre	Residente
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión andino	LC	Variado	Residente
	<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo	LC	Subacuático/terrestre	Residente
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón	LC	Variado	Residente
	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Monjita	LC	Terrestre	Residente
	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	LC	Terrestre	Residente
	<i>Diglossa sittoides</i>	Pinchaflor pechicanelo	LC	Terrestre	Residente
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	LC	Variado	Residente
Mam.	<i>Cavia aperea</i>	Curí o cuy	LC	Terrestre	Residente
	<i>Mus musculus</i>	Ratón común	LC	Terrestre	Residente
Rept.	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Serpiente sabanera	LC	Semiacuática	Residente

Elaboración propia

La avifauna presente en la zona de estudio presenta una buena diversidad en su composición (con 25 especies de aves), pero una baja abundancia; con excepción de especies comunes en áreas abiertas tales como los copetones, las mirlos o las golondrinas. Dentro de las más escasas están las aves especialistas de hábitat, como las monjitas (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*), especie propia de los juncuales o el Zambullidor piquipinto (*Podilymbus podiceps*), presente únicamente en los cuerpos de agua con muy buena calidad ambiental. (Consorcio Humedal Córdoba 1308, 2020)

Ilustración 21. Avifauna ubicada en el tercio alto del humedal Córdoba



El autor

En el área del proyecto se identificó una especie en peligro de extinción (EN) de acuerdo con el libro rojo de aves de Colombia. Según Renjifo *et al* (2014), la población de la especie se ha venido reduciendo como consecuencia de la pérdida de hábitat, de la cacería y de la contaminación. Aunque el porcentaje total de pérdida de hábitat se desconoce pues no se cuenta con información precisa de la distribución histórica de los humedales del país.

En cuanto a los mamíferos, la única especie que se detectó en campo fue el curí (*Cavia porcellus*), la cual es una especie nativa de roedor. Esta, es una especie abundante y sin problemas de conservación, gracias a su capacidad para adaptarse a ambientes modificados por el hombre, aunque en el ámbito del humedal, se ve amenazada por la presencia de animales depredadores (mascotas y/o perros y gatos callejeros) y población humana. También se tiene registro de avistamientos de ratones comunes en la zona.

Por último, las inspecciones de campo no permitieron evidenciar la presencia de anfibios o reptiles en el área de estudio. Esto puede darse por factores como la alteración del hábitat y la contaminación, producto de la urbanización y las aguas residuales que esta genera. Se tienen registros de presencia de serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*) en diferentes mantenimientos de la zona, por lo que fue incluida dentro de la tabla 9.

9.1.3. Medio socioeconómico

Desde la perspectiva sociocultural, pueden evidenciarse las distintas relaciones entre el ecosistema y la población urbana, por lo que este tipo de caracterización permite el acercamiento a las dinámicas del territorio que se habita y al reconocimiento social de los valores ecológicos y de los servicios ambientales que representa el Humedal para la población circundante.

9.1.3.1. Demográfico

Ilustración 22. Barrios ubicados en el área de influencia directa del proyecto



Elaboración propia

El proceso de urbanización del área de influencia del humedal Córdoba, inicia en los años sesenta; pero es en los años ochenta que termina de conformarse, presentando la distribución urbanística actual. Al día de hoy, el área de influencia directa del proyecto está conformada por los diferentes barrios que se encuentran localizados alrededor del tercio alto y de los canales Córdoba y Molinos a su llegada al humedal. Estos barrios son: Niza VIII, Niza IX, Las Villas, Prado Veraniego sur y Prado Veraniego; los cuales cuentan con una estratificación socioeconómica entre 3 y 5.

Estos barrios están localizados en las UPZ El Prado y Niza. Según Montaña (2016), esto es importante, ya que la influencia de los barrios pertenecientes a un determinado nivel socioeconómico, educativo y cultural permite conocer el tipo de interacción que tendrá la comunidad con el espacio natural y su conservación. Aunque la UPZ Niza registra un mayor número de población que la UPZ El Prado y un mayor porcentaje de suelo urbanizado, esta última tiene un mayor índice de densidad poblacional (211 Hab/Ha), y presenta 76 manzanas en el AID, lo que podría explicar un mayor grado de presión sobre el ecosistema en este sector (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007). Además, el área de influencia de esta UPZ, muestra claras evidencias de las transformaciones al ecosistema de manera ilegal. Por otra parte, estas zonas presentan 4 usos del suelo según el POT de la localidad, estos son: residencial, comercio, urbano integral y dotacional.

9.1.3.2. Espacial

El humedal Córdoba, es definido por Moreno, García, & Villalba (2006), como un humedal de planicie, con una transformación acelerada desde el asentamiento y distribución de las comunidades por la expansión no planificada de la ciudad; y es categorizado como parque ecológico distrital perteneciente a la subcuenca Salitre según el POT.

Al estar ubicado en una zona residencial, el humedal se encuentra rodeado por todo tipo de edificaciones, en especial unidades residenciales y avenidas principales, aunque también se pueden identificar negocios locales, pequeñas industrias, instituciones educativas, centros recreativos y parques, entre otros, lo que refleja una amplia dinámica social alrededor de este ecosistema.

9.1.3.3. Económico

Los Parques Ecológicos Distritales de Humedales se encuentran considerados como patrimonio Biótico y diverso, con Zonas de preservación y protección ambiental, Zonas de control y Zonas de recuperación ambiental con usos específicamente definidos en la normatividad establecida en los Planes de Manejo Ambiental para cada uno de los humedales (Lozano, 2017). En cada una de estas zonas, se encuentran predefinidas actividades como la investigación no invasiva, monitoreo, restauración, actividades de bajo impacto y de educación ambiental, o de recreación pasiva y control de especies. Todo ello, con el único fin de preservar los ecosistemas y la dinámica propia de los humedales.

La dinámica económica que envuelve el humedal se basa en grupos no gubernamentales que trabajan con programas para el conocimiento y cuidado de este, es decir, educación ambiental. Para ello utilizan prácticas y talleres con niños y adultos, además de la participación de la comunidad de barrios como Niza y Pontevedra del sector 1 y 3. Un

ejemplo de ello, son las actividades realizadas por parte de la Fundación Humedales de Bogotá.

9.1.3.4. Cultural

A lo largo del tiempo, la población ha venido afianzando su compromiso con el cuidado y la protección del humedal Córdoba. Tras la concertación con las entidades públicas y distritales, la comunidad ha generado un enfoque participativo en la educación y promoción de la importancia de los recursos naturales y su aporte como servicios ambientales.

Algunas de las acciones que se llevan a cabo de manera articulada en el humedal son: Participar en espacios ambientales locales como la Comisión Ambiental Local y en la Mesa Distrital de Humedales. Gestionar institucionalmente soluciones a las problemáticas ambientales del Humedal Córdoba y acompañar procesos de veeduría ciudadana en torno a los proyectos que se implementan en el humedal; gestionar operativos y/o jornadas conjuntas con instituciones oficiales; conformación de colectivos ciudadanos interesados en la rehabilitación del humedal y en su uso como espacio para la educación y recreación ambiental. Igualmente, la comunidad trabaja para conceptualizar, diseñar y desarrollar estrategias para promover y fortalecer la participación ciudadana en torno a los procesos de conservación y rehabilitación del humedal. Además, se cuenta con programación de encuentros, cursos, foros, conversatorios y talleres, dirigidos al fortalecimiento organizativo y a la articulación de procesos territoriales, resaltando la realización de actividades de educación ambiental tales como recorridos guiados, clubes de ciencia, apoyo a proyectos ambientales escolares, estrategias de formación ciudadana, exposiciones artísticas, entre otros. (Lozano, 2017)

9.1.3.5. Político-organizativo

La movilización social para la defensa del Humedal Córdoba ha generado a lo largo de los años, actores sociales que han permitido la recuperación, protección y conservación del ecosistema. Algunos de los actores más importantes que encontramos alrededor del humedal Córdoba son mencionados en la tabla 10.

Todos ellos, de manera local, regional o municipal, han representado a lo largo de la historia del manejo del humedal, un papel importante en la protección y conservación del ecosistema. Esto puede evidenciarse en mayor medida en la instauración de la acción popular; pues ha sido la comunidad, y los colectivos populares, los que han permitido una intervención controlada y medida con el fin de garantizar ante todo la calidad del ecosistema y los servicios que este ofrece tanto al medio biótico, como a la comunidad adyacente.

Tabla 10. Actores sociales del humedal Córdoba

ACTORES INSTITUCIONALES	ACTORES COMUNITARIOS
Empresa de Acueducto de Bogotá – Gerencia Ambiental del Sistema Hídrico	Equipo Interdisciplinario del Humedal Córdoba
Secretaría Distrital de Ambiente	Red de Humedales de la Sabana de Bogotá
Alcaldía Local de Suba – Referentes ambientales	Fundación Humedales de Bogotá

Jardín Botánico de Bogotá	Fundación Gaia Suna
Limpieza Metropolitana – LIME	Asociación Vivamos
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP	Fundación Bosque Nativo
Aguas de Bogotá	ABO – Asociación Bogotana de Ornitología
Policía Ambiental y Ecológica	Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres – URRAS
Subdirección Local de Integración Social – Suba	Idrocolectivo
Instituto Distrital de Recreación y Deporte – IDRD	Cabildo Muisca de Suba
Instituto Alexander Von Humboldt	Fundación Caminos Verdes
Constructora Colpatria	Colectivo Suba Nativa
Instituciones Educativas ubicadas en los sectores aledaños al Humedal Córdoba	Juntas de Acción Comunal: JAC Niza Sur, JAC Las Villas, JAC Prado Jardín, JAC Niza Córdoba, JAC Recreo de los Frailes, JAC Batán, JAC La Alhambra
Instituciones universitarias	Residentes y administradores de las unidades de propiedad horizontal aledañas al área protegida

Elaboración propia

Por otro lado, entre los actores conflictivos que se han presentado a lo largo de los años en la dinámica del humedal se destacan:

- El predio de compraventa de vehículos y parqueadero ubicado en área del humedal, sector 2.
- Los habitantes de calle, y los resguardos ilegales en los sectores 1, 2 y 3.
- Predio habitado en área del humedal, sector 1.
- Invasión en zona de ronda del humedal y usos del suelo prohibidos.
- Delincuencia común.
- Consumidores y expendedores de sustancias psicoactivas.
- Uso inadecuado de la zona de humedal por parte de algunos taxistas y transeúntes.
- Disposición de residuos por vendedores ambulantes de comidas rápidas, sector 3.
- Presencia de semovientes, sector 1. (Lozano, 2017)

9.2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA OBRA

La adecuación hidrogeomorfológica está conformada por una serie de actividades. Estas, fueron brevemente mencionadas con anterioridad, y se encuentran establecidas dentro del PMA participativo del humedal Córdoba, por lo que deben ser desarrolladas bajo los términos allí establecidos, sometiendo modificaciones y cambios a discusión y aprobación de todas las partes involucradas (contratista, EAAB y el equipo interdisciplinar).

A continuación, se describe detalladamente las actividades relacionadas a cada aspecto de la obra, clasificadas en actividades preliminares, proceso constructivo y actividades posteriores a la obra

9.2.1. Actividades preliminares de obra

- Replanteo: Consiste en la ubicación de todos los puntos de intervención en terreno, tomando como base las indicaciones establecidas en los planos respectivos de la obra.

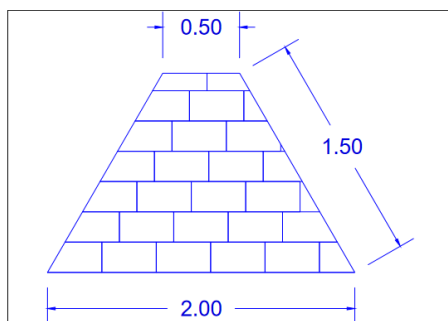
- **Cerramiento:** Es el cercamiento y aislamiento de la zona de intervención mediante polisombra. Esto evita el ingreso de personal o agentes extraños al humedal, además, protege los especímenes vegetales de las partículas o emisiones que se pueden generar durante las diferentes actividades de obra.
- **Construcción de carreteable:** Se trata de una vía sin pavimentar destinada a la circulación de vehículos y materiales necesarios para la ejecución de la obra. Para ello, se construirán dos zonas carreteables en los accesos de la calle 127 y calle 127D. Esta actividad cuenta con 5 subactividades, imprescindibles para su adecuada construcción.
 - **Descapote:** Es la remoción de la capa superficial del terreno natural, incluyendo hierbas y árboles. En este caso, se trata de un área de 558 m² de especies vegetales que serán removidas con maquinaria, y se encuentran localizada en dos zonas: En los accesos de la calle 127 y calle 127D. Cabe resaltar que, dentro de esta actividad, se realizara la tala de 49 individuos arbóreos.
 - **Excavación:** El proceso consiste en remover material del suelo para permitir la nivelación del terreno. Para este propósito se excavarán 170 m³ de material orgánico en las dos zonas nombradas en el ítem anterior.
 - **Traslado y cargue de material excavado:** El material excavado debe trasladarse a una zona de manejo externa para su disposición final. En este caso, se dispondrá en una escombrera autorizada por el distrito de la ciudad, y para ello se utilizará maquinaria semipesada, como minicargadores y volquetas para el traslado del material.
 - **Relleno con subbase granular:** Se trata de materiales granulares, que se colocan normalmente sobre la superficie para formar una capa de apoyo a la base de pavimentos asfálticos o concreto hidráulico. En este caso se utiliza Subbase granular B-400 para crear una base nivelada en el suelo, de una altura de 0,3 m que permita el ingreso y movimiento de maquinaria por el carreteable.
 - **Afirmado:** Consiste en crear una capa compactada de material granular natural o procesada, que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito de la maquinaria. Esto se llevará a cabo en las 2 zonas de relleno con subbase granular.
- **Construcción de rampas de acceso:** La construcción de rampas es indispensable para permitir el acceso a las zonas donde se ejecutarán las obras. Estas, permitirán el paso del personal y la maquinaria desde los carreteables hasta los puntos de intervención. Para ello, se construirán dos rampas de acceso, una en el sector norte y la otra en el sector sur del tercio alto del humedal, justo al final de las dos zonas carreteables. Al igual que en la actividad anterior, se requiere de 5 subactividades para su adecuada ejecución.
 - **Descapote:** El material vegetal a retirar para la construcción de las rampas será de aproximadamente 90,87 m; ya que la rampa norte contara con unas dimensiones de 5,9 x 9,3 m y la rampa sur tendrá 3,6 x 10 m.

- **Excavación:** Se hará un retiro de aproximadamente 20 cm de material orgánico para cada una de las rampas, lo que permitirá tener una base estable para la conformación de las rampas.
 - **Traslado y cargue de material excavado:** Al igual que con el material excavado para las zonas de carretable, este se dispondrá en una escombrera autorizada por el distrito de la ciudad, utilizando el mismo tipo de maquinaria anteriormente mencionada.
 - **Relleno con subbase granular:** Para este proceso se hará uso del mismo material de relleno utilizado en las zonas de carretable; adicional a ello, será necesario utilizar bases de madera para el adecuado movimiento de la maquinaria por el terreno. Ambas rampas tendrán un espesor aproximado de 0,3 m.
 - **Afirmado:** Se llevará a cabo en las rampa sur y norte sobre el relleno con subbase granular previamente aplicado. Para esta actividad se utilizará una compactadora manual.
- **Construcción de ataguías:** Las ataguías son elementos, que se usan generalmente de manera temporal para encauzar o desviar flujos de agua, lo que permite conseguir un área de trabajo seca. Para poder realizar las obras de reconformación dentro de la garganta del humedal, se construirá una ataguía en el sector sur y otra en el sector norte de la garganta. De esta manera, gracias a la primera ataguía, se bombeará el agua desde el lado sur hasta el norte para garantizar su preservación durante las obras de adecuación; y la segunda ataguía permitirá crear una zona de conservación para los papiros allí existentes y también para la vegetación extraída durante las obras. Así, podrán ser usadas en la etapa de revegetalización.

Para el desarrollo de esta actividad, se requieren 3 subactividades descritas a continuación:

- **Relleno de bolsas-suelo:** El material no debe contener tierra vegetal y se debe compactar para lograr la mayor impermeabilidad y estabilidad (Piqueras, 2008). En este caso, será utilizada arcilla de cantera, para garantizar que el material no se deslave al entrar en contacto con la lámina de agua. Las bolsas a utilizar en la obra tienen dimensiones de 70 x 40 x 20 cm.
- **Traslado de bolsas-suelo hasta la garganta:** Dada la cantidad de material que debe ser transportando para la construcción de las ataguías, las bolsas-suelo serán trasladadas hasta la cuenca con maquinaria semipesada.
- **Configuración de ataguías:** Se busca tener en cada ataguía una altura aproximada de 1,50 m, con una base de 2 m y una cima de 0,50 m. Esto, con el fin de obtener la estructura típica de las ataguías en las obras hidráulicas, y tomando como base la altura de la lámina de agua con la que se va a trabajar durante la reconformación hidrogeológica.

Ilustración 23. Configuración propuesta para la construcción de ataguías



Adaptado de (Consortio Adecuación Córdoba, 2019)

9.2.2. Proceso constructivo

- Secado de sector sur: Para poder llevar a cabo las obras, es necesario trabajar en el terreno seco, por lo que se drenará el agua de la zona sur hacia la zona norte del humedal, y de esta manera preservar el recurso hídrico propio del ecosistema. Para este proceso se usarán bombas sumergibles, por lo que deben construirse 2 pozos.
 - **Construcción de pozos:** Los pozos serán excavados mediante maquinaria, y contarán con 1 metro de profundidad, lo que permitirá bombear 1850 m^3 de agua, y trabajar con un caudal de 4 L/s, para ello se dispondrán de bombas de 4 o 6 pulgadas. Cabe resaltar que la cantidad de material removido para esta construcción dependerá de la lámina de agua que se esté manejando al momento de las obras.
- Reconformación hidrogeomorfológica: Para llevar a cabo la reconformación del tercio alto del humedal, es necesario conformar taludes a lo largo del borde del litoral basados en las cotas de diseño. Para ello, los taludes deben construirse en etapas sucesivas que consisten en la extracción, traspaleo y apilado del material extraído; por lo que requiere el uso de maquinaria.

En este caso, se utilizará una retroexcavadora tipo oruga (tras evaluar las características del terreno y la funcionalidad de los equipos en el mercado). Cabe resaltar que tras iniciar las operaciones se debe vigilar constantemente el terreno, y de ser necesario se deberán construir pasarelas de madera ($6 \times 0.2 \times 0.2 \text{ m}$) para permitir el paso de la retroexcavadora sin que vaya a hundirse.

A pesar de que la reconformación hidrogeomorfológica se llevara a cabo en dos etapas (primero el sector sur y luego el sector norte), ambas seguirán los mismos pasos descritos a continuación; y al finalizar la reconformación y la revegetalización del primer sector, se realizará el llenado de esta zona a través de la ataguía, lo que permitirá trabajar en la segunda etapa.

- **Extracción de sedimentos:** Los taludes se deben construir en etapas sucesivas, por lo que primero debe hacerse la extracción de sedimentos, para luego poder hacer la conformación de los taludes. Es necesario extraer un volumen de 11.700 m^3 de materia orgánica durante esta etapa.

- **Conformación de taludes:** Para este proceso se establecerá el nivel de litoral o “línea de litoral” con una cota de 2545,5 msnm para formar 2 tipos de taludes:

Taludes 1 a 5

Taludes 1 a 2

(Donde el 5 y el 2 se refieren a la cantidad de m horizontales por cada m vertical). Esto permitirá proporcionar las mejores condiciones para el desarrollo de la vegetación de litoral, y obtener un volumen de vaso de 13.650 m³. Los taludes se conformarán siguiendo el siguiente orden: Primero taludes 1 a 5 a partir de la línea de litoral (2545,5 msnm) a lo largo de todo el borde del espejo de agua hasta alcanzar la cota 2545 msnm. A partir de allí se conformarán taludes 1 a 2 hasta alcanzar la cota de fondo de diseño (2543,5 msnm). (Consortio Adecuacion Cordoba, 2021)

- **Traspaleo de sedimentos:** Todos los sedimentos sobrantes del proceso de conformación de los taludes deben ser tratados. Para ello, se trasladarán hacia la zona donde se hará el secado para su posterior disposición final. Se estima que la actividad requiere cerca de 4 traspaleos en promedio por cada metro cúbico de sedimentos hasta llegar a la zona de secado, obteniendo un volumen diario de 180 m³.

En base a las experiencias de reconfiguración realizadas previamente en los otros sectores del humedal, el secado y tratamiento de sedimentos se dará dentro del vaso del tercio alto del humedal.

- **Secado de sedimentos:** El proceso consiste en el secado mediante escurrimiento y al aire libre. Para ello, los sedimentos son extendidos en capas en la zona dispuesta, para permitir que el secado se produzca de una manera homogénea. Se estima que la producción diaria de sedimentos secos sea de 45 m³.
- **Estabilización de sedimentos:** Al presentar el porcentaje de humedad óptimo (25% de humedad), se añade cal para continuar con el tratamiento. El propósito de la cal es elevar el pH de los sedimentos para evitar la producción de olores y la descomposición de la materia orgánica. La cantidad de cal a aplicar será de aproximadamente 484,09 Kg, y el tiempo de contacto se estima en 2 Hrs, aunque estos valores pueden cambiar dependiendo de la concentración de sólidos que presenten los sedimentos al momento de realizar el tratamiento.

Posteriormente los sedimentos deben ser mezclados para añadir cal nuevamente. Esto se hará de manera manual con un mezclador de paleta.

- **Disposición final de sedimentos:** Para esta etapa, se contará con empresas externas que les den una adecuada disposición final a los sedimentos. Para ello se dispone de una lista de gestores de residuos de construcción y demolición RCD proporcionada por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU, actualizadas al 15 de enero de 2020.

9.2.3. Actividades posteriores a la obra

- Retiro de ataguías: Tras finalizar la reconfiguración del segundo sector del tercio alto, se retirarán por completo las dos ataguías de bolsa-suelos para permitir la entrada del flujo y poder recuperar la lámina de agua del humedal.

Según estimaciones realizadas por el consorcio adecuación Córdoba, se calcula que el tercio alto del humedal pueda recuperar su lámina de agua natural luego de 3 meses en temporada de lluvias aproximadamente; teniendo en cuenta que el volumen de agua que se preservará durante las obras será de alrededor de 3.700 m³.

- Restauración: Al finalizar la intervención se debe restablecer la cobertura vegetal con el fin de proporcionar mayor diversidad en el paisaje, favoreciendo el desarrollo de hábitats propios. A diferencia de otras obras, en esta no es recomendable llevar a cabo la actividad de empujamiento, ya que al tratarse de un ecosistema estratégico como lo es un humedal, es necesario introducir especies propias del ecosistema, que permitan restaurar la dinámica ecológica. Esto, puede llevarse a cabo mediante un plan de revegetalización en zonas intervenidas como el área carretable y la entrada de maquinaria (calle 127 y calle 127D). Además, debe introducirse vegetación al borde inundable, y la ribera para favorecer los procesos biológicos del humedal. Algunas de las especies propicias para ellos son: Cortadera, Junco alto (*Juncus effusus*), Barbasco (*Lonchocarpus utilis*), Tinto (*Cestrum buxifolium*) y Clavito (*Ludwigia peruviana*). Se estima la restauración vegetal en un área de 780 m² con la plantación de 3120 individuos en zona de ribera.

Adicionalmente, el contrato a ejecutar considera actividades complementarias como:

ELEMENTOS DE CONTROL:

- Estudios de calidad del agua: El Consorcio realizará dos campañas de verificación de calidad del agua. Una antes del inicio de la obra y el otro, una vez finalizada la intervención; y de esta manera se podrá establecer el impacto de la obra sobre esta variable.
- Caracterización fisicoquímica de sedimentos: Con el fin de garantizar el cumplimiento de lo establecido en la resolución No. 0062 del 2007, se llevarán a cabo monitoreos de las características fisicoquímicas de los sedimentos a la hora de ser dispuestos por los gestores de residuos autorizados.
- Manejo y ahuyentamiento de fauna: Esta actividad debe llevarse a cabo de manera permanente durante todo el desarrollo de la obra, ya que es un elemento de suma importancia dentro de este tipo de intervenciones. Para ello, se hará la identificación y ahuyentamiento de fauna, para su posterior traslado y reubicación.
- Rescate de plantas acuáticas y semiacuáticas: Dada la magnitud de alteración que sufrirá el ecosistema y en especial, el espejo de agua, se llevará a cabo el traslado de especies que se encuentren presentes en el cuerpo de agua o sus alrededores, y que puedan verse afectadas por las actividades de construcción. Para esto, las

plantas a reubicar temporalmente se dispondrán en la zona de papiros al norte del humedal. Aunque se tiene propuesta la reubicación del 10% de ejemplares de interés, es importante verificar el estado de cada espécimen al momento de su reubicación, para garantizar que su posterior trasplante sea efectivo, y de esta manera alterar lo menos posible la oferta ecosistémica preexistente.

9.3. ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

Según Conesa, un aspecto ambiental es el conjunto de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interferir en el ambiente; por lo que resulta indispensable identificar cuáles son los aspectos ambientales que pueden generar las actividades de la AHGM en el humedal, y de esta manera, permitir una caracterización clara de los impactos ambientales que se puedan producir sobre el ecosistema.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presuntamente serán impactados; se realizó una matriz de importancia ambiental, que permite obtener una valoración cualitativa con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas de la ejecución del proyecto (Conesa Fernandez Vítora, 2010). Para ello, estos aspectos ambientales se evaluaron mediante el grado de manifestación cualitativa del efecto, lo que quedará reflejado más adelante en la importancia del impacto. La calificación del grado de manifestación se dividió en: Alta, media, baja o nula, y fue determinada mediante la representatividad del aspecto frente al ecosistema considerado.

En el anexo 1. Se encuentran los resultados de dicha cualificación, donde la calificación “alta” sobresale con 21 marcaciones (X), siendo en mayor medida aspectos relacionados con la generación de emisiones acústicas, alteración a la calidad del aire, y la alteración a la cobertura vegetal. Le sigue la calificación “media” con 18 marcaciones (X), donde se destacan las emisiones a la atmosfera y la alteración a la geoforma del terreno. Esto, nos muestra indicios de los resultados que puede arrojar la matriz de EIA, y los elementos que pueden verse más perjudicados durante el desarrollo del proyecto.

9.4. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Para la elaboración de este apartado se tomó como base los aspectos ambientales identificados en el ítem anterior, y partiendo de allí se hizo la clasificación de los impactos generados durante cada actividad. Para la identificación y categorización de impactos, se utilizó el documento: Listado de impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Por otra parte, para el desarrollo de la matriz, se tuvo en cuenta la metodología planteada por la Secretaría Distrital de Ambiente en el Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA, 2013).

La metodología Conesa modificada permite valorar el daño potencial que se deriva de las actividades de la obra mediante la interpretación cuantitativa o cualitativa a través de variables fijas que delimitan los atributos del impacto (SDA, 2013).

“Con esta metodología, la importancia del impacto se cuantifica basada en la influencia, posibilidad de ocurrencia, tiempo de permanencia del efecto, afectación generada por el impacto sobre el recurso y por el cumplimiento de la normatividad asociada al impacto y/o al aspecto ambiental de forma específica” ([SDA], 2013).

Así, la importancia del impacto será cuantificada al multiplicar los puntajes asignados a las variables del siguiente modo:

$$(I = A * P * D * R * M * N)$$

Donde:

- I: Importancia
- A: Alcance
- P: Probabilidad
- D: Duración
- R: Recuperabilidad
- M: Magnitud
- N: Normatividad

Cabe resaltar que la (N) hace referencia a la normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental evaluado. La Política, Ley, decreto, resolución o directiva aplicable, se señala en la siguiente tabla, pero su cumplimiento no puede ser determinado puesto que, a la fecha de elaboración de este trabajo, las actividades de obra no han dado inicio.

Tabla 11. Normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental evaluado

Componente	Normativa ambiental aplicable
Flora	Ley 1333 de 2009
	Decreto 2372 de 2010, artículo 29, 34 al 37
	Decreto 1076 de 2015, Título 1, Sección 18 y 13
Fauna	Decreto 1076 de 2015, Título 1, Capítulo 2
Demográfico	Decreto 1076 de 2015, Título 2, Capítulo 3, Sección 5
Económico	Decreto 1076 de 2015, Título 2, Capítulo 3, Sección 5
Suelo	Decreto 190 de 2004, Artículo 73
	Resolución 170 de 2009
	Decreto 1076 de 2015, Título 1, Sección 18
Atmosférico	Ley 1972 de 2019
Hidrológico	Decreto 190 de 2004, Artículo 77
	Decreto 062 de 2006, Artículo 18
	Decreto 2372 de 2010, artículo 29, 34 al 37
	Decreto 1076 de 2015, Título 1, Capítulo 5
	Decreto 1076 de 2015, Título 1, Capítulo 4 – Sección 18
Espacial	Decreto 1076 de 2015, Título 1, Sección 18
	Decreto 1076 de 2015, Título 2, Capítulo 3, Sección 5

Elaboración propia

La escala de valor utilizada para calificar cada tipología de impacto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 12. Tipologías para la valoración del impacto ambiental

Variable	Definición	Escala de valor		
		1	5	10
Alcance (A)	Área de influencia del impacto en relación con el entorno donde se genera.	El Impacto queda confinado dentro del área donde se genera.	Trasciende los límites del área de influencia.	Tiene consecuencias a nivel regional o trasciende los límites del Distrito.
Probabilidad (P)	Posibilidad que se dé el impacto. Está relacionada con la "regularidad" (Normal, anormal o de emergencia).	Existe una posibilidad muy remota de que suceda.	Existe una posibilidad media de que suceda.	Es muy posible que suceda en cualquier momento.
Duración (D)	Tiempo que permanecerá el efecto positivo o negativo del impacto en el entorno.	Alteración del recurso durante un lapso de tiempo muy pequeño.	Alteración del recurso durante un lapso de tiempo moderado.	Alteración del recurso permanente en el Tiempo.
Recuperabilidad (R)	Posibilidad de reconstrucción, total o parcial del recurso afectado por el impacto.	El efecto puede eliminarse por medio de actividades humanas tendientes a restablecer las condiciones originales del recurso.	Se puede disminuir el efecto a través de medidas de control hasta un estándar determinado.	El/los recursos afectados no retornan a las condiciones originales a través de ningún medio.
Magnitud (M)	La severidad con la que ocurrirá la afectación sobre el recurso	Alteración mínima del recurso.	Alteración moderada del recurso.	Alteración significativa del recurso. Tiene efectos importantes sobre el recurso o el ambiente.
Normativa (N)	Hace referencia a la normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental.	1		10
		No tiene normatividad relacionada.		Tiene normatividad relacionada.

Adaptado de (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

Teniendo la calificación de los impactos, su importancia puede clasificarse entonces en tres categorías:

Tabla 13. Clasificación de los impactos de acuerdo con su importancia ambiental

Importancia ambiental	Valor	Concepto
ALTA	> 125.000 a 1.000.000	Se deben establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento.

MODERADA	> 25.000 a 125.000	Se debe revisar el control operacional.
BAJA	1 a 25.000	Se debe hacer seguimiento al desempeño ambiental.

Elaboracion propia

Con base en lo anterior, se identificaron y clasificaron 41 impactos asociados a las actividades a desarrollar durante las obras de AHGM dentro del humedal, de los cuales 16 impactos arrojaron una importancia baja, 14 presentaron una importancia media, y 11 una importancia ambiental alta, esto quiere decir que el 61% de los impactos identificados tienen una repercusion importante sobre el ecosistema.

Los impactos fueron clasificados de acuerdo a su generación en cada actividad de la obra, por lo que muchos de ellos se repiten a lo largo de la EIA. Es importante considerar cada impacto dentro de su actividad, ya que dependiendo del carácter de esta, se podía definir si se trataba de un impacto positivo o negativo para el entorno. Para su mejor comprension, los resultados obtenidos fueron resumidos y reclasificados de acuerdo al componente impactado en el anexo 2.

Se puede apreciar que la obra genera más cantidad de impactos negativos (25) que positivos (16); sin embargo, los impactos que presentan una importancia mayor, es decir los impactos moderados y altos, presentan más cantidad de impactos positivos que negativos, con 15 y 10 respectivamente. Esto quiere decir, que a pesar de que los impactos generados a lo largo de la obra son negativos, las consecuencias que trae la obra a largo plazo para el ecosistema son de carácter positivo, lo cual, se evidencia en los resultados arrojados por cada una de las actividades.

La actividad que presenta más impactos positivos es la restauración, seguida por el retiro de ataguías y el rescate de plantas acuáticas y semiacuáticas. Es decir que las actividades posteriores a la operación, como el retiro de ataguías, reflejan el objetivo inicial de dichas obras, por lo que es lógico que su importancia ambiental sea de carácter positivo. Algunos ejemplos de ello son el incremento en la disponibilidad de agua para los ecosistemas, cambio de la oferta hídrica, cambio en la conectividad ecológica funcional o el cambio en la composición de las especies de flora.

Por otra parte, la actividad que genera mayor cantidad de impactos negativos es la reconfiguración hidrogeomorfológica; ya que es la actividad de mayor duración en la obra, y requiere un uso considerable de maquinaria pesada. Además, es allí donde se presentan más subactividades, lo que conlleva una mayor cantidad de impactos generados.

Las otras actividades operativas, como la construcción de carretable y rampas, la construcción de ataguías y la construcción de pozos, son las siguientes en generar más impactos negativos dentro de las obras. Esto, a raíz de que en ellas se producen movimiento de material vegetal y mineral lo que conlleva varias alteraciones en un ecosistema tan frágil como lo es un humedal.

Al identificar gran cantidad de impactos en un proyecto, es importante reconocer y priorizar los elementos que se ven más afectados, para así mismo poder implementar medidas que

permitan llevar a cabo las obras con el menor daño que sea posible. Es por esto, que en el anexo 3. se presenta la priorización de los impactos para las obras de AHGM, donde se encuentran los impactos que presentaron una importancia ambiental alta, tanto positiva como negativa.

Aquí, se hace evidente que una de las actividades que mayores impactos positivos genera es la restauración. Esto se debe a que no contempla el hecho de “empradizar” las zonas que fueron afectadas por la obra como una manera de cumplir con los protocolos establecidos para el manejo de flora. Además de reacondicionarlas mediante helófitas herbáceas, se busca una intervención completa de la ribera del espejo de agua, operando en un área de 1200 m² y sembrando cerca de 4800 individuos de especies herbáceas propias del ecosistema (como Cortadera (*Cyperus rufus* o *Carex* sp.), Barbasco (*P. hydropiperoides*), Clavo (*Ludwigia peruviana*), Begonia de pantano (*Begonia fischeri* var *tovarensis*), entre otros), lo que mejora la composición de las especies de flora y la distribución de la cobertura vegetal gracias a sistemas de trazados específicos para el grado de pendiente generado durante las obras, permitiendo un buen desarrollo de las plántulas y un óptimo uso de las áreas circundantes lo que, entre otras cosas, evita los procesos erosivos dentro del humedal.

Todo ello, permite mejorar la conectividad ecológica del ecosistema gracias a la disminución del efecto borde, como una estrategia para facilitar una mayor circulación biológica y la adaptación de las poblaciones de vida silvestre que habitan allí, proporcionando escenarios que permiten proteger la biodiversidad y mantener el hábitat en óptimas condiciones (Decología.info, 2022). Además, contar con información sobre la distribución espacial de la cobertura vegetal, permite un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos naturales del humedal, incluyendo su conservación, recuperación y ordenamiento (Hernández-Moreno, y otros, 2020).

Por otra parte, en el componente hidrológico también se observan impactos positivos, asociados principalmente a la alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial, lo que provoca un cambio del volumen aumentando la extensión relativa del espejo de agua y de las zonas inundables. Esto resulta de suma importancia ya que el comportamiento dinámico del volumen determina el hidro periodo del humedal, fundamental en el mantenimiento de las áreas de vegetación acuática, eje principal en la biodiversidad de aves y otros vertebrados (SDA, 2008).

Asimismo se refleja un incremento del caudal, lo que mejora la dinámica de la circulación hídrica gracias al aumento en la capacidad hidráulica del vaso del humedal. Todo ello incrementa la disponibilidad de agua para el ecosistema y mejora la capacidad de dilución y la retención por sedimentación de las cargas contaminantes que llegan al tercio alto como consecuencia de las conexiones erradas del sector.

Lo anterior, permite que el caudal ecológico y ambiental recobre una estructura y funcionamiento semejante a las condiciones naturales de este hábitat, ayudando a preservar funciones ambientales básicas como la amortiguación de extremos hidrológicos (IDEAM, 2010).

En este orden de ideas, el uso de equipos y maquinaria pesada es quizá el factor más impactante a la hora de analizar las actividades a generarse durante las obras, ya que conlleva desequilibrio en componentes como el aire, el suelo y la fauna. El cambio en los niveles de presión sonora por ejemplo, es producto del uso de equipos para la excavación, el transporte y el descargue de materiales, acciones que, al desarrollarse dentro del humedal, no solo están perturbando a los habitantes que se encuentran a sus alrededores, también pueden perturbar y entorpecer las conductas de la fauna que aún se halle dentro del humedal, bien sea porque a la hora de ejecutar los planes de manejo y ahuyentamiento de fauna, los ejemplares no se encontraban en el sitio, o porque se hallaban ocultos. Los ruidos fuertes y las vibraciones generadas por la maquinaria pueden generar desordenes en los hábitos alimenticios y de reproducción de aves y mamíferos allí presentes, además de causar desplazamiento forzado de las especies locales, lo que puede poner en peligro la vida de los animales.

Sumado a esto, la generación de material particulado y otros contaminantes atmosféricos como el dióxido de azufre asociado al uso de combustibles fósiles y sus procesos de degradación, afecta la calidad del aire local, lo que a corto y mediano plazo puede crear afecciones respiratorias en la comunidad adyacente al proyecto y los trabajadores allí presentes. Además, teniendo en cuenta que las obras se llevaran a cabo en un periodo de “verano o sequía” donde se presentan bajas precipitaciones, la materia orgánica seca puede fomentar el incremento de material particulado durante el uso de la maquinaria. (Galindo Ruiz & Silva Nuñez, 2016)

Por otro lado, uno de los componentes más importantes al considerar intervenciones con equipos dentro de un ecosistema como este, es el suelo. En primera instancia, porque se encuentra expuesto a contaminación y derrames por parte de la maquinaria, además, dadas las características de los humedales, los “suelos hídricos” presentan condiciones de saturación o colmatación prolongada, de manera que aunque las capas superficiales se encuentren aparentemente secas en temporadas de verano, las capas internas aún se encuentran húmedas, volviéndolo susceptible a alteraciones físicas y químicas de sus propiedades (Marín Muñiz, Hernández Alarcón, & Ruiz Bello, 2013).

El incremento en la compactación del suelo es un impacto muy importante a considerar dentro de un humedal, ya que, en temporadas de lluvia, los suelos constituyen áreas de inundación temporal y permite transformaciones químicas que dan paso a servicios ecosistémicos esenciales, mientras que, en la temporada de menor precipitación y mayor evaporación, baja el nivel freático permitiendo aireación de los suelos (Instituto de Estudios Ambientales [IDEA], 2007).

Cualquier fuerza que se ejerza sobre el suelo, contribuye a compactarlo, por ende, el paso de equipos pesados promueve la reducción de los intersticios del suelo, debido a las presiones acumulativas que se ejercen sobre él (Redagricola, 2017). Todo esto, implica que, al presentarse una compactación en los suelos del humedal, disminuya su capacidad de retención e infiltración, limitando sus propiedades naturales; generando además un cambio en la escurriencia de la zona. A largo plazo, la disminución en la porosidad total del suelo afecta el crecimiento y la profundidad de las raíces de las plantas, lo cual limita su crecimiento y puede llevar a la pérdida de cobertura vegetal.

Tomando en cuenta lo anterior, se hace necesario el seguimiento al desempeño ambiental de las actividades y componentes antes mencionados, aplicando medidas correctivas y preventivas. Para ello se desarrollan 3 fichas de manejo con medidas e indicadores que permitan reducir al máximo los impactos negativos sobre el humedal y sus alrededores, las cuales fueron analizadas y diseñadas en una mesa de trabajo con el profesional a cargo de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá.

9.5. ALTERNATIVAS DE GESTION

Según Conesa Fernandez, la gestión ambiental es el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima coherencia en la toma de decisiones en pro de la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente, basándose en trabajo multidisciplinar y en la participación ciudadana.

Es gracias a este lineamiento, y teniendo en cuenta el tipo de ecosistema en el que se desarrollan las obras y sus características descritas durante el trabajo, que se pueden identificar los componentes más vulnerables, pues se contemplan los resultados obtenidos en la matriz de priorización, sumado a un análisis de las medidas planteadas por parte del consorcio que desarrollará el proyecto.

Por lo tanto, se definió con el personal del acueducto la elaboración de 3 fichas que complementarán el trabajo realizado por el consorcio, pero que además diera respuesta a los puntos más críticos que genera la obra. Por esta razón se diseñaron 2 fichas con medidas de gestión que permitan gestionar los impactos negativos descritos en el ítem anterior, y una tercera ficha que complementa todo el trabajo desarrollado por el consorcio y que no había sido tenido en cuenta; como lo es el monitoreo y control de todos los elementos afectados y de las medidas que se toman para corregirlas, pues de nada sirve implementar correcciones si no se sabe si generan un cambio real sobre el impacto intervenido.

A continuación, se presentan las tres fichas de manejo ambiental mencionadas:

- PROGRAMA DE RUIDO Y VIBRACIONES
- PROGRAMA PARA EL MANEJO DE COMPACTACION DE SUELOS
- PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL AMBIENTAL

En estas fichas se encontrará una breve presentación del programa, un marco conceptual y legal que permitan dar desarrollo a la ficha, el alcance de la misma, sus objetivos, y la descripción de las medidas propuestas con sus correspondientes indicadores. Para facilitar el uso de las fichas, cada una cuenta con su propia bibliografía en formato IEEE, de manera tal que puede ser utilizada dentro y fuera del presente documento.

Todo ello, busca brindar claves y recomendaciones a los actores involucrados, que permitan desarrollar las actividades planteadas en las obras de AHGM del tercio alto del

humedal, generando el menor impacto negativo posible al ecosistema y las comunidades adyacentes.

10. IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO DEL PROYECTO

Este trabajo busca ser una herramienta en la implementación de la obra de adecuación hidrogeomorfológica del tercio alto del humedal por parte de la EAAB, como continuación al cumplimiento de las metas establecidas en el PMA participativo del año 2007. Aportando, además, otro punto de vista al proceso de recuperación ecológica y de apropiación por parte de la comunidad y las autoridades competentes, de sistemas ecológicos vitales para la ciudad de Bogotá, como son los humedales. Las fichas de manejo, seleccionadas como alternativa de gestión a este proyecto, proporcionan estrategias que permitan controlar, disminuir o mitigar los impactos ambientales que representen una mayor importancia dentro del tercio alto del humedal Córdoba. Esto, con el fin de que la información suministrada pueda ser utilizada en la ejecución de las obras de AHGM y futuros proyectos o investigaciones por parte de comunidades científicas o privadas.

Esto último, resulta de vital importancia, pues es precisamente en este humedal que la comunidad ha buscado mediar con los entes encargados su manejo, no solo para la seguridad y la manutención del ecosistema, sino también de las comunidades aledañas a él, que interactúan diariamente con sus diferentes componentes y se ven igualmente expuestos a las consecuencias de su deterioro. Es así, como este trabajo pretende proporcionar información que pueda optimizar las acciones ya establecidas y puestas en marcha por ambas partes. Todo ello, promoverá la protección del humedal y el mantenimiento de las poblaciones y especies naturales en su entorno; además permitirá instituir los escenarios requeridos para armonizar los usos actuales con la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de sus componentes y servicios ecosistémicos.

11. CONCLUSIONES

Para poder desarrollar cualquier tipo de intervención en un ecosistema tan delicado (como lo es un humedal), es indispensable tener una buena caracterización del entorno y su funcionamiento, ya que, al conocer aspectos bióticos y abióticos del sitio a intervenir, se pueden tomar decisiones que incluso, antes de iniciar las obras ya permitan reducir la generación de impactos negativos y alteraciones en el ecosistema.

Considerando lo anterior, también resulta de suma importancia el hecho de contar con información actualizada sobre el ecosistema, teniendo en cuenta que, a pesar de que, en una caracterización del medio, existen componentes cuyo funcionamiento seguirá siendo el mismo, intervenciones antrópicas o cambios climáticos pueden alterar el resultado final de una obra, si no se tiene en cuenta el estado inicial del proyecto.

Al tener claro esto, el identificar factores relevantes dentro de ecosistemas que puedan verse afectados por obras civiles, como lo es una adecuación hidrogeomorfológica, facilitará su ejecución si se cuenta con las herramientas correctas para su evaluación. Para ello, es importante considerar programas o metodologías locales o específicas para el tipo de entorno o proyecto que se va a analizar. En este caso, el seleccionar una metodología planteada por el gobierno distrital, facilita la valoración de elementos puntuales propios de la ciudad.

En este tipo de obras los componentes como el suelo, el aire, y la vegetación, se podrían ver fuertemente afectados por la forma en la que fue diseñada la obra. Las herramientas y maquinarias seleccionadas para la intervención pueden hacer una gran diferencia en el daño final generado a estos componentes, de modo que es un punto clave a tener en cuenta en la ejecución de las obras.

Con esto en mente, los componentes que presentarían mayor cantidad de impactos negativos son precisamente, donde se generan las mayores modificaciones por parte de las actividades a desarrollar. Por lo que es de esperarse que se produzca una cantidad considerable de ruido y vibraciones dentro del humedal, sumado a la pérdida y modificación de la cobertura vegetal, y la alteración a la calidad fisicoquímica de los suelos.

Es por esto por lo que resulta de vital importancia la implementación de las medidas planteadas en el PMA de la obra, y en las fichas presentada en este documento, ya que al tratarse de un ecosistema donde puede encontrarse fauna silvestre, la reducción de niveles de presión sonora, puede resultar como uno de los factores más significativos a la hora de gestionar los impactos. Al tratarse de una adecuación hidrogeomorfológica, es de esperar que las medidas de compensación vayan dirigidas en mayor medida a la reconfiguración vegetal y del suelo, por lo cual es imprescindible tener en cuenta las medidas planteadas en la ficha de manejo y prevención de la compactación de suelos, pues esto permitirá desarrollar todas las actividades del proyecto de una manera efectiva y menos impactante en un componente tan delicado como lo son los suelos arcillosos propios del humedal. Al ser un espacio de conservación y rehabilitación ambiental, es importante velar por la preservación de sus recursos con la menor intervención antrópica posible.

Al hablar de medidas de manejo ambiental, no solo es importante tener en cuenta los programas que puedan plantearse para ello, resulta igual o más importante el hecho de monitorear su eficacia y su desarrollo en las obras, pues no sirve de nada plantear una medida de mitigación, si no se sabe cuál fue el cambio real que género, y que beneficios puede traer al ecosistema. Es por ello por lo que los indicadores son una herramienta básica a la hora de poner en práctica medidas de prevención, compensación o mitigación de los impactos generados.

A pesar de que una adecuación hidrogeomorfológica puede ser una obra fuertemente invasiva para un ecosistema tan frágil como lo es un humedal, si se desarrolla con la maquinaria adecuada y siguiendo las medidas ambientales necesarias, puede generar grandes beneficios a mediano y largo plazo en los procesos biológicos y ecológicos del humedal. Permitiendo recuperar no solo un escenario de vital importancia como lo es el espejo de agua, sino también elementos fundamentales en la dinámica ecológica propia del ecosistema y por consiguiente en la oferta de servicios ambientales tanto a las comunidades faunísticas, como a las poblaciones antrópicas aledañas.

12. RECOMENDACIONES

- Como el PMA de la obra puede ser un documento de manejo no solo técnico, sino también comunitario, se recomienda revisar y actualizar el documento de la obra, para garantizar que el entorno allí descrito, coincida a cabalidad con la situación actual del humedal.
- Aunque es importante tener en cuenta la evaluación de impacto ambiental para el desarrollo de las obras de AHGM del tercio alto, las medidas de manejo ambiental son el producto base para garantizar acciones y medidas que permitan desarrollar de una manera óptima el proyecto. Por esta razón, es importante que las medidas de manejo ambiental sean claras y puntuales, para evitar confusión a la hora de ser implementadas por operarios y trabajadores.
- Los indicadores son una herramienta esencial a la hora de diseñar cualquier medida de manejo, ya que permiten controlar y evaluar el desempeño ambiental de la obra. Aunque algunos programas y medidas planteados para el desarrollo de la obra por parte del consorcio cuentan con indicadores, es vital que todos los programas presenten indicadores que permitan a la comunidad y a las entidades auditoras entender el manejo que se da a los impactos generados, y que tan efectivas son las medidas planteadas para los mismos.
- Es de vital importancia que la obra cuente con un programa de seguimiento y monitoreo ambiental, por lo que en el presente documento se plantean unas pautas para su implementación. A pesar de ello, es clave que el consorcio a cargo de las obras evalúe su pertinencia actual, pues los impactos, las medidas o programas planteados para la obra pueden haber cambiado a la fecha.

13. REFERENCIAS

- AECOM. (2012). Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España: Fondo Social Europeo.
- AGLOGOLDASHANTI. (2015). PROYECTO GRAMALOTE: Proyecto de minería de oro a cielo abierto. *Estudio de Impacto Ambiental*. Colombia: Integral. Obtenido de https://www.cornare.gov.co/Licencia_Ambiental/Gramalote/documentos/I-2250-EIA-Cap09-R06-PSM.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2004). Decreto 190 de 2004. Bogotá, D.C.: Secretaría Jurídica Distrital.
- Angulo, A., Rueda, J. V., Rodríguez, J. V., & La Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional.
- ANLA. (2018). *METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES*. BOGOTÁ D.C.: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.
- Arias, A. M. (s.f.). Competencias de los municipios en materia de conservación de la biodiversidad. Bogotá D.C.: Universidad Externado de Colombia. Obtenido de https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/handle/001/2461/MKA-spa-2019-Competencias_de_los_municipios_en_materia_de_conservacion_de_la_biodiversidad;jsessionid=C3260F452D75D8F66324D3D05B271A8F?sequence=1
- Atoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (s.f.). *Portal anla*. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) Recuperado el Febrero de 2022, de <http://portal.anla.gov.co/instrumentos>
- British Standards Institution. (February de 2014). Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites –. *BS 5228-1:2009+A1:2014*. The British Standards Institution.
- Calderón, J. J. (2009). Análisis Constructivo del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia Propuestas de Mejora. Granada: Universidad de Granada.
- Cohen, K., Harper, D., Gibbard, P., & Fan, J.-X. (2018). *The ICS International Chronostratigraphic Chart*. España: International Commission on Stratigraphy (IUGS). Obtenido de <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-08Spanish.pdf>
- Conesa Fernandez Vítora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (Cuarta ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- Consortio Adecuación Córdoba. (2019). *Plan de Manejo Ambiental de Obra Humedal Córdoba*. Bogotá D.C.: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- Consortio Adecuación Córdoba. (2021). *Informe producto 3: Diseño al detalle de la adecuación hidrogeomorfológica del tercio alto del humedal Córdoba*. Bogotá D.C.

- Consorcio Humedal Cordoba 1308. (2020). *PROTOCOLO DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR AMBIENTAL Y AULA AMBIENTAL DEL HUMEDAL CORDOBA EN LA CIUDAD DE BOGOTA* . Bogota D.C.: EAAB.
- Decología.info. (2022). *Conectividad Ecológica, Concepto, Origen, Características, Importancia, Principios Y Más*. Recuperado el Enero de 2022, de <https://decologia.info/animales/conectividad-ecologica/>
- DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE - DAMA. (1998). RESOLUCIÓN 1198. Bogota D.C., Colombia.
- Espinoza, G. (2001). Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Ingeniero ambiental. Recuperado 2 de febrero de 2022, de <https://www.ingenieroambiental.com/4014/fundamentos.pdf>
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado Bogota. (2019). *Sistema de alcantarillado*. (Direccion de Informacion Tecnica y Geografica) Recuperado el Septiembre de 2021, de Sistema de Información Geográfico EAB: <https://www.acueducto.com.co/wassigue1/VisorBaseEAB/>
- Empresa de acueducto de Bogotá. (2016, 7 septiembre). *El agua nuevamente protagonista en el Humedal Jaboque*. Acueducto. https://acueducto.com.co/wpsdev/wps/portal/EAB/anoosecsecundaria/not_humedal_jaboque_07_09_16
- Estudios y proyectos ambientales y mecanicos. (2014). *DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO TUNJUELO*. Bogota: EAAB.
- FG MINING GROUP CORPORATION CI LTDA. (s.f.). *Capitulo 10: Plan de seguimiento y monitoreo*. Recuperado el Febrero de 2022, de Estudio de impacto ambiental - Proyecto minero "El progreso": https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-04/13.%20EIA_Cap10_Plan%20de%20seguimiento.pdf
- FICONDI CIA. LTDA. (s.f.). *PLAN DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL*. Recuperado el Febrero de 2022, de <https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Agua%20Potable/ingProyectos/Cap%C3%ADulo%207.8.%20Plan%20Monitoreo%20Planta%20Culebrillas.pdf>
- FOPAE. (2010). *ZONIFICACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE BOGOTÁ PARA EL DISEÑO SISMO RESISTENTE DE EDIFICACIONES*. Bogota D.C.: SUBDIRECCIÓN DE TÉCNICA Y GESTIÓN.
- Fundacion Laboral de la Construccin. (2018). Guia de medicion de ruido en obras de construccion. *Medidas preventivas*. España: Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social .
- Galindo Ruiz, J. S., & Silva Nuñez, H. D. (2016). IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL USO DE MAQUINARIA EN EL SECTOR DE LA

CONSTRUCCIÓN. Bogota D.C., Colombia: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.

Gobierno de la república de Honduras. (2010). Estudio de Impacto Ambiental. eib. de <https://www.eib.org/attachments/register/58413343.pdf>

Hernández-Moreno, M. M., Téllez-Valdés, O., Martínez-Meyer, E., Islas-Saldaña, L. A., Salazar-Rojas, V. M., & Macías-Cuéllar, H. (05 de Noviembre de 2020). Distribución de la cobertura vegetal y del uso del terreno del municipio de Zapotitlán, Puebla, México. 92. Puebla, Mexico: Revista Mexicana de Biodiversidad .

IDEA. (2006). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal Tibanica*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de estudios Ambientales , Bogota, D.C.

IDEAM. (2007). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo* . Bogota D.C.: Alcaldia mayor de Bogota .

IDEAM. (2010). AGUA SUPERFICIAL: Caracterización y análisis de la oferta. En F. D. SÁNCHEZ, M. GARCÍA, O. JARAMILLO, & N. VERDUGO, *Estudio Nacional del agua* . Bogota D.C., Colombia.

IDEAM. (2013). *Zonificación y Codificación de Unidades hidrograficas e hidrologicas de colombia*. Bogota D.C.: Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.

Iglesias, A., Estrela, T., & Gallart, F. (s.f.). IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS. *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN ESPAÑA*(Capitulo 7). España. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/07_recursos_hidricos_2_tcm30-178498.pdf

INGEOMINAS - U. Andes. (1997). *Microzonificacion sismica de Santa Fe de Bogota*. Bogota D.C.: Unidad de prevencion y atencion de emergencias.

Instituto de Estudios Ambientales [IDEA]. (2007). *Plan de Manejo Ambiental Participativo del Humedal de Cordoba*. Obtenido de Acueducto agua y alcantarillado : https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/f7003d36-75e1-4cab-8eb7-9a2ca88248ed/PMA_Cordoba.pdf?CACHEID=ROOTWORKSPACE&MOD=AJPERES

Instituto Geografico Agustin Codazzi. (19 de 12 de 2017). *Datos Abiertos Agrología*. Obtenido de Geoportal: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

Instituto Riesgos y Cambio Climático. (26 de 12 de 2019). *Geología Urbana. Bogotá D.C.* Obtenido de Ideca: <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/geologia-urbana-bogota-dc>

- Instituto Riesgos y Cambio Climático. (26 de 12 de 2019). *Zonificación Geotécnica. Bogotá D.C.* Obtenido de Ideca: <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/zonificacion-geotecnica-bogota-dc>
- JAC Niza Sur. (2012). *El humedal de Cordoba*. (Creative Commons) Recuperado el Septiembre de 2021, de <https://www.humedaldecordoba.co/>
- Lozano, N. M. (2017). *LAS REDES DE ACCIÓN COLECTIVA AMBIENTAL EN BOGOTÁ: UNA APROXIMACIÓN REFLEXIVA AL CASO DEL HUMEDAL CÓRDOBA*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, ESPECIALIZACION EN EDUCACION Y GESTION AMBIENTAL, Bogota D.C.
- MANOV INGENIERIA LTDA. (2008). *Balance JMB-Tercioalto*. Bogota D.C.
- Marín Muñiz, J. L., Hernández Alarcón, M. E., & Ruiz Bello, R. (Abril de 2013). Si piso me hundo: los humedales. *REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA*.
- Martínez Montagut, L., 2020. Análisis comparativo entre el Método Leopold y el EPM-Arboleda para la identificación de impactos ambientales en la intervención de vías principales urbanas. Repository. de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/22479?show=full>
- Microzonificación sísmica de Santa Fe de bogotá* . (s.f.).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto 1076. Bogota D.C., Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). DECRETO 1076. Bogota D.C., Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas. Bogota D.C. .
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *LISTADO DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL*. Bogota D.C.: Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2006). RESOLUCION 0627. Bogota D.C., Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Política de gestión ambiental urbana. Bogota D.C.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009). Resolución 170. Bogota D.C., Colombia.
- MINISTERIO DE SALUD. (1983). RESOLUCION 8321 . Bogotá D.C., Colombia.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. (1990). RESOLUCION 1792. Bogotá D.C., Colombia.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (1995). DECRETO 948. Bogota D.C., Colombia.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2005, 21 abril). DECRETO NÚMERO 1220 (Abril 21 de 2005). Ideam. Recuperado de http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Decreto_1220+de+2005.pdf/9127b232-8215-46aa-8793-c0d3ec21b076#:~:text=Plan%20de%20Manejo%20Ambiental%3A%20Es,un%20proyecto%2C%20obra%20o%20actividad.

Minguez, Gallego & González. (2009). SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. eprints. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Política Nacional para humedales interiores de Colombia. Bogota D.C., República de Colombia.

Mongabay Latam. (21 de Octubre de 2020). *Mongabay, Periodismo ambiental independiente en latinoamerica* . Recuperado el Febrero de 2022, de <https://es.mongabay.com/2020/10/en-video-que-diferencia-hay-entre-la-reforestacion-y-la-restauracion-mongabayexplica/>

Montaño, A. M. (2016). *SIMULACIÓN DINÁMICA DEL USO DEL SUELO Y LOS CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD DE LOS HUMEDALES DE BOGOTÁ: Caso Jaboque, Juan Amarillo y Córdoba*. Trabajo de Grado, UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, Bogota D.C.

Moreno, V., Garcia, J. F., & Villalba, J. C. (2002). *DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS HUMEDALES DE BOGOTÁ, D.C.* SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE COLOMBIA . Bogota D.C.: ACADEMIA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS.

Mula, J. A. (21 de Septiembre de 2017). *Cómo solucionar un suelo compactado*. (Agromatica) Recuperado el Febrero de 2022, de <https://www.agromatica.es/soluciones-ante-un-suelo-compactado/>

Ortiz López, C. C. Impacto sobre el control de inundaciones, de la adecuación hidro geomorfológica en humedales de Bogotá, integrando escenarios de cambio climático caso de estudio: Humedal Jaboque.

OSSES, P. A. (2013). *Efectos de la escarificación del suelo sobre la regeneración temprana en bosques degradados de la Cordillera de Los Andes de Valdivia, región de Los Ríos, Chile*. Recuperado el 2022, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fifc117e/doc/fifc117e.pdf>

Piqueras, V. Y. (2008). *Contención de agua mediante ataguías de tierras y escollera*. (C. Commons, Productor) Obtenido de Universidad Politecnica de Valencia: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2020/04/15/contencion-de-agua-mediante-ataguias-de-tierras-y-escollera/>

- Redagricola. (16 de Enero de 1027). *Compactación: En muchos casos, enemigo número uno del rendimiento en maíz* . Recuperado el Febrero de 2022, de <https://www.redagricola.com/cl/compactacion-muchos-casos-enemigo-numero-uno-del-rendimiento-maiz/>
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Tibatá, J. V., Villarreal, Á. M., Kattan, G. H., Espinel, J. D., & Girón, J. B. (2014). *Libro rojo de aves de Colombia: Vol 1. Bosques húmedos de los Andes y Costa Pacífica* (Vol. I). Bogota D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Rincón, L., 2015. Evaluación de la eficacia de la metodología investigativa para la identificación, valoración y análisis de los aspectos e impactos ambientales de tipo penal en el territorio colombiano. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10661/PROYECTO%20ESPECIALIZACION%20GERENCIA%20AMBIENTAL.pdf?sequence=1>
- Secretaría del Medio Ambiente de Medellín. (Abril de 2010). *Manual de gestión socio-ambiental para obras en construcción*. Recuperado el Enero de 2022, de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/SiteAssets/Paginas/Consumo-sostenible/Construccion-sostenible/Manualambientalparaprocesosconstructivos.pdf>
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2008). *Protocolo de recuperacion y rehabilitacion ecologica de humedales en centros urbanos*. (D. Rivera Ospina, Ed.) Bogota D.C., Colombia: Secretaria distrital de ambiente.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2008). *PROTOCOLO DE RECUPERACION Y REHABILITACION ECOLOGICA DE HUMEDALES EN CENTROS URBANOS*. Bogota, D.C., Colombia: Secretaria distrital de ambiente.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2013). *Diligenciamiento de la Matriz de Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales*. Bogota D.C.: Subdirección de Políticas y Planes Ambientales.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2013). *Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción*. II Edición, Bogota D.C.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (31 de Diciembre de 2019). Resolución 3964 de 2019. Bogota D.C., Colombia: Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Secretaria distrital de ambiente. (Junio de 2021). Informe anual de calidad del aire de Bogotá año 2020. (A. y.-S. Subdirección de Calidad del Aire, Ed.) 91.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (02 de Julio de 2021). Informe trimestral de calidad del aire de Bogota. *Informe Tecnico No. 02402*, 39.
- SEO BIRDLIFE. (15 de Marzo de 2018). *Guia de buenas parcticas ambientales en obra*. Recuperado el Enero de 2022, de https://seo.org/wp-content/uploads/2018/07/obra_maquinaria_SEO_Ed.1.pdf

- SEO BIRDLIFE. (15 de Marzo de 2018). Guia de buenas practicas ambientales en obra . (1). Madrid, España. Recuperado el Enero de 2022, de https://seo.org/wp-content/uploads/2018/07/obra_maquinaria_SEO_Ed.1.pdf
- Servicio de Evaluación Ambienta (SEA). (2019). GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO Y VIBRACIÓN EN EL SEIA. (S. d. Ambienta, Ed.) Chile: Departamento de Estudios y Desarrollo. Recuperado el 2022
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2019). GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO Y VIBRACIÓN EN EL SEIA. (S. d. Ambiental, Ed.) Chile. Recuperado el Enero de 2022
- SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. (2012). *ESTÁNDARES DE CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DIGITAL PARA PLANCHAS A ESCALA 1:100.000 Y MAPAS DEPARTAMENTALES. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOCIÉNTÍFICA*. Bogota: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (Mayo de 1991). Reforestacion de microcuencas. *TRAZADO PARA LA SIEMBRA*. Boyaca, Colombia.
- Suta Pico, F. C. (03 de Mayo de 2021). Exploración sobre el canal para identificar perfil estratigráfico. *ESTUDIOS Y DISEÑOS ADECUACION CANAL CORDOBA*, 3. Bogota D.C., Colombia.
- Unidad A. Especial de Catastro Distrita. (25 de 07 de 2021). *Sector Catastral. Bogotá D.C.* Obtenido de Datos Abiertos Bogotá: <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/sector-catastral-bogota-dc>
- Valdés & Linares. (2003). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS. Repository. Recuperado 1 de febrero de 2022, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10929/PLAN%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

14. ANEXOS

Anexo 1. Valoraciones de las actividades de obra de la AHGM del tercio alto del humedal Córdoba

Actividades de obra	Subactividades de obra	Aspecto ambiental	Cualificación de las actividades y los aspectos ambientales generados			
			Alta	Media	Baja	Nula
Replanteo		-				X
Cerramiento		Alteración paisajística			X	
Construcción de carreteable	Descapote	Alteración a cobertura vegetal	X			
	Excavación	Alteración de la geoforma del terreno		X		
		Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
	Traslado y cargue de material excavado	Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
	Relleno con subbase granular	Generación de residuos no aprovechables			X	
	Afirmado	Alteración de la geoforma del terreno		X		
Construcción de rampas de acceso	Descapote	Alteración a cobertura vegetal	X			
	Excavación	Alteración de la geoforma del terreno		X		
		Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera	X			
	Traslado y cargue de material excavado	Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
	Relleno con subbase granular	Generación de residuos no aprovechables			X	
	Afirmado	Alteración de la geoforma del terreno		X		
Construcción de ataguías	Relleno de bolsas suelo	Generación de residuos no aprovechables			X	
	Traslado de bolsas	Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
	Configuración de ataguías	Alteración de la geoforma del terreno		X		
		Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	X			

		Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
Secado del sector sur	Construcción de pozos	Alteración de la geoforma del terreno	X			
		Alteración de las condiciones geológicas		X		
		Alteración a la calidad del suelo			X	
		Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
Reconformación hidrogeomorfológica	Extracción de sedimentos	Alteración de la geoforma del terreno	X			
		Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
	Conformación de taludes	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	X			
		Alteración de la geoforma del terreno	X			
		Generación de ruido	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
	Traspaleo de sedimentos	Alteración de la geoforma del terreno			X	
	Secado de sedimentos	Generación de olores ofensivos			X	
	Estabilización de sedimentos	Alteración a la calidad del suelo			X	
	Disposición final de sedimentos	Generación de emisiones acústicas	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
Retiro de ataguías		Generación de emisiones acústicas	X			
		Emisiones puntuales a la atmosfera		X		
		Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	X			
Restauración		Alteración a ecosistemas terrestres		X		
		Alteración a cobertura vegetal	X			
		Alteración a comunidades de flora		X		
Monitoreo de calidad del agua		-				X
Caracterización fisicoquímica de sedimentos		-				X

Manejo y ahuyentamiento de fauna	Alteración a comunidades de fauna terrestre	X			
Rescate de plantas acuáticas y semiacuáticas	Alteración a ecosistemas acuáticos	X			

Elaboración propia

Anexo 2. Resumen de la matriz de EIA para las obras de AHGM

Medio	Componente	Impacto	Carácter	Importancia Ambiental
Biótico	Flora	Alteración de la dinámica de sucesión vegetal	-	BAJA
		Cambio en la composición de las especies de flora	+	MODERADA
		Cambio en la conectividad ecológica funcional	+	ALTA
		Cambio en la distribución de la cobertura vegetal	+	ALTA
		Cambio en la estructura del paisaje	-	BAJA
		Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	+	ALTA
		Cambio en la forma (geometría) de la cobertura vegetal	+	ALTA
		Desplazamiento de hidroflora	+	BAJA
		Disminución de la cobertura vegetal	-	MODERADA
		Incremento o disminución de especies endémicas	+	MODERADA
		Incremento o disminución de especies nativas	+	BAJA
		Disminución del efecto de borde	+	MODERADA
		Interrupción de corredores ecológicos	-	MODERADA
	Fauna	Desplazamiento de especies	-	ALTA
		Cambio en la cadena trófica	-	BAJA
		Cambio en la etología (hábitos) de las especies	-	BAJA
		Reubicación de especies	+	MODERADA
		Modificación del hábitat de la fauna terrestre	-	BAJA
	Demográfico	Afectación a la salud de los trabajadores	-	BAJA
Abiótico	Económico	Incremento del costo de la gestión de residuos	-	BAJA
	Suelo	Cambio en las características de las unidades litológicas	-	BAJA

		Cambio en las características microbiológicas del suelo	-	MODERADA
		Cambio en las características químicas del suelo	-	MODERADA
		Cambio en las geoformas	-	BAJA
		Cambios en la morfología del terreno	-	BAJA
		Cambios en la topografía	-	BAJA
		Pérdida de capas de suelo	-	BAJA
		Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos	+	ALTA
		Incremento de la profundidad del canal	+	MODERADA
		Incremento de la compactación del suelo	-	ALTA
	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	-	BAJA
		Cambio en los niveles de presión sonora	-	ALTA
		Incremento de la concentración de material particulado	-	MODERADA
		Incremento de olores ofensivos o desagradables	-	BAJA
	Hidrológico	Alteración del ciclo hidrológico	-	MODERADA
		Cambio de la oferta hídrica	+	ALTA
		Cambio de los volúmenes de un cuerpo de agua superficial	+	MODERADA
		Cambio en el régimen hidrológico	+	MODERADA
		Cambio en la dinámica hidrogeomorfológica del sistema fluvial	-	ALTA
		Incremento en la disponibilidad de agua para los ecosistemas	+	ALTA
		Incremento o disminución del caudal	+	MODERADA
	Espacial	Disminución de la vida útil del relleno sanitario	-	BAJA

Elaboración propia

Anexo 3. Priorización de impactos ambientales generados en las obras de AHGM

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	ACTIVIDAD	TI	IMPORTANCIA AMBIENTAL
Flora	Alteración a ecosistemas terrestres	Cambio en la conectividad ecológica funcional	Restauración	+	ALTA

	Alteración a cobertura vegetal	Cambio en la distribución de la cobertura vegetal	Restauración	+	ALTA
		Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	Restauración	+	ALTA
		Cambio en la forma (geometría) de la cobertura vegetal	Restauración	+	ALTA
Fauna	Generación de ruido	Desplazamiento de especies	Excavación	-	ALTA
			Traslado de bolsas		
			Conformación de ataguías		
			Construcción de pozos		
			Extracción de sedimentos		
			Conformación de taludes		
			Disposición final de sedimentos		
Suelo	Alteración a la calidad del suelo	Incremento de la compactación del suelo	Afirmado	-	ALTA
			Conformación de ataguías		
			Extracción de sedimentos		
			Estabilización de sedimentos		
			Excavación		
	Alteración de la geoforma del terreno	Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos	Conformación de taludes	+	ALTA
Atmosférico	Generación de ruido	Cambio en los niveles de presión sonora	Excavación	-	ALTA
			Traslado de bolsas		
			Conformación de ataguías		
			Extracción de sedimentos		
			Conformación de taludes		
			Disposición final de sedimentos		
Hidrológico	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	Cambio en la dinámica hidrogeomorfológica del sistema fluvial	Conformación de taludes	-	ALTA
	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	Cambio de la oferta hídrica	Conformación de ataguías	+	ALTA
		Incremento en la disponibilidad de agua para los ecosistemas	Retiro de ataguías	+	ALTA

Elaboración propia

PROGRAMA PARA EL CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES		 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
		PCRV - 01
Diseñada por: Paula Andrea Pinzón Heredia		
1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA		
Como cualquier obra civil, las adecuaciones hidrogeomorfológicas requieren de maquinaria y equipos motorizados para su desarrollo. Lo que puede afectar la seguridad y salud de los trabajadores o incluso, crear interrupciones o alteraciones en los hábitos de las poblaciones aledañas (tanto antrópicas como faunísticas). Es por esto, que el siguiente programa propone técnicas de gestión o pautas de trabajo dirigidas a sensibilizar a los trabajadores y la organización, con el fin de mejorar el desempeño ambiental, y por tanto, disminuir el impacto de su actividad sobre el medio. [1]		
2. MARCO CONCEPTUAL		
Conceptos básicos		
Para poder aplicar de manera eficiente las medidas planteadas en el programa, es indispensable tener en cuenta los siguientes conceptos:		
Emisiones de vibración		
“La vibración corresponde a un fenómeno mecánico dado por el movimiento oscilatorio de un cuerpo en torno a su posición de equilibrio.” [2]		
Existen diferentes tipos de actividades consideradas fuentes de vibración:		
VIBRACIÓN CONTINUA	VIBRACIÓN INTERMITENTE	VIBRACIÓN IMPULSIVA
Maquinaria, tránsito vehicular constante, actividades de construcción continuas.	Trenes, actividades de construcción intermitentes cercanas, paso de vehículos pesados, maquinaria de forjado, instalación de pilotes por impacto, martillos neumáticos.	Son actividades poco frecuentes que generan hasta 3 eventos de vibración en un período → (caída ocasional de herramientas pesadas, carga o descarga ocasional, tronaduras)
Tomado de (Servicio de Evaluación Ambiental, 2019)		
Emisiones de Ruido		
“Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire.” [2]		
El ruido posee características que le permiten propagarse por diferentes medios, uno de ellos es el aire. Esta propagación se ve afectada por fenómenos físicos como transmisión,		

absorción, reflexión, refracción, difracción y difusión, es decir, la presencia de obstáculos o las características del terreno tienen influencia sobre la propagación. [2]

3. MARCO LEGAL

Resolución 8321 de 1983: Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. [3]

Resolución 1792 de 1990: Adopta y unifica valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido, para su correcta aplicación en todo el territorio nacional. [4]

Decreto 948 de 1995: Por el cual se reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. [5]

Resolución 1198 de 1998: Se definen unas zonas de nivel sonoro en el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá. [6]

Resolución 627 de 2006: Se fija para todo el territorio, la norma nacional de emisión de ruido y norma de ruido ambiental. [7]

Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015: Compila las disposiciones reglamentarias del Sector Ambiente. [8]

4. ALCANCE Y LÍMITES

Este programa aplica para las organizaciones, los procesos y trabajadores que desarrollen sus labores haciendo uso de maquinaria motorizada en exteriores y que, debido a la naturaleza de estas acciones, se pueden generar emisiones de ruido y vibraciones al ambiente.

5. OBJETIVO GENERAL

Formular medidas de mitigación y gestión frente a las emisiones de ruido y vibraciones para su futura implementación en las obras de AHGM del tercio alto del humedal Córdoba u obras afines.

5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una estimación de las emisiones de ruido y vibración generadas en las obras
- Proponer medidas de insonorización o aislamiento para bombas de agua y/o maquinaria afín
- Plantear medidas de insonorización o aislamiento para vehículos en movimiento

- Formular un sistema de mejores prácticas en los procesos potencialmente generadores de ruido dentro de la obra
- Definir indicadores que permitan determinar las tasas de reducción de ruido a futuro

7. PROGRAMA PARA EL CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES

OBJETIVO: Realizar una estimación de las emisiones de ruido y vibración generadas en las obras, que sirva como línea base para los indicadores definidos a lo largo del programa

Una estimación de ruido y vibraciones de las fases de construcción y operación permite garantizar el cumplimiento de la normativa vigente, además de establecer medidas e indicadores que determinen las tasas de reducción y mitigación del impacto.

Para ello, se recomienda el uso de normativa con datos estandarizados de niveles asociados a los distintos tipos de fuentes emisoras, como puede ser la Norma británica BS 5228: Parte 1: 1984 (2004) Control de Ruido en la construcción y sitios abiertos. [2]

Para la maquinaria o los equipos que no cuenten con valores de referencia, se recomienda la revisión de la información acústica presente en las especificaciones técnicas de cada elemento.

El registro se lleva a cabo bajo el siguiente formato:

Tabla 1. Emisiones de ruido según fase, actividad y fuente emisora

ACTIVIDAD:					FASE:					
FUENTE: Tipo de maquinaria	Nivel de Presión Sonora o Nivel de Potencia Sonora en dB (a 10 m de distancia) para cada banda de octava de frecuencia (Hz)								Nivel de presión acústica ponderada A (dB)	Referencia del dato
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	68	BS 5228-1:2009 Tabla C2, Ref N°8.
Demoledor	85	83	76	75	75	72	72	61	80	BS 5228-1:2009 Tabla C2, Ref N°27.
TOTAL									X	

Adaptado de Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA (2019)

Donde

Nivel de presión acústica ponderada A: Curva estándar que se asemeja a la percepción del oído humano

Referencia del dato: En este caso la información es tomada de la norma BS 5228-1, tabla 2.

Para obtener el total es necesario realizar la suma de los decibeles producidos por cada fuente, para lo cual se utiliza la siguiente formula:

$$dB_{total} = 10 \cdot \log_{10} \cdot (10^{dB_1/10} + 10^{dB_2/10} + \dots + 10^{dB_n/10})$$

Donde:

dB_n : Corresponde al nivel de potencia sonora en dB generado por cada fuente emisora

Tómese como ejemplo los valores que se encuentran en color rojo para el llenado de la tabla. En este caso, el valor total de **X** es igual a 80,3 dB, lo que representa la percepción del oído humano frente al ruido generado por ambas maquinas.

$$dB_{total} = 10 \cdot \log (10^{68/10} + 10^{80/10}) = \mathbf{80.3 \text{ dB}}$$

Tras tener los resultados arrojados por la tabla 1., es importante contrastar los resultados con la norma vigente para asegurarse de su cumplimiento; además, los resultados permitirán elegir las opciones más adecuadas para reducir y/o mitigar el impacto generado.

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

OBJETIVO: Proponer medidas de insonorización o aislamiento para bombas de agua y/o maquinaria afín

META: Reducir los niveles de presión sonora generados por equipos de bombeo o estacionarios

Para ello se recomienda la selección y adaptación de equipos de trabajo que generen el menor nivel posible de ruido. [9]

Si la fuente de ruido la compone maquinaria o equipos instalados en un lugar fijo, como grupos electrógenos, equipos de aire, compresores, bombas, etc., se recomiendan las siguientes medidas técnicas:

- Encierros acústicos
- Silenciadores para tubos de escape de gases y venteos
- Reubicación de la fuente de ruido

Para la segunda medida antes mencionada, se sugiere contactar con un profesional en el área o directamente con el fabricante para recibir la asesoría necesaria sobre el silenciador indicado para sus necesidades.



Para el caso del Aislamiento mediante encerramiento de la fuente es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:



- La instalación de algún elemento anti vibratorio entre la máquina y el cerramiento [9].
- El recubrimiento con materiales absorbentes de las superficies internas de los cerramientos para reducir la reverberación del sonido [9]
- Colocar un material en la parte externa del cerramiento. Para esto, es conveniente que tenga una masa elevada, lo que genera una mayor resistencia a la propagación del ruido [9].
- El tratamiento acústico mediante túneles de absorción, cortinas aislantes, etc., de aquellas aberturas que disponga la máquina, como las necesarias para la recepción y expedición de materiales, la ventilación, etc. [9]

Al aplicar estas medidas se debe indicar en el registro el tipo de control de ruido a implementar, especificando cuando corresponda, material constructivo y dimensiones (altura, longitud, espesor) [2]

Es importante tener en cuenta que este tipo de medidas que se realizan directamente sobre la fuente o el foco de emisión son generalmente más eficaces que las que se realizan sobre la transmisión del ruido entre la fuente y los trabajadores, por lo que siempre deben ser priorizadas. [9]

Para su evaluación y monitoreo, se plantea el uso de los siguientes indicadores:

$$L_p = 20 \log (P/P_{ref})$$

Donde

L_p : Nivel de presión sonora

P : Presión sonora

P_{ref} : presión de referencia

Nota: A pesar de que el nivel de presión sonora es una medida objetiva de la intensidad del sonido, no representa con precisión el nivel perceptible para el oído humano.

Para un adecuado análisis se sugiere calcular el L_p antes y después de ejecutar las medidas.

$$L_{pr} = L_{pi} - L_{pm}$$

Donde

L_{pr} : Nivel de presión sonora reducido con la medida implementada

L_{pi} : Nivel de presión sonora inicial

L_{pm} : Nivel de presión sonora con la medida implementada

Para la evaluación y monitoreo de los silenciadores se puede utilizar la ecuación de pérdida por inserción o los índices NR, NC o RC según corresponda.

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

OBJETIVO: Plantear medidas de insonorización o aislamiento para vehículos en movimiento

META: Reducir la potencia de ruido y vibraciones generados por vehículos o maquinaria en movimiento

Cuando no existen obstáculos, el sonido emitido por una fuente se propaga de manera libre por el aire hasta alcanzar al receptor. En este proceso no hay más atenuación que la originada por la distancia entre ambos y a la absorción del aire, así que si se interpone un obstáculo entre la fuente y el receptor, la propagación del sonido es modificada. [9]

Es recomendable utilizar más de una alternativa para reducir la transmisión aérea del ruido cuando se trata de equipos con desplazamiento en una zona determinada. Las medidas que se sugieren son:

- Barreras acústicas
- Pantallas acústicas
- Cortinas acústicas
- Vallado de obra con material absorbente en su interior
- Silenciadores para tubos de escape de gases y venteos

Para el uso o disposición de barreras acústicas, se recomienda ubicarlas lo más cerca posible de los trabajadores; procurar que el nivel o altura que tengan sea al menos el doble de la altura del trabajador y recubrirlas con materiales absorbentes. Suelen utilizarse para limitar la transmisión de ruidos en las altas frecuencias [9].

En cuanto a las pantallas acústicas o pantallas anti-ruido, permiten reducir los niveles de ruido gracias a sus superficies absorbentes que minimizan el sonido reflejado [9]. Se sugiere colocar pantallas acústicas móviles, con mínimo 3 metros de ancho y 2,70 metros de alto (Estas dimensiones pueden cambiar de acuerdo con la maquinaria utilizada, la proporción de la pantalla debe ser acorde al tamaño del vehículo).

También es recomendable que adicionalmente se instalen cortinas acústicas y/o vallado de obra con material absorbente en su interior.

Se debe considerar que una barrera acústica de cualquier tipo generará una atenuación típica de hasta 10 dB, según la distancia fuente-receptor y su ubicación. Mayores atenuaciones son improbables de alcanzar en la práctica, a pesar de las estimaciones teóricas. [2]

Para su evaluación y monitoreo, se plantea el uso de los siguientes indicadores:

$$10 \log_{10} \frac{PT}{PR}$$

Donde

PT: Potencia transmitida antes de la medida

PR: Potencia transmitida después de la medida

Esta ecuación representa las pérdidas por inserción y es expresada en dB

Para la evaluación y monitoreo de los silenciadores se puede utilizar la ecuación de pérdida por inserción o los índices NR, NC o RC según corresponda.

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

OBJETIVO: Formular un sistema de mejores prácticas en los procesos potencialmente generadores de ruido dentro de la obra

META: Dar cumplimiento al 80% de las medidas propuestas para el sistema de mejores practicas

Hace referencia a las medidas de control que no son cuantificables, pero cuya ejecución ayuda a reducir los niveles de ruido y vibración que genere el proyecto.

- Prohibir el uso de bocinas en las proximidades e interior del área de influencia del proyecto, excepto en caso necesario.
- Establecer velocidades vehiculares bajas al interior del proyecto.
- Evitar la generación de ruidos de corta duración provocados por la operación de maquinaria o equipos. [2]
- Instalar un sistema alternativo para la maquinaria que cuente con alarmas sonoras de retroceso

- Realizar medición de niveles de ruido de las diferentes actividades y maquinarias durante la ejecución del proyecto.
- Utilizar los equipos de protección individual adecuados para cada tipo de equipo, herramienta o maquinaria, de manera que se minimice el riesgo frente a las emisiones sonoras y vibratorias. [10]
- Los trabajadores deberán conocer los riesgos a los que se encuentran expuestos durante la ejecución de sus tareas, así como las medidas de control o de protección que deben adoptar [10].
- Mantener en funcionamiento los equipos exclusivamente durante su uso
- Es recomendable realizar un “Plan de Comunicación con la Comunidad” que contemple la entrega de cartillas informativas u otros documentos a los actores involucrados y las comunidades vecinas, detallando como mínimo: ubicación, horario y fases del proyecto en que se implementaran las medidas [2].

Para su evaluación y monitoreo, se plantea el uso de los siguientes indicadores:

$$\% \text{ Cumplido} = \frac{n \text{ de medidas cumplidas}}{n \text{ de medidas planteadas}}$$

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SEO BIRDLIFE, «Guía de buenas prácticas ambientales en obra,» Madrid, 2018.
- [2] Servicio de Evaluación Ambiental, «GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO Y VIBRACIÓN EN EL SEIA,» 2019.
- [3] Ministerio De Salud, «Resolución 8321,» Bogotá D.C., 1983.
- [4] Ministerio De Trabajo Y Seguridad Social, «Resolución 1792,» Bogotá D.C., 1990.
- [5] Ministerio Del Medio Ambiente, «Decreto 948,» Bogotá D.C., 1995.
- [6] Departamento Técnico Administrativo Del Medio Ambiente - DAMA, «Resolución 1198,» Bogotá D.C., 1998.
- [7] Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial, «Resolución 0627,» Bogotá D.C., 2006.
- [8] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto 1076,» Bogotá D.C., 2015.
- [9] Fundación Laboral de la Construcción, «Guía de medición de ruido en obras de construcción,» Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, 2018.
- [10] AECOM, «Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra,» Fondo Social Europeo, Madrid, 2012.

Anexo 5. Programa - 02

PROGRAMA PARA EL MANEJO Y PREVENCIÓN DE COMPACTACIÓN DE SUELOS	 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
	PCS - 02
Diseñada por: Paula Andrea Pinzón Heredia	
1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA	
Las obras de adecuación hidrogeomorfológicas requieren de una fuerte alteración a la cobertura vegetal para facilitar el uso de maquinaria, equipos y personal dentro del proyecto, lo que deja el suelo descubierto y susceptible a procesos de degradación físicos y químicos. Los suelos de drenaje imperfecto, como es el caso de los humedales, son más propensos a sufrir cambios de los horizontes subsuperficiales, esto, sumado a las presiones acumulativas que se presentan durante las actividades de obra (como son el paso constante de trabajadores y el uso diario de maquinaria mecánica y motorizada) pueden generar problemas de compactación en los suelos, lo que a largo plazo puede	

resultar en una reducción de su capacidad de amortiguación de inundaciones y pérdida de cobertura vegetal.

Es por esto, que resulta imprescindible establecer medidas de gestión que permitan generar conciencia en los trabajadores y la organización acerca de la importancia que tiene este impacto en el ecosistema y las ventajas que presenta la implementación de estrategias frente a la protección del recurso.

2. MARCO CONCEPTUAL

Conceptos básicos

El suelo es uno de los recursos que puede resultar más afectado a causa de las actividades asociadas con la construcción de obras civiles [1]. Por tal razón es indispensable tener en cuenta los siguientes conceptos:

Escarificación

La escarificación del suelo consiste en el arado de los horizontes superficiales, dejando el suelo mineral expuesto. Si bien este tratamiento contempla la alteración del horizonte orgánico y sus propiedades químicas, favorece el establecimiento y posterior crecimiento de especies pioneras que tienen características auto ecológicas para responder y desarrollarse bien en este tipo de sustratos. Las plántulas establecidas en estas condiciones demuestran incluso mejores crecimientos y sobrevivencia que plántulas en zonas donde no ha sido aplicada la escarificación [2].

Compactación

La compactación corresponde a la reducción de los intersticios del suelo, debido a las presiones acumulativas que se ejercen sobre él. Así el perfil de suelo va perdiendo volumen y aumentando su densidad [3]

Envigado

Estructura formada por un grupo de troncos de madera rolliza organizados de manera consecutiva sobre el suelo, de manera que conformen una plataforma para el paso de vehículos y personas.

3. MARCO LEGAL

Resolución 170 de 2009: Por la cual se declara el 17 de junio como Día Nacional de los Suelos y se adoptan medidas para la conservación y protección de los suelos en el territorio nacional. [3]

Decreto 1076 de 2015: Compila las disposiciones reglamentarias del Sector Ambiente. [4]

4. ALCANCE Y LÍMITES

Este programa aplica para las organizaciones, los procesos y proyectos que desarrollen sus labores en zonas de protección ambiental como parques Nacionales Naturales (PNN), zonas RAMSAR, entre otras, que requieren un manejo especial de su ecosistema; y que, debido a la naturaleza de estas acciones, se pueden generar daños o afectaciones al recurso suelo (no se incluyen contaminación por derrames).
5. OBJETIVO GENERAL
Formular medidas correctivas, preventivas y compensatorias frente a la compactación del suelo y otros impactos asociados, para su futura implementación en las obras de AHGM del tercio alto del humedal Córdoba u obras afines.
5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS
• Proponer medidas de amortiguamiento para la movilización interna del personal y la maquinaria en las obras • Formular un plan de compensación mediante procesos de restauración ecológica y de material vegetal y escarificación del terreno • Formular un sistema de mejores prácticas en los procesos potencialmente generadores de compactación • Definir indicadores que permitan determinar el porcentaje de reducción de las áreas afectadas a futuro
7. PROGRAMA PARA EL MANEJO Y PREVENCIÓN DE COMPACTACIÓN DE SUELOS
OBJETIVO: Proponer medidas de amortiguamiento para la movilización interna del personal y la maquinaria en las obras
META: Reducir el porcentaje de área afectada por procesos de compactación en la zona de influencia directa del proyecto. Control de tráfico Una de las estrategias más utilizadas en la prevención y amortiguamiento de procesos de compactación en los suelos, es el control de tráfico. La finalidad de esta estrategia es mantener las ruedas u orugas de todos los equipos siempre en el mismo camino, de manera tal que el impacto sobre el suelo se localice en una zona mucho más pequeña y controlada. Para este tipo de estrategia, es esencial reemplazar el sendero común por un material que permita reducir aún más el impacto generado. Por lo que se recomienda que el uso de madera rolliza para crear un “envigado” sobre el camino previamente delimitado. Para evitar un mayor impacto por el uso extensivo de madera rolliza, se propone que el tablado se vaya trasladando a medida que la máquina lo requiera (este movimiento se puede realizar con la misma retroexcavadora).

Es importante tener en cuenta la capacidad portante de cualquier terreno donde se vaya a trabajar con maquinaria pesada, por lo que este tipo de estrategias también resultan útiles para evitar accidentes de estancamiento o hundimiento de las máquinas.

Para el tránsito de equipos y maquinarias (como retroexcavadoras) se sugiere crear un único carril donde el ancho del tablado se encuentre alrededor de los 3 metros, superficie suficiente para una mejor distribución de presión sobre el terreno. La estrategia consiste en que al aumentar la superficie de presión que se realiza sobre el suelo (en el mismo camino), la fuerza total que se hace sobre la tierra será menor.

Al tratarse de un ecosistema tan sensible como lo es un humedal, se recomienda tomar la misma medida para el tránsito del personal (manteniendo una escala pertinente de acuerdo con el uso que se le vaya a dar), tratando de mantener al mínimo los factores compactantes en la obra.

Para conseguir éxito con esta medida, es indispensable que el personal utilice únicamente el sendero establecido para su movilización.

Draga flotante

Otra medida que puede considerarse para este tipo de proyectos es el uso de una draga flotante; lo que evitaría el impacto de secar la zona del espejo de agua, e impactos sobre el terreno (como la compactación). Dadas las características físicas del cuerpo de agua con el que se va a trabajar en las obras de AHGM, esta medida no es viable, ya que no se cuenta con la suficiente área ni profundidad.

Para la evaluación y monitoreo de esta medida, se plantea el uso de los siguientes indicadores:

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde

P: Presión

F: Fuerza

A: Área afectada

Con esta fórmula se puede determinar la presión sobre el terreno antes y después de implementar la medida, lo que permite establecer el porcentaje de reducción en la presión al suelo.

$$\% \text{ de reducción} = \frac{Pa}{Pd}$$

Donde

Pa: Presión antes de implementar la medida

Pd: Presión después de implementar la medida

Para conocer el porcentaje de reducción de área afectada por procesos de compactación en las obras, es importante tener en cuenta todas las zonas que se utilizaran anteriormente para la movilización interna, estén o no demarcadas.

$$\% \text{ de reducción de área afectada por procesos de compactación} = \frac{As}{Ai}$$

Donde

Ai: Área inicial con y sin demarcación utilizada para la movilización del personal

As: Área ocupada por los senderos establecidos para la movilización

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

OBJETIVO: Formular un plan de compensación mediante procesos de restauración vegetal y escarificación del terreno

META: Intervenir el 100% de las áreas afectadas por la movilización interna en las obras

Es importante tener en cuenta que, al tratarse de un ecosistema tan complejo, las medidas que se tomen en la compensación de un impacto deben ser acordes a sus necesidades ecológicas. Por esto, a la hora de realizar una “empradización” o “revegetalización” del terreno afectado, hay que tener en cuenta el tipo de especies que se van a utilizar para ello; pues no se trata de cubrir rápidamente un área con especies vegetales, es indispensable una restauración que permita recuperar no solo la vegetación local, si no los demás recursos que se ven correlacionados con ella, en este caso, el suelo.

- Para llevar a cabo un proceso de restauración es importante la preparación de la tierra. Por lo que luego de remover el relleno con subbase granular que se puso en los caminos demarcados, hay que hacer un proceso de escarificación del suelo o arado de los horizontes superficiales. Es fundamental revisar la humedad del suelo en esta etapa, ya que, si existe una acumulación de agua o humedad en el suelo, este es más propenso a deformarse o compactarse. [5]
- Un buen método para mejorar la estructura del suelo y aumentar su porosidad es plantando especies vegetales. El movimiento y crecimiento de las raíces ayuda a aflojar el suelo, creando canales internos en las capas profundas y ayudando con esto a la aireación del sustrato. Para esta etapa es conveniente revisar especies nativas del ecosistema de fácil propagación, lo que asegure un mayor éxito en el establecimiento y posterior crecimiento de las plantas.

Es aconsejable el uso de herbáceas y arbustos como el Higuerillo (*Ricinus communis*), la mora (*Rubus floribundus*), el té de Bogotá (*Symplocos alstonia*), la capuchina (*Tropaeolum majus*), entre otros.

- Los abonos verdes también han demostrado ser efectivos en el aporte de nutrientes y recuperación de suelos compactados, por lo que podría ser una alternativa a largo plazo (para ello debe evaluarse cuál es el mejor tipo de abono verde con base a las características fisicoquímicas y biológicas del ecosistema a tratar) [5].

Para la evaluación y monitoreo de esta medida, se plantea el uso del siguiente indicador:

$$\% \text{ de intervencion de las areas afectadas} = \frac{\text{area intervenida}}{\text{area total}}$$

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

OBJETIVO: Formular un sistema de mejores prácticas en los procesos potencialmente generadores de compactación

META: Dar cumplimiento al 70% de las medidas propuestas para el sistema de mejores practicas

Hace referencia a las medidas de control que no son cuantificables, pero cuya ejecución ayuda a reducir los niveles de compactación y/o alteración a los suelos que genere el proyecto.

- Prohibir el uso de otros caminos que no sean los demarcados para la movilización interna de personal y maquinaria
- Realizar las actividades de descapote con herramientas mecánicas, evitado la maquinaria motorizada
- Evitar la compactación dinámica o el apisonamiento fuerte en las actividades de relleno y afirmado
- Al colocar nuevamente la capa de suelo dispuesta, se debe extender de manera tal que se ocasione la menor compactación posible. [1]
- Remover la superficie antes de cubrirla para proporcionar un buen contacto entre el terreno original y el nuevo suelo. [1]

- Evitar el paso de la maquinaria pesada sobre el suelo ya extendido.
- Evitar desarrollar las operaciones de manejo y reconstrucción de la capa fértil en época de lluvias, para evitar el arrastre de sólidos. [1]

Para su evaluación y monitoreo, se plantea el uso del siguiente indicador:

$$\% \text{ Cumplido} = \frac{n \text{ de medidas cumplidas}}{n \text{ de medidas planteadas}}$$

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, «Manual de gestión socio-ambiental para obras en construcción,» Institucion universitaria colegio mayor de antioquia, Abril 2010. [En línea]. Available: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/SiteAssets/Paginas/Consumo-sostenible/Construccion-sostenible/Manualambientalparaprocesosconstructivos.pdf>. [Último acceso: Enero 2022].
- [2] P. A. C. OSSES, «Efectos de la escarificación del suelo sobre la regeneración temprana en bosques degradados de la Cordillera de Los Andes de Valdivia, región de Los Ríos, Chile,» 2013. [En línea]. Available: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fifc117e/doc/fifc117e.pdf>. [Último acceso: 2022].
- [3] Redagricola, «Compactación: En muchos casos, enemigo número uno del rendimiento en maíz,» 16 Enero 1027. [En línea]. Available: <https://www.redagricola.com/cl/compactacion-muchos-casos-enemigo-numero-uno-del-rendimiento-maiz/>. [Último acceso: Febrero 2022].
- [4] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Resolución 170,» Bogota D.C., 2009.
- [5] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto 1076,» Bogota D.C., 2015.
- [6] J. A. Mula, «Cómo solucionar un suelo compactado,» Agromatica, 21 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.agromatica.es/soluciones-ante-un-suelo-compactado/>. [Último acceso: Febrero 2022].
- [7] Mongabay Latam, «Mongabay, Periodismo ambiental independiente en latinoamerica,» 21 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://es.mongabay.com/2020/10/en-video-que-diferencia-hay-entre-la-reforestacion-y-la-restauracion-mongabayexplica/>. [Último acceso: Febrero 2022].

PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL AMBIENTAL	 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA PMC - 03
Diseñado por: Paula Andrea Pinzón Heredia	
1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA	
Este programa de monitoreo y control ambiental busca establecer herramientas que permitan verificar el estado de cumplimiento de los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental diseñado por el consorcio a cargo de las obras de AHGM del tercio alto del humedal Córdoba. Además, el programa permite verificar la efectividad de las medidas del PMA, y, si se requiere, ajustarlas a las nuevas condiciones que se vayan presentando en el transcurso de las obras, para de esta manera, alcanzar los objetivos definidos en cada uno de los programas diseñados. [1] Un Programa de Monitoreo Ambiental es, finalmente, una herramienta que proporciona una alerta temprana de un posible problema, de modo que el impacto pueda ser controlado, por lo que su relevancia también se debe al papel que juega en los vínculos con órganos de control y comunidades, ya que permite la verificación sistemática del desempeño ambiental de las actividades y operaciones bajo la normativa vigente.	
2. MARCO CONCEPTUAL	
Conceptos básicos Para la comprensión y ejecución del siguiente programa, es indispensable tener en cuenta los siguientes conceptos: Indicador: Herramienta para monitorear y analizar las tendencias de calidad del medio en que se desarrolla el proyecto y determinar la efectividad de las medidas planteadas en los programas de manejo ambiental. [2] Monitoreo: Proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa y verificar el cumplimiento de sus metas establecidas. Plan de Manejo Ambiental (PMA): “Conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad” [2] Seguimiento Ambiental del Proyecto: “Instrumento administrativo que la autoridad ambiental utiliza para verificar el avance, cumplimiento y efectividad del plan	

de manejo ambiental, así como de las obligaciones y requerimientos establecidos en la licencia ambiental”. [2]
3. MARCO LEGAL
Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia (2002): Se insta a participar activamente en el proceso de caracterización y evaluación de los humedales, además de localizar las áreas de conservación y se clasifican como suelos de protección. [3] Política de Gestión Ambiental Urbana (2008): Lograr la preservación y restauración del ambiente, así como la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables. [4] Plan Nacional de Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas (2015): Establece los lineamientos del Plan Nacional de Restauración. [5]
4. ALCANCE Y LÍMITES
Este programa aplica para el PMA establecido para las obras de AHGM del tercio alto del humedal Córdoba. Es importante tener en cuenta que las fichas de manejo ambiental, los programas y medidas planteadas en el PMA no fueron diseñadas por el autor de este documento, por lo que los indicadores que se encuentran en esta ficha fueron diseñados y adaptados a las medidas previamente planteadas por el consorcio a cargo de la obra. No se proponen muestreos adicionales a los determinados en el PMA por cuestiones de presupuesto, pero se sugiere que se haga al menos un monitoreo inicial y final de cada componente involucrado en las actividades de obra para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y lo establecido en la licencia ambiental del proyecto.
5. OBJETIVO GENERAL
Establecer un programa de monitoreo para controlar el cumplimiento y la correcta ejecución del Plan de Manejo Ambiental, incluidas todas las medidas de mitigación previstas en el mismo. [6]
5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS
• Verificar la efectividad de las medidas del PMA mediante indicadores. • Ajustar las medidas planteadas (siempre y cuando sea necesario), a las nuevas condiciones que se vayan presentando en el transcurso de las obras. • Mantener un registro de los indicadores ambientales y el cumplimiento de cada uno de los programas diseñados en el PMA. • Mantener un registro de los monitoreos ambientales realizados a lo largo del proyecto.
7. PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL AMBIENTAL

OBJETIVO: Verificar la efectividad de las medidas del PMA mediante indicadores

Los indicadores formulados en las siguientes tablas fueron creados y/o adaptados del documento “Plan de seguimiento y monitoreo” del estudio de impacto ambiental – proyecto minero “El Progreso” [7]. Los parámetros a evaluar corresponden a las “estrategias a utilizar” planteadas en cada uno de los programas del PMA de las obras de AHGM.

Las casillas de color azul  hacen referencia al cumplimiento o implementación del programa.

Programa ambiental		MANEJO DE AGUA		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Disposición de residuos líquidos	% de residuos líquidos dispuestos adecuadamente	Cantidad de vertimientos dispuestos	Mensual	Informe de disposición de vertimientos y manejo de aguas residuales
Vertimiento de aguas residuales	m ³ de vertimientos realizados fuera del humedal / m ³ de vertimientos realizados de manera directa al humedal	m ³	Mensual	
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		MANEJO DE EXCAVACIONES		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Implementación de medidas de seguridad industrial	% Cumplido = (n de medidas cumplidas) / (n de medidas planteadas)	Acción	Mensual	Lista de chequeo
Implementación de medidas de señalización	% Cumplido = (n de medidas cumplidas) / (n de medidas planteadas)	Acción	Mensual	Lista de chequeo
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		MANEJO DE LODOS		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Disposición de lodos generados	% de lodos dispuestos adecuadamente	Cantidad de lodos	Mensual	Informe de disposición

Manejo de lodos	m ³ de lodos procesados / m ² de área afectada	m	Mensual	Informe de disposición
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Implementación de medidas de señalización	% Cumplido = (n de medidas cumplidas) / (n de medidas planteadas)	Acción	Mensual	Lista de chequeo
Segregación en la fuente	Kg de residuos producidos / Kg de residuos con manejo ambiental * 100	Índice de aprovechamiento	Mensual	Lista de chequeo e informes de desempeño
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		CONTROL PARA ESTABLECER EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Fuentes de emisión	Emisiones de CO ₂ eq provenientes de las distintas fuentes	Cantidad de emisiones	Trimestral	Informes de monitoreos
Consumo de combustibles y electricidad	Consumo total de (tipo de combustible) = n de vehículos o equipos * consumo de combustible del equipo o vehículo (m ³ /min) * días de uso * n de horas de uso * 60	Consumo	Mensual	Informes de desempeño
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		MANEJO DE MATERIAL VEGETAL		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Delimitación de áreas de trabajo	n delimitaciones efectivas de obra / n de actividades ejecutadas * 100	Acción	Bimensual	Registro fotográfico y planillas de campo
Protección de zonas clave	n actividades con remoción de coberturas	Acción	Mensual	Informes de campo y fotografías

	vegetales * 100			
Revegetalización	Áreas sembradas / áreas definidas * 100	Acción	Único	Registro Fotográfico, planillas de campo Informes e informes de desempeño
Reutilización del material vegetal	Kg de material reutilizado / Kg de material retirado * 100	Acción	Trimestral	Informes de campo e informes de desempeño
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		MANEJO DE FAUNA		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Protección de zonas clave	n actividades con ahuyentamiento de especie en zonas de conservación * 100	Acción	Mensual	Informes de campo y fotografías
Desplazamiento de especies de fauna silvestre	n acciones tomadas / n de hallazgos * 100	Acción	Mensual	Informes de campo y fotografías
Áreas de corredor biológico	n de corredores biológicos realizados / n de corredores biológicos planificados * 100	Acción	Trimestral	Informes de campo, registros de dispersión de poblaciones de fauna y cartografía
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Información a la comunidad	% de panfletos entregados / % de meta	Acción	Único	Lista de chequeo
Medios audiovisuales	n de videos realizados / n de videos propuestos * 100	Acción	Trimestral	Registro audiovisual
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión

	implementadas / n de medidas planteadas			ambiental
--	---	--	--	-----------

Programa ambiental		ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Participación en mesa territorial	n de reuniones asistidas / n de reuniones totales en el tiempo de ejecución de la obra * 100	Acción	-	Informes de desempeño
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		EDUCACIÓN, SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Capacitación y sensibilización	n de personas capacitadas y sensibilizadas / n de personas de la comunidad * 100	Procedimiento	Mensual	Soportes de jornadas de educación ambiental con la comunidad
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Programa ambiental		CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Estimación de las emisiones de ruido y vibración generadas en las obras	$dB_{total} = 10 \cdot \log_{10} \cdot (10^{dB_1/10} + 10^{dB_2/10} + \dots + 10^{dB_n/10})$	Nivel de ruido	Único	Informes de monitoreos
Niveles de presión sonora	Nivel de presión sonora reducido = Nivel de presión sonora inicial / Nivel de presión sonora con la medida implementada	Reducción del parámetro	Trimestral	Informes de monitoreos
Medidas de insonorización	Se puede utilizar la ecuación de pérdida por inserción o los índices NR, NC o RC	Nivel de ruido	Trimestral	Informes de monitoreos
Cumplimiento del sistema de mejores prácticas	% Cumplido = (n de medidas cumplidas) / (n de medidas planteadas)	Acción	Mensual	Lista de chequeo

Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental
-----------------------------	---	---------------------------------	------------	--

Programa ambiental		MANEJO Y PREVENCIÓN DE COMPACTACIÓN DE SUELOS		
Parámetro a evaluar	Indicador	Tipo de indicador	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento
Reducción del porcentaje de área afectada por procesos de compactación	% de reducción = Presión antes de implementar la medida / Presión después de implementar la medida	Porcentaje de área	Mensual	Informes Técnicos de obras y registro fotográfico
Intervención de las áreas afectadas por la movilización interna en las obras	% de intervención de las áreas afectadas = (área intervenida) / (área total)	Porcentaje de área	Mensual	Informes Técnicos de obras y registro fotográfico
Cumplimiento del sistema de mejores prácticas	% Cumplido = (n de medidas cumplidas) / (n de medidas planteadas)	Acción	Mensual	Lista de chequeo
Implementación del programa	% Cumplido = n de medidas cumplidas o implementadas / n de medidas planteadas	Cumplimiento de ficha ambiental	Trimestral	Informes de desempeño en gestión ambiental

Es importante tener en cuenta que los indicadores planteados están sujetos a modificación del usuario, dependiendo de las medidas que se aplique en el transcurso de las obras. Todos los programas deben presentar un registro de cumplimiento elaborado a consideración del operador.

PLAZO DE EJECUCIÓN: 30 de Junio 2022

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

OBJETIVO: Ajustar las medidas planteadas (siempre y cuando sea necesario), a las nuevas condiciones que se vayan presentando en el transcurso de las obras

Cuando se presente un cambio (no esperado) de las condiciones evaluadas, se debe hacer una revisión de las condiciones que llevaron a ese cambio y posteriormente plantear nuevas medidas (ya sean de mitigación o de corrección) para el impacto evaluado. Es importante formular indicadores y llevar un registro del cambio presentado para evaluar su progreso y poder mantenerlo monitoreado.

Tras este tipo de sucesos, es importante la rápida acción por parte de los responsables del proyecto para evitar un daño importante sobre el medio.

RESPONSABLE: Ing. Ambiental a cargo del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AGLOGOLDASHANTI, «PROYECTO GRAMALOTE: Proyecto de minería de oro a cielo abierto,» Integral, 2015.
- [2] Atoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), «Portal anla,» Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, [En línea]. Available: <http://portal.anla.gov.co/instrumentos>. [Último acceso: Febrero 2022].
- [3] Ministerio del Medio Ambiente, «Politica Nacional para humedales interiores de Colombia,» Bogota D.C., 2002.
- [4] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Politica de gestion ambiental urbana,» Bogota D.C., 2008.
- [5] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas,» Bogota D.C. , 2015.
- [6] FICONDI CIA. LTDA, «PLAN DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL,» [En línea]. Available: <https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Agua%20Potable/ingProyectos/Cap%C3%ADulo%207.8.%20Plan%20Monitoreo%20Planta%20Culebrillas.pdf>. [Último acceso: Febrero 2022].
- [7] FG MINING GROUP CORPORATION CI LTDA, «Capitulo 10: Plan de seguimiento y monitoreo,» Departamento Ambiental, [En línea]. Available: https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-04/13.%20EIA_Cap10_Plan%20de%20seguimiento.pdf. [Último acceso: Febrero 2022].
- [8] A. M. A. Arias, «Competencias de los municipios en materia de conservacion de la biodiversidad,» Universidad Externado de Colombia, Bogota D.C..