

**Evaluar la Ocupación de las Rondas Hídricas o
Cauces de los Cuerpos de Agua Presentes en el Área
Metropolitana de Barranquilla, Estableciendo los
Factores que Inciden en su Ocupación.**

Omar David Acosta Vega

Geraldine Julieth Salcedo Pabón

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

Línea de Investigación

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Sistemas de Información Geográfico

Manizales, 2022

Resumen

El presente trabajo expone los factores que inciden en el Ordenamiento Ambiental Territorial del Área Metropolitana de Barranquilla, en relación con el acotamiento de las rondas hídricas de las Ciénagas Mallorquín, Manatíes, Balboa, Rincón, Bahía y Malambo, así como los sectores económicos o tipo de población que se acentúan en estas zonas de protección ambiental. Se determinó que solo las Ciénagas de Mallorquín y Rincón cuentan con el acotamiento de ronda hídrica, por lo que se delimitó para los demás cuerpos de agua como ronda hídrica representativa un buffer de 30 metros a partir del límite cartográfico más las áreas de protección asociada a las superficies de agua para las ciénagas Balboa, Manatíes, Bahía y Malambo, empleando el software ArcMAP, a partir de los instrumentos de planificación aportados por las secretarías de planeación de los municipios y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

La evaluación de los usos de suelo se realizó mediante la clasificación supervisada de imágenes Sentinel-2, evidenciando algunas áreas se encuentran presente en suelos de protección definidos en los instrumentos de planificación, además que la ocupación de las rondas hídricas de los cuerpos de agua está dada principalmente por crecimiento poblacional no controlado, para las ciénagas de Mallorquín, Bahía y Malambo se destacan la ocupación además por el desarrollo de actividades industriales y portuarias. En cuanto a la ocupación de rondas hídricas en términos de vulnerabilidad, se encontró que las áreas de estudio pueden verse afectadas por fenómenos como la inundación.

Palabras clave: (Ordenamiento Ambiental, Sentinel – 2, Ronda Hídrica).

Abstract

The present paper exposes the factors that affect the Territorial Environmental Planning of the Metropolitan Area of Barranquilla, concerning the demarcation of the riparian zone of the Mallorquin, Manaties, Balboa, Rincon, Bahía's and Malambo's swamp, as well as the economic sectors or type of population that are accentuated in these environmental protection zones. It will be extended that only the Mallorquin and Rincon swamps have the riparian zone fence, so that a buffer of 30 meters from the cartographic limit plus the protection areas associated with it will be delimited for the other bodies of water as a representative water ring the water surfaces for the Balboa, Manaties, Bahía, and Malambo swamps, using the ArcMap software, based on the planning instruments provided by the planning secretariats of the municipalities and the Corporacion Autonoma Regional del Atlantico

The evaluation of land uses was carried out through the supervised classification of Sentinel-2 images, evidencing that areas are present in protection soils defined in the planning instruments, in addition to the fact that the occupation of the hydric rounds of the bodies of water is mainly due to uncontrolled population growth, for the swamps of Mallorquín, Bahía, and, Malambo the occupation also stands out due to the development of industrial and port activities. As for the occupation of water rounds in terms of vulnerability, it was found that the study areas can be affected by phenomena such as flooding.

Keywords: (environmental planning, Sementinel – 2, riparian zone, protection zones).

Contenido

	Pág.
1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación	7
1.1 Descripción del área problemática	7
1.2 Formulación del problema	9
1.3 Justificación	9
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. Antecedentes	13
4. Referente normativo y legal	29
5. Referente teórico	34
6. Metodología	37
6.1 Enfoque metodológico	37
6.2 Tipo de estudio	37
6.3 Procedimiento	37
7. Resultados	43
1. Conclusiones	95
2. Recomendaciones	98
8. Referencias	99

Lista de figuras

	Pág.
Mapa 1. <i>Localización general del Área Metropolitana de Barranquilla y los cuerpos de aguas asociados, escala 1:100.000.</i>	43
Mapa 2. Resultado de la selección de cuerpos de agua del Área Metropolitana de Barranquilla.	45
Mapa 3. <i>Cuerpos de agua con acotamiento de ronda hídrica</i>	46
Mapa 4. <i>Ronda Hídrica indicativa - ciénaga de Balboa, Puerto Colombia escala 1:100.000.</i>	47
Mapa 5. <i>Ronda Hídrica indicativa - Ciénaga Bahía y Malambo, escala 1:100.000.</i>	48
Mapa 6. <i>Ronda Hídrica indicativa -Ciénaga Los Manatíes, Puerto Colombia, escala 1:100.000.</i>	49
Mapa 7. <i>Usos del suelo propuestos por el Distrito de Barranquilla a la altura de ciénaga de Mallorcaín.</i>	51
Mapa 8. <i>Usos y clasificación del suelo – Municipio de Puerto Colombia, Atlántico.</i>	52
Mapa 9. <i>Usos del suelo – Municipio de Puerto Colombia, Atlántico.</i>	53
Mapa 10. <i>Usos del suelo municipios Malambo y Soledad, Atlántico.</i>	54
Mapa 11. <i>Subzonas hidrográficas del área de estudio.</i>	58
Mapa 12. <i>Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas La Bahía y Malambo</i>	65
Mapa 13. <i>Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas La Bahía y Malambo</i>	66
Mapa 14. <i>Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas La Bahía y Malambo</i>	68
Mapa 15. <i>Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas Manatíes y Rincón</i>	70
Mapa 16. <i>Evaluación de ocupación del suelo – ciénaga Balboa</i>	73
Mapa 17. <i>Evaluación de ocupación del suelo – ciénaga de Mallorcaín</i>	75
Mapa 18. <i>Susceptibilidad por Inundación – Malambo y Soledad.</i>	89
Mapa 19. <i>Susceptibilidad por Inundación – Ciénagas Mallorcaín, Manatíes</i>	90
Mapa 20. <i>Susceptibilidad por Inundación – Ciénaga Balboa</i>	91
Mapa 21. <i>Susceptibilidad por Erosión – Ciénaga Balboa</i>	92
Mapa 22. <i>Susceptibilidad por Erosión – Ciénaga Malambo y Bahía</i>	93
Mapa 23. <i>Susceptibilidad por Erosión – Ciénaga Balboa</i>	94

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Referente Legal y normativo del proyecto.	29
Tabla 2. Características del satélite empleado para la descarga de imágenes Sentinel.	39

1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

1.1 Descripción del área problemática

El ordenamiento territorial municipal o distrital acorde al artículo 2.2.2.1.1.1 del Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, comprende un conjunto de acciones político administrativas y de planeación física concertadas y coherentes, emprendidas por los municipios, distritos y áreas metropolitanas para disponer de instrumentos eficaces y de orientación del desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y de regulación de la utilización, ocupación y transformación de su espacio físico. El ordenamiento territorial debe ser acorde con las estrategias de desarrollo económico del municipio o distrito y armónico con el ambiente, sus tradiciones históricas y culturales. Indica igualmente, que el ordenamiento tendrá en consideración las relaciones intermunicipales, metropolitanas y regionales, las condiciones de diversidad étnica y cultural, así como la utilización óptima de los recursos naturales, económicos y humanos para una mejor calidad de vida.

Teniendo en cuenta lo anterior, se trae a colación que el área metropolitana de Barranquilla en términos de ordenamiento del territorio no se ha desarrollado en total armonía respecto a los espacios de protección ambiental de los recursos naturales, como lo es el caso de las fajas de terreno asociadas a los cuerpos de aguas, que representan bienes inalienables del estado y zonas de protección de coberturas de bosques de galería y riparia asociadas a las fuentes hídricas; esto

puede notarse con facilidad en la laguna costera ubicada en el distrito de Barranquilla (ciénaga de Mallorquín), cuerpos de agua del sector oriental del departamento o área metropolitana, los cuales tienen gran influencia del Río Magdalena y del sistema de caños interconectados a esta importante fuente hídrica.

Así mismo, es evidente que algunos de los municipios que hacen parte del área metropolitana presentan instrumentos de ordenamientos territoriales desactualizados, lo que indica la no incorporación de la gestión del riesgo en los mismos, como lo es el caso de los municipios de Malambo y Soledad. Por otro lado, el municipio de Galapa aun cuando cuenta con una concertación de su Plan Básico de Ordenamiento con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA, para el año 2016, no realizó la inclusión del componente de gestión del riesgo, lo que incide en el desconocimiento de los índices de vulnerabilidad que presentan las poblaciones en cercanías a cuerpos de agua y de las ocupaciones ilegales que se realizan en la zonas de ronda hídrica.

Resulta igualmente importante, además del componente de gestión del riesgo, el análisis de factores como la vulnerabilidad al cambio climático, los cuales también deben ser incluidos dentro de los aspectos del ordenamiento del territorio, es por ello que se precisa conocer, cómo inciden la inadecuada gestión del territorio y el desconocimiento o no inclusión de los componentes de gestión del riesgo y cambio climático, en el aumento de los índices de vulnerabilidad de las poblaciones asentadas en zonas de ronda hídrica y cercanas a estas. Esto sin dejar de lado un análisis de las posibles causas que llevan a la ocupación de estas áreas por diferentes tipos de población, que a su vez implica el abordaje del componente social y cultural.

1.2 Formulación del problema

En concordancia con lo antes descrito, además del hecho que estas zonas no son únicamente ocupadas por el sector doméstico, resulta imperativo la determinación de los factores que inciden en el ordenamiento ambiental territorial del Área Metropolitana de Barranquilla, respecto a los cuerpos de agua, así como los sectores económicos o tipo de población que principalmente se acentúan en las zonas de protección ambiental o rondas hídricas.

¿Por qué se presenta la ocupación de las rondas hídricas o cauces de los cuerpos de agua presentes en el Área Metropolitana de Barranquilla?

1.3 Justificación

El Área Metropolitana de Barranquilla se conforma por los municipios de Soledad, Galapa, Puerto Colombia, Malambo y la capital del Atlántico; como es de conocimiento general, cada uno de estos municipios debe contar con un instrumento de planificación que marque las pautas para el uso adecuado del territorio. Así mismo, estos instrumentos que son elaborados por los entes territoriales deben incluir aquellas pautas definidas por las autoridades ambientales presentes en sus jurisdicciones y que se presentan como determinantes ambientales, en las cuales se destacan los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas, Acotamiento de Rondas Hídricas de los cuerpos de agua, entre otros instrumentos que definen áreas de preservación y conservación.

Igualmente, dentro de los instrumentos de ordenamiento del suelo de los municipios se deben incorporar los aspectos relacionadas a la gestión del riesgo y adaptación al cambio climático, de los cuales se puede mencionar, no se observa hayan sido incluidos en los planes o esquemas de ordenamiento municipales, teniendo en cuenta los procesos de concertación que se han desarrollado desde la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA.

Adicionalmente, la información disponible en los entes territoriales (como el caso de las autoridades ambientales), deja ver el poco o nulo seguimiento que se realiza a los instrumentos de planificación, lo cual dificulta la tarea de garantizar la no intervención de las áreas de protección, conservación y preservación, que son definidas desde el nivel ambiental, social y cultural y que deben ser incorporados a los POTs o EOTs.

Es válido precisar, que dentro toda el área metropolitana, en la que se identifican con facilidad alrededor de seis (5) cuerpos de aguas superficiales, los únicos cuerpos de agua que cuentan con definición o acotamiento de faja paralela o ronda hídrica son, la Ciénaga de Mallorquín (adoptada mediante la Resolución 0214 de 2015 de la CRA), y la ciénaga Rincón o lago del Cisne (adoptada mediante la Resolución 0493 de 2016, CRA).

Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia la carencia de instrumentos de ordenación que precisen o acoten las fajas paralelas o rondas hídricas, identificando áreas críticas, y definiendo las medidas de manejo a implementar consideradas por las autoridades ambientales competentes, trayendo consigo el desarrollo de factores negativos desde perspectivas ambientales, económicas

y sociales, e incidiendo a su vez en el aumento del grado de vulnerabilidad ante la ocurrencia de eventos asociados a fenómenos naturales (que en muchas ocasiones se desprenden de la intervención antrópica) como lo son las inundaciones, erosión y el acelerado cambio climático.

Por todo lo descrito, se hace necesario determinar los factores que inciden en la ocupación ilegal de áreas de fajas paralelas o rondas hídricas y/o de los mismos cuerpos de agua, así como su asociación con la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar los factores que inciden en el ordenamiento ambiental territorial del Área Metropolitana de Barranquilla, en lo relacionado al acotamiento de rondas hídricas de los cuerpos de agua, así como los sectores económicos o tipo de población que se acentúan en estas zonas de protección ambiental.

2.2 Objetivos específicos

- Seleccionar los cuerpos de agua que presentan ocupación de sus zonas de ronda o áreas de los mismos.
- Identificar los sectores económicos y tipos de población que se encuentran ocupando las zonas de protección ambiental y/o ronda hídrica.
- Determinar las causas o factores que han llevado a la ocupación de las zonas de protección o ronda hídrica de los cuerpos de agua.
- Analizar la incidencia que puede tener la ocupación de las rondas hídricas en la vulnerabilidad por inundación, erosión y adaptación al cambio climático, desde una perspectiva conceptual.

3. Antecedentes

Las zonas de protección ambiental, y en especial las zonas de ronda hídrica, representa un elemento de gran importancia, teniendo en cuenta que tal como lo establece el decreto único reglamentario del sector ambiente 1076 de 2015, artículo 2.2.1.1.18.2, específicamente en lo relacionado a la protección de los bosques, esta área corresponde a una faja paralela que se mide desde la línea de mareas máximas de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, alrededor de lagos y depósitos de agua, y que puede ser de hasta treinta metro, estas áreas se vuelven de especial importancia porque representan protección ante la erosión y otros fenómenos naturales, que además se convierten en un factor de importancia a la luz de las políticas y programas de adaptación al cambio climático.

La gestión de las áreas de ronda hídrica se enmarca igualmente dentro del ordenamiento ambiental del territorio y su acotamiento corresponde a las corporaciones autónomas regionales, tal como lo establece el decreto 2245 de 2017, el cual adiciona al decreto 1076 de 2015. Sin embargo, es claro que las falencias en el ordenamiento territorial han permitido la ocupación de estas áreas para el desarrollo de actividades económicas, especialmente agrícolas y asentamientos humanos. Estas condiciones pueden llevar al incremento en el grado de vulnerabilidad de las tierras ante las amenazas naturales y al cambio climático.

Füssel (2007) definió la vulnerabilidad como el grado de amenaza que puede llegar a presentarse en un entorno de acuerdo a los factores que inciden en él, los cuales pueden estar dados por referencias temporales, ámbito y dominio de conocimiento, condiciones esféricas o

socioeconómicas, topográficas, ambientales y de usos de la tierra, (conocidos como factores internos), las cuales pueden ser el resultado de eventos como tormentas severas, sismos, cambios en el nivel del mar, entre otros, identificados como condiciones externas

Un elemento fundamental para delimitación de áreas vulnerables y zonas de rondas hídricas de los cuerpos de agua, son los Sistemas de Información Geográficos (SIG), los cuales se basan en la conjunción de datos que relaciona el espacio físico con herramientas informáticas (software), dichos sistemas permiten recolectar, visualizar y almacenar datos, en particular se caracterizan por incluir un componente gráfico (que comprende toda la cartografía analógica a visualizar o ser digitalizada) y un componente numérico, que corresponde a la base de datos de atributos para cada una de las entidades geográficas consideradas. La interacción de estos dos componentes, que dan lugar a bases de datos gráficas y alfanuméricas, a través de las cuales se pueden realizar procesamiento de datos (Buzai, Baxendale, Cruz, 2009).

En Colombia, desde el año 2008 se evidencia el uso de los SIG para la identificación de áreas de intervención prioritarias, en la investigación realizada por Daza Leguizamón & Sanabria Marín en el Municipio de Paipa (Boyacá); esta fue desarrollada a partir de información secundaria consignada en los Planes de Ordenamiento Territorial, los cuales son instrumentos de planificación que contiene información base, con la cual se logró obtener la identificación y cuantificación de rondas hídricas.

Una vez identificaron la información relevante, los autores evaluaron los conflictos existentes de las rondas hídricas y las corrientes para cada vereda de este municipio, a partir de un indicador de conflicto de uso, el cual fue calculado teniendo en cuenta las áreas con conflicto de suelo presentes en las rondas hídricas, este indicador, comparó las áreas de conflictos, consideradas

como las causantes de mayores impactos ambientales negativos (alto, medio y por crecimiento urbano), frente a las que causan degradación baja o nula del suelo (bajo y equilibrio) (Daza Leguizamón y Sanabria Marín, 2008).

Luego que los autores calcularon el indicador para cada corriente de agua, en el software, procedieron a realizar una intersección o superposición de conflictos de usos de suelos, respecto a las corrientes de agua, que previamente contaban la definición de rondas hídricas, los resultados de esta investigación identificaron que el área total del estudio cuenta 3.420 hectáreas, de las cuales el 11% corresponde a rondas hídricas, y un 68% se encuentra en zonas de conflictos de uso del suelo alto y medio, dejando por sentado que las rondas principalmente afectadas son las veredas Medios y Marcura. logrando analizar las áreas potencialmente expuestas a la degradación causada por los conflictos de uso del suelo presentes, con los que se establecieron criterios para la intervención y manejo ambiental de estas áreas. (Daza Leguizamón y Sanabria Marín, 2008).

En Kenya, Ouma y Tateishi (2014) realizaron estudio en relación con el mapeo del riesgo y vulnerabilidad ante las inundaciones urbanas aplicando procesos de jerarquía analítica y SIG, desarrollando el estudio de caso para el municipio de Eldoret, con el fin de sentar bases metodológicas para el mapeo de inundaciones y estimación de los riesgos en áreas urbanas en crecimiento. Citan en su investigación que las inundaciones se encuentran entre los fenómenos naturales más frecuentes y devastadores, repercutiendo en vidas humanas y causando graves daños, indicando además que el riesgo por inundaciones no presenta probabilidades de disminución, dada el creciente cambio climático, que hace que la intensidad y frecuencia de las inundaciones afecten muchas regiones del mundo.

La investigación de Ouma y Tateishi (2014) busca resolver el interrogante de cuáles son los criterios por considerar para la evaluación urbana integrada del riesgo por inundación y como la ponderación de los conjuntos de criterios pueden alterar el valor y la distribución espacial del riesgo. Consideran que dentro del proceso el mapeo de la vulnerabilidad al riesgo por inundación contempla un enfoque multiparamétrico, integrando algunos factores causantes de las inundaciones como lo son la distribución de la lluvia, la elevación y pendiente del terreno, la red y densidad de los drenajes, la cobertura y uso del suelo y el tipo de suelo; donde en relación al municipio de Eldoret (caso de estudio evaluado) indican se sitúa en la cuenca del río Sosiani, donde el crecimiento demográfico descontrolado, agravado por las malas prácticas de planificación de uso de la tierra han tenido a lo largo de los años impacto negativo en la estructura de la cuenca y en la estabilidad ecológica natural.

Durante el proceso realizaron Ouma y Tateishi (2014) la asignación de pesos a cada uno de los parámetros evaluados, desarrollando además del análisis individual la evaluación de las interacciones de los parámetros, para así obtener el mapa predictivo de vulnerabilidad por inundación. Sus resultados muestran que una quinta parte de la población se expone a riesgo alto y muy alto y corresponde a las áreas cercanas a los ríos y con bajas elevaciones del terreno dentro de las regiones asentadas. Para el resto de la población identificaron riesgo bajos y moderados, teniendo como características estas áreas estar en terrenos más altos y lejanos de las zonas de alta densidad de drenajes. Resaltan además que, en las zonas pavimentadas, el hecho de no permitir estas zonas las infiltraciones de las aguas escurrientía, estas áreas son propensas a inundación durante lluvias intensas.

Finalmente indican los investigadores que este enfoque pueden ser más representativos o pragmáticos que los modelos que se realizan partir únicamente de los aspectos hidráulicos y son mayormente viables para los tomadores de decisiones en relación con la gestión de los riegos por los enfoques que esta aborda, recomendando la integración de los dos enfoques. Concluyen en la investigación que el análisis integral de riesgo y vulnerabilidad a inundaciones requiere información detallada sobre las condiciones de campo, estadísticas hidrológicas y características de las estructuras de defensa contra inundaciones para que el análisis y los resultados basados en la probabilidad puedan indicar la extensión y gravedad del impacto de la inundación en áreas específicas. Así mismo indican que el enfoque propuesto puede ayudar a los responsables de la toma de decisiones y las políticas en la evaluación rápida y la evaluación del fenómeno de inundaciones en los municipios urbanos.

En contexto nacional, Ramírez Quintero (2014), empleó los Sistemas de Información Geográfica para la delimitación de rondas hídricas, específicamente en la subregión de Valles de San Nicolás, luego de evidenciar que hasta el año 2011 no se tenía en cuenta los procesos de planificación y diseños de proyectos de construcción (Parcelaciones, industriales, residenciales, entre otros), las áreas potencialmente susceptibles a inundación, lo cual iba en contravía de las normativas establecidas por las secretarías de Planeación de las Alcaldías Municipales, respecto a la expedición de licencias constructivas, que no contemplaban responsabilidades frente a las fuentes hídricas.

La metodología aplicada para esta investigación, se fundamentó en los análisis de las condiciones geomorfológicas, usos del suelo, en función de los factores de control como inundación, torrencialidad, erosión, contaminación, espacio público, corredores biológicos y

biodiversidad en la Subregión de Valles de San Nicolás, con el fin de establecer una interrelación de estos, para ello, el autor empleó una matriz donde además se definió la distancia que debe respetar cada uso de suelo a una fuente hídrica localizada en una unidad geomorfológica definida. (Ramírez Quintero, 2014)

Para las definiciones de las distancias de la ronda hídrica de la subregión de Valles de San Nicolás, en condiciones generales, el autor estableció distancia a partir de la orilla, (considerando equivalente a dos veces el ancho de la fuente tomado en forma perpendicular entre ambas orillas), ya que estableció que el ancho siempre será igual a 10 metros, debido a que todas las fuentes hídricas que existen en ese municipio tienen un ancho menor a 10 metros. Y para las zonas que sus condiciones geomorfológicas sean más restrictivas, definen la distancia de la ronda, como la suma de la distancia calculada para condiciones generales más factores preestablecidos para zonas con susceptibilidad Alta a Inundación (SAI), que para colinas bajas definió una distancia de 15 metros y para las vegas y terrazas de 20 metros; para zonas con Susceptibilidad Alta a Torrencialidad (SAT), colinas Altas contempló una distancia de 15 metros y para laderas, vertientes altas y empinadas distancias de 20 metros. Una vez el autor definió esos considerandos, realizó una homologación de la cartografía geomorfológica, respecto a los factores geomorfológicos establecidos por CORNARE, en su acuerdo 0251 de 2011, a partir de dicha homologación realizó una intersección con los datos de fuentes hídricas, a partir de los cuales definió zonas de protección o rondas hídricas, lo que permitió establecer áreas cercanas o “buffer” con ayuda del software Arc GIS, se logró obtener el resultado de las áreas más susceptibles a Inundación (Ramírez Quintero, 2014).

Ramírez Quintero (2014), pudo concluir que los factores como inundación, torrencialidad, erosión y contaminación, son suficientes para obtener la cartografía de sensibilidad por inundación, razón por la cual se realizó el proceso de ordenación o clasificación de cada una de las fuentes que conforma el área de estudio, para este caso empleó la fórmula numérica de Horta & Stralher.

Alberico y Petrosino (2015) desarrollaron una investigación en la cual proponen una modelación espacial con enfoque cuantitativo a partir de indicadores de amenaza como soporte a la planificación territorial en el marco de la gestión del riesgo, que se encamine a acciones de reducción de la vulnerabilidad para promover el desarrollo de comunidades resilientes, permitiendo el enfoque establecer prioridades de intervención. Desarrollaron un estudio de caso en el sur de Italia en la isla de Ischia dada las condiciones de la isla con urbanización intensa y expuesta a peligros naturales (sísmicos, volcánicos, deslizamientos de tierra, erosión costera e inundaciones marinas).

El enfoque de esta investigación centrado en el análisis multirriesgo, el cual citan en un concepto amplio que puede verse desde dos puntos de vista; el primero como la evaluación del rol y efectos de varios peligros que ponen en riesgo la misma área o como un proceso que trata las interacciones entre los diferentes eventos peligrosos. Por lo que su metodología se basó en el uso de análisis espacial a través de sistemas de información geográfica implementando un modelo que permite aprovechar datos de zonificación de peligros integrándose en índices monotemáticos y de peligros múltiples.

El trabajo realizado por Alberico y Petrosino (2015) se realizó estudiando las zonas expuestas, clasificando los municipios de la isla sobre la base de los índices de múltiple amenaza,

resultando en un procedimiento asistido por SIG que resulta fácil de ajustar, flexible y por tanto transferible a otras áreas, en el cual se pueden integrar al esquema muchas fuentes de peligros tanto naturales como antrópicas. Sin embargo, indican que los índices de múltiple peligro no muestran un papel absoluto, pero dan como resultados índices relativos, debido a su sensibilidad al tamaño del evento potencialmente peligroso que se toma en cuenta al realizar el mapa de peligros fuente y de las características morfológicas y geológicas del territorio.

Entre sus conclusiones se destaca que la evaluación de los índices multiamenaza a escala de municipio puede parecer una limitación del procedimiento, porque la zonificación del territorio con respecto a una única amenaza aparentemente se pierde en el cálculo, pero acorde al enfoque aplicado los índices representan una medida directa e inmediata del grado de peligros múltiples y, en contrapartida, se identifican puntos críticos de peligros múltiples que se pueden utilizar en una etapa posterior para identificar la parte del territorio expuesta a un peligro específico.

En el año 2017, López Altamiranda realizó la caracterización espacial de coberturas de bosques, cultivos y rondas hídricas intervenidas por el proyecto vial pacífico 1 mediante herramientas SIG, para ello inicialmente recolectó la información existente del proyecto, como la Evaluación del Impacto Ambiental- EIA del proyecto Autopista de Conexión Pacifico 1, específicamente el componente de coberturas de bosques, cultivos y rondas hídricas de la GDB, información espacial del uso actual del suelo, uso potencial del suelo y conflicto de uso del suelo del Plan Básico de Ordenamiento Territorial- PBOT del municipio de Caldas, Plan de Ordenamiento Territorial- POT del municipio de Titiribí, Plan de Ordenamiento Territorial- POT del municipio de Venecia y del Esquema de Ordenamiento Territorial- EOT del municipio de Amagá.

Una vez obtenida la información, López Altamiranda realizó una clasificación para lograr efectuar los geoprocесamientos, con el fin de obtener las relaciones existentes entre cada una de las entidades (capas/feature class), respecto a cada uno de los atributos que contienen. A partir de las relaciones establecidas, Lopez Altamiranda encontró que, respecto al Área de Influencia Directa del Proyecto, se intervienen 3295,80 ha de cobertura de bosque, 2952,80 ha corresponden a vegetación secundaria o de transición a lo largo de los municipios de en los municipios de Venecia, Titiribí y Amagá, en cuanto a bosques de galería y/o ripario halló que el proyecto ocupa un área de 343,00 ha entre los municipios de Tititribí y Venecia.

Esta investigación arrojó, que el proyecto ocupa una de ronda hídrica de 2335,08 ha., distribuidos en toda el área de influencia directa constituidas por drenajes dobles y sencillos entre los cuales se encuentran las quebradas permanentes como; La Popala con 26,83 ha., Sinifaná, 203,77 ha. Candela 5,37 ha., El Guamo 25,70 ha., La Pita 7,15 ha., Sabaletas 78,24 ha., La Cascajosa 30,14 ha., Cajones 26,94 ha., Yarumal 9,92 ha., y La Maní Del Cardal 4,34 ha. López Altamiranda, pudo concluir con la identificación de las coberturas de bosques, cultivos y rondas hídricas intervenidos por el proyecto, siendo los bosques de galería y/o ripario (con mayor intervención), mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales los más afectados y respecto a la ronda hídrica más intervenida se encuentra la quebrada Sinifaná, todos éstos ubicados en su mayoría en el municipio de Amagá.

Por otro lado, en lo concerniente a temáticas de ordenación, uno de los factores que definen el ordenamiento territorial, son las condiciones de uso y aspectos climáticos que se puedan llegar a presentar en el área de interés. partiendo de este precepto, se trae a colación estudios realizados en el Delta Vietnamita de Mekong, sobre los cambios en los regímenes hidrológicos y los usos de

la tierra, con la finalidad de lograr predecir, si esta zona de interés, será susceptible ante la ocurrencia de eventos como la inundación, sin embargo, los resultados de las investigaciones, han arrojado las variaciones presentadas, pero solo hasta el año 2018, Thuy Ngan, et al., lograron establecer interrelaciones entre las dinámicas existentes de los usos del suelo y los cambios en el régimen hidrológico de esta zona de estudio (Thuy Ngan, et al., 2018).

Para lograr el desarrollo de esta investigación, los autores se basaron en mapas de series de tiempo y datos estadísticos sobre el uso de la tierra, inundación e intrusión salina, contemplando un área mayor respecto de la zona de interés (campos de arroz y tierras adyacentes), a partir de estos mapas, obtuvieron los datos, para establecer correlaciones existentes entre los usos del suelo y los cambios en el régimen hidrológico, obteniendo los siguientes hallazgos, para los años 2001 a 2012, encontraron alta variabilidad en el uso de la tierra con cambios a razón de 14.94% anualmente. El cultivo de arroz experimentó el mayor cambio, evolucionando desde un cultivo único (originalmente), de variedades tradicionales, hacia cultivos dobles y triples en variedades de alto rendimiento, determinaron que en la década de 1990 y principios del 2000, la acuicultura presentó una rápida expansión y luego de este periodo se mantuvo estable. Por otro lado, las inundaciones y la intrusión salina fueron controladas cada vez más por infraestructura hidrológica, para el suministro de agua dulce y el desarrollo de las actividades agrícolas (Thuy Ngan, et al., 2018).

A partir de esta investigación se pudo concluir que a la escala del Delta, se encontró una clara interacción entre la dinámica del uso de la tierra y los cambios del régimen hidrológico, donde la infraestructura construida para el control del régimen hidrológicos, influyó particularmente en la forma como se utilizaba la tierra con efectos notorios entre 2001 y 2012, con

impactos espaciales y temporales extendiéndose más allá de los campos de arroz, sin embargo, a nivel de fincas o granjas, encontraron evidencia que los cambios de uso de la tierra fueron impulsados por factores distintos a los cambios de los regímenes hidrológicos y la operación de la infraestructura hídrica (Thuy Ngan, et al., 2018).

Dentro del trabajo de grado realizado por Parrado, Unibio y Zuluaga (2019), dan a conocer los conflictos ambientales, sociales y económicos, causados por incumplimiento en las normas respecto al uso del suelo en las rondas de fuentes hídricas de Villavicencio (Meta). El desarrollo se basa en determinar las áreas de rondas hídricas afectadas por el límite de desarrollo urbano, comparando además afectaciones determinadas con las zonas de riesgo por inundación que describe el POT, identificando impactos ambientales y sociales generados en estos entornos, propendiendo soluciones para la mitigación de los riesgos ambientales y sociales.

El desarrollo metodológico lo realizan apoyados en herramientas de sistemas de información geográfica como el ArcMAP, en donde realizan las delimitaciones y superposiciones o intercepciones obteniendo así las áreas afectadas por el límite de desarrollo urbano. De los resultados obtenidos en el trabajo identifican el no cumplimiento cabal de lo establecido por el plan de ordenamiento territorial del Villavicencio, teniendo en cuenta que todos los cuerpos hídricos que interactúan con el casco urbano presentan afectación de su ronda hídrica. (Unibio y Zuluaga ,2019).

Identifican así mismo impactos ambientales relacionados al conflicto de uso del suelo que se presentan en el agua superficial, subterránea, componente geomorfológico, unidades paisajísticas y el suelo, ejemplo de algunos impactos identificados se encuentran: a nivel superficial, la alteración de los cauces, de la capacidad de transporte del agua, y cambios en la

calidad del agua; a nivel subterráneo alteración de la zonas de recarga, del nivel freático, la capacidad de los acuíferos y su calidad (Unibio y Zuluaga ,2019).

Igualmente, a nivel de trabajo de grado, Castañeda y Ocampo (2019) realizaron la delimitación de la ronda hídrica y zonificación del riesgo del río Bogotá en el municipio de Villapinzón, basándose en la modelación hidrológica e hidráulica, el proyecto de grado se justifica en los procesos de inundación que se presentan y que pueden afectar a la población, cuando esta se encuentra asentada en cercanías de las fuentes hídricas. Su objetivo entonces va en pro de realizar la adecuada delimitación de la zona de ronda, con el fin de proporcionar herramientas aplicables al ordenamiento del territorio enfocado a la gestión de inundaciones.

El trabajo fue desarrollado partiendo de la caracterización climática y física de la cuenca, igualmente delimitando la cuenca e identificando los aspectos morfométricos e información de oferta (caudales) y desarrollando entonces la modelación hidráulica, para posteriormente realizar el análisis de los riesgos. Los resultados los presentan diferenciando 4 zonas, con dos zonas con riesgo alto, una con riesgo medio y otra con riesgo bajo. Como recomendación final de este trabajo el cual será tenido en cuenta como referente ante los parámetros necesarios que se deben contemplar para determinar las zonas de ronda hídrica y su comparativo con el ordenamiento del territorio, se indica que una mala planificación, resulta posteriormente en una tarea compleja de recuperación de estos espacios, dado que se precisa el desarrollo de renovaciones estructurales, lo que finalmente lleva a que no se recuperen estas áreas asociadas a las fuente hídricas y finalmente se deban desarrollar otras obras para el control de las inundaciones, mitigando así el riesgo.

Otro trabajo relacionado al crecimiento poblacional sin la adecuada planificación del territorio es el desarrollado por Álvarez (2019), este trabajo muestra algunos casos de éxito en

relación a recuperación de espacios los espacios asociados a las fuentes hídricas, como el caso del arroyo Cheonggyecheon en Corea del Sur, el Río Rin en Europa y los Canales de Copenhague en Dinamarca. La recuperación de estas fuentes hídricas en relación a sus condiciones descritas por la autora, la llevan al planteamiento de que, es indispensable contar con herramientas para que, de manera lógica y organizada, se gesten los procesos urbanísticos que permitan un desarrollo integral alrededor del recurso agua.

El trabajo que desarrolla una evaluación del ordenamiento territorial en torno a los recursos hídricos urbanos, teniendo como caso de estudio la microcuenca de la quebrada Chiguaza en Bogotá D.C., en la localidad San Cristóbal ubicada al sur de la ciudad. Resalta como de importancia Álvarez (2019), las condiciones socioambientales de la población de la localidad, la cual es mayormente de escasos recursos, limitando esto el acceso a viviendas con mejores condiciones, llevando esto a generar asentamientos ilegales, en sitios con topografía desfavorable, como los cerros y cercanías o rondas de cuerpos de agua, donde la morfología del suelo es de difícil acceso e inestable y que por ser zona de reserva ambiental tiende a ser muy húmeda.

La investigación desarrollada por Álvarez (2019) fue de tipo descriptiva y con diseño no experimental, en la que el procedimiento metodológico se basó principalmente en la recopilación de información a través de diferentes fuentes de información secundarias, realizando una descripción del área de estudio, analizando indicadores del ordenamiento territorial, cambios en el ordenamiento territorial y proponiendo escenarios que permitan el desarrollo ambiental adecuado en torno al recurso hídrico. Presenta entonces el trabajo una descripción de los modelos de ocupación del territorio para diferentes periodos desde 1950, de los enfoques de ordenamiento a nivel internacional y nacional, municipal y distrital, al igual que los enfoques nacionales para la

ordenación de cuencas y microcuencas y un análisis multitemporal de la microcuenca a partir de imágenes satelitales. Entre otros aspectos de resaltar a la investigación de Álvarez (2019) se puede mencionar los aspectos relacionados a la contaminación del recurso hídrico y de gestión del riesgo.

Los resultados de los análisis de los modelos de ordenamiento territorial, especialmente su revisión del POT de Bogotá y sus ajustes, le permitieron a Álvarez (2019) identificar en estos no cuentan con indicadores que permitieran realizar mediciones, seguimientos y control a los instrumentos. Identificando que se ve abordado el tema de los recursos hídricos urbanos como algo sin tanta relevancia, con visión desde el tratamiento de las aguas ya contaminadas y no desde la reintegración y recuperación del recurso hídrico. En relación con calidad concluyen que lo observado en las visitas a campo realizadas, no concuerda con las estaciones de monitoreo en la microcuenca.

Para finalizar el análisis y dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, plantea entonces Álvarez (2019), escenarios que integran la gestión de los recursos hídricos en el ordenamiento territorial, gestionando así los riesgos, la calidad del recurso, adicionando igualmente todos los procesos relacionados a la adaptación al cambio climático.

Como en el caso del estudio anterior, Calderón (2019) proporciona mediante el desarrollo de su investigación la aplicación de Gestión Integrada de Recursos Hídricos en el Ordenamiento Territorial como aporte al Desarrollo Sostenible del Periurbano en el área serrana del partido de general Pueyrredon, provincia de Buenos Aires, el punto de partida de la metodología empleada fue realizar el diagnóstico integrado del sistema territorial a estudiar, para ello, identificó los subsistemas de la provincia de Mendoza, que se conforman por subsistema físico-natural, socioeconómico y político-Institucional.

A partir de lo anteriormente descrito, Calderón identificó las variables o categorías analíticas correspondientes a cada uno de los subsistemas, con lo cual dio lugar a la delimitación espacial en el que cada uno sería estudiado, entonces para los sistemas de objetos, analizaron los Subsistema físico- natural, los cuales alberga variables de Clima, Geomorfología, Agua subterránea, Agua superficial, Suelos y Vegetación; y para los subsistemas Físico-Construido, contemplaron su análisis a partir de las variables como Catastro Territorial, Infraestructura y Servicios Públicos, Usos del Suelo, Calidad Edilicia; para los Sistemas de Acciones, también emplearon dos subsistemas los cuales fueron el Socioeconómico, que consideran los parámetros como poblamiento, población, actividades económicas, Vulnerabilidad Social ante la contaminación de aguas subterráneas; y subsistema político-institucional que analiza todas las políticas de Ordenamiento Territorial e hídrico a nivel Nacional, Provincial y Municipal.

La cartografía temática se realizó a través del software SIG libre (QGIS 2.18.9), con el cual Calderón generó mapas temáticos con base a los levantamientos de campo y antecedentes como Modelo Digital de Elevaciones; sistemas, unidades y elementos morfoodinámicos; red de drenaje; piezometría; espesor de la zona no saturada; tipos de suelos, capacidad de uso agrícola de los suelos; clasificación de la red vial; transporte público; agua potable en Sierra de Los Padres; servicio de gas y electricidad; catastro territorial; usos del suelo; equipamientos. A través de este software, se llevó a cabo además el análisis territorial a nivel de radio censal basados en la información consultada en el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Argentina, a partir de los cuales, Calderón construyó mapas sociales como tipos de radios censales; densidad de población; y población extranjera. Además, a partir de variables seleccionadas logró calcular un Índice de Vulnerabilidad Social asociado a la contaminación del agua subterránea.

Los análisis realizados por Calderón (2019) del sistema territorial estudiado a partir de la caracterización de diferentes componentes de los subsistemas físico-natural, físico-construido, socioeconómico y político-institucional, le permitió identificar el conjunto de objetos y acciones que configuran el espacio periurbano en estudio. Partiendo de dicha caracterización, el autor logró establecer una síntesis integradora del diagnóstico mediante la determinación de 16 UIT que componen el área serrana del partido, clasificadas de acuerdo con su carácter ecosistémico, productivo, mixto o residencial. Con respecto a sus características físico-naturales del área serrana del PGP, el estudio permitió demostrar que sus condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas son muy aptas para el desarrollo de cultivos agrícolas. Asimismo, en cuanto a su geomorfología, presentó un alto valor paisajístico otorgado principalmente por el sistema serrano y por la Laguna de Los Padres. Cabe destacar que todas las actividades se abastecen del acuífero pampeano, de tipo libre o freático, que constituye la única fuente de agua para todo uso. Las características mencionadas condicionaron y determinaron los usos del suelo principales en esta investigación fueron rural intensivo, rural extensivo, pasturas, forestal y residencial.

4. Referente normativo y legal

Tabla 1. Referente Legal y normativo del proyecto.

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Constitución Política De Colombia 1991	<p>Artículos 79, 80 y 313 numeral 7</p> <p>Partiendo del precepto del artículo 79 que <i>el estado debe proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica</i>, es válido precisar que las Rondas hídricas de los diferentes cuerpos de agua de interés en el Área Metropolitana de Barranquilla, hacen parte de la Estructura Ecológica principal, por lo cual esta normativa es un fundamento clave para desarrollar el este proyecto de grado.</p> <p>Por otro lado, teniendo en cuenta el objetivo de este trabajo de grado que busca determinar los factores que inciden en la ocupación de las rondas hídricas o cauces de los cuerpos de agua presentes en el AMB, es importante conocer los instrumentos de ordenación y/o actos administrativos donde se definen los acotamientos de rondas hídricas y en los cuales se dictaminan su uso y condicionamiento, lo cual cumple con el principio de los derechos colectivos y del ambiente, especialmente en su artículo 80, donde dictamina que el estado planificará entre otras cosas el manejo, aprovechamiento de los</p>

	<p>recursos naturales , su conservación . Además, este deberá prevenir y controlar factores de deterioro ambiental</p>
Ley 99 De 1993	<p>por la cual 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. Esta ley fundamenta la creación de las autoridades ambientales, quienes dentro de sus funciones deben <i>realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres, en coordinación con las demás autoridades competentes, y asistirles en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres; adelantar con las administraciones municipales o distritales programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación;</i> lo cual resulta clave porque son sitios claves para la obtención de información relacionada a este proyecto.</p>
Ley 388 De 1997	<p>Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones</p>

LEY 1523 De 2012	por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones
Ley 1931 De 2018	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Esta ley permite identificar algunos factores que inciden en la ocupación de rondas hídricas.
Decreto 1076 De 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. En su artículo 2.2.3.1.6.5 se armoniza los instrumentos de planificación, dentro de los cuales se destaca la delimitación de rondas hídricas
Decreto 1077 De 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio
Decreto 2245 De 2017	Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas

<p style="text-align: center;">Decreto 1232 De 2020</p>	<p style="text-align: center;">Por medio del cual se adiciona y modifica el artículo 2.2.1.1 del Título 1, se modifica la Sección 2 del Capítulo 1 del Título 2 y se adiciona al artículo 2.2.4.1.2.2 de la sección 2 del capítulo 1 del Título 4, de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con la planeación del ordenamiento territorial</p>
<p style="text-align: center;">Resolución 0957 de 2018</p>	<p style="text-align: center;">Por la cual se adopta la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones</p>
<p style="text-align: center;">Resolución 214 de 2015 - CRA</p>	<p style="text-align: center;">Por el cual se adopta la definición de ronda hídrica o acotamiento de la faja paralela de la ciénaga de mallorquín en el departamento del atlántico</p>
<p style="text-align: center;">Resolución 493 de 2016 - CRA</p>	<p style="text-align: center;">Por el cual se adopta la definición de ronda hídrica o acotamiento de la faja paralela a la ciénaga de rincón o lago del cisne, siendo este uno de los cuerpos de agua que se encuentra dentro del área de estudio</p>
<p style="text-align: center;">Acuerdo 034 de 2001</p>	<p style="text-align: center;">Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Malambo</p>

Acuerdo 004 de 2002	Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Soledad
Acuerdo 024 de 2016	Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Galapa
Acuerdo 013 de 2017	Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Puerto Colombia
Decreto 0212 de 2014	Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Especial Industrial y Portuario de Barranquilla
Política	Política Nacional de Cambio Climático
Planes	Plan integral de Gestión de Cambio Climático territorial del Atlántico 2040
	Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Atlántico
	Plan de Gestión del Riesgo de Desastres del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla 2017-2032
Comunicado	Tercera comunicación Nacional de Colombia a la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

5. Referente teórico

El ordenamiento territorial corresponde a todas aquellas acciones Político-administrativas y de planificación física concertadas, convocadas por los Municipios, Distritos o Áreas Metropolitanas, dentro de los límites fijados por la constitución y las Leyes, con el fin de proporcionar instrumentos eficientes para la orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular su uso, transformación y ocupación del espacio, acorde con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente, tradiciones históricas y culturales, según lo establecido el Artículo 5 de la Ley 388 de 1997, emitida por el (Congreso de la República de Colombia, 1997). Al hablar de Ordenamiento del territorio, se hace necesario identificar todos aquellos aspectos de importancia ambiental que en él se encuentra, como es el caso de los cuerpos de aguas, los cuales deben contar con la delimitación o acotamiento de sus rondas hídricas.

Se entiende por rondas hídricas a las zonas comprendidas por la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de los ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho. Adicional a esto, las rondas hídricas también están conformadas por las áreas de protección o conservación aferente, según lo consignado en el en el artículo 2.2.3.2.3A.2 del DUR del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 (Presidencia República de Colombia, 2015), en su sección adicionada por el Decreto 2245 (MADS, 2017).

El acotamiento de rondas hídricas se convierte en una de las piezas fundamentales en el ordenamiento ambiental del territorio junto con los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), que deben ser integrados al ordenamiento territorial de los municipios y distritos. En el desarrollo de los POMCA's, Planes y/o Esquemas de Ordenamiento Territorial se debe incluir el componente asociado a la gestión de los riesgos, en el cual se identifican, la vulnerabilidad, amenaza y riesgo que pueden presentarse en el territorio y para el caso concreto, las zonas de rondas de los cuerpos de agua.

Para entender el riesgo, se hace necesario identificar todos aquellos potenciales daños o pérdidas que puedan presentarse, como resultado de eventos físicos peligrosos de origen bien sea natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico, determinado por la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Ministerio del Interior, 2012). Entiéndase por vulnerabilidad, la susceptibilidad o fragilidad de los componentes (físicos, económicos, sociales, ambientales o institucionales), a sufrir efectos adversos, frente a la ocurrencia de un evento físico asociado a fenómenos hidroclimatológicos (Congreso de Colombia, 2018).

Asimismo, se entiende por amenaza al peligro latente ante un evento físico de origen natural, o causado por la acción humana de manera accidental, presente un grado de severidad alto de causar impactos como pérdidas de vidas, lesiones (entre otras afecciones en la salud), así como también daños y pérdidas en los bienes y servicios, infraestructura y recursos ambientales. Artículo 4, de la Ley 1523 de 2012 (Ministerio del Interior, 2012).

Se trae a colación los conceptos asociados al riesgo dado que, con la intervención de las áreas de ronda hídrica por población de diferentes tipos, se puede propender al aumento en la vulnerabilidad, por encontrarse mayores elementos expuestos, así como también, el deterioro de las áreas naturales que ofrecen protección ante las amenazas.

Este aumento no solo puede verse reflejado en las clases de riegos principalmente gestionadas como lo son, la inundación, erosión, incendios forestales, sismicidad y remoción en masa, sino que también, con la intervención de estas áreas se puede afectar la capacidad de adaptación de los ecosistemas ante la presión creciente del cambio climático. Definido este, como la variación del estado del clima, causado por procesos internos naturales o forzados por la modulación de los ciclos solares, erupciones volcánicas, o variaciones antropogénicas persistentes de la composición de la atmósfera como resultado del incremento de las concentraciones de gases efecto invernadero o del uso del suelo, que pueden dar lugar a modificaciones de las características de los fenómenos meteorológicos e hidroclimáticos extremos en su frecuencia promedio e intensidad, que se refleja paulatinamente en el comportamiento y ciclos anuales de estos. (Congreso de Colombia, 2018)

6. Metodología

6.1 Enfoque metodológico

El enfoque de la investigación del presente trabajo de grado es de tipo mixto, debido a que en este se integran características de enfoque cualitativo y cuantitativo.

6.2 Tipo de estudio

La investigación fue desarrollada por estudio de tipo cuantitativo - descriptivo, ya que se dirige fundamentalmente a la descripción de fenómenos en unas circunstancias determinadas.

6.3 Procedimiento

Para lograr el desarrollo del presente trabajo de investigación se concibieron cuatro etapas en función de cada uno de los objetivos planteados.

Etapas 1: Identificación y selección de cuerpos de agua con ocupación de ronda hídrica.

Como primera tarea para la identificación, se obtuvo la cartografía básica oficial del área de interés, a escala 1:100.000 y 1:25.000, proveniente del portal de datos abierto del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, de la oficina de planeación del Distrito de Barranquilla y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA.

Seguidamente, con base en la cartografía se identificaron los cuerpos de agua que cuentan con un área superficial mayor a 5 hectáreas que se encuentran en jurisdicción de los municipios que conforman el Área Metropolitana del Distrito de Barranquilla, y que hayan sido priorizados por las autoridades ambientales competentes para el acotamiento de sus rondas hídricas.

Posterior a ello, fueron solicitadas a las secretarías y oficinas de planeación de los municipios y autoridades ambientales, las imágenes satelitales disponibles para el área de interés, así como también la información de los planes o esquemas de ordenamiento territorial e instrumentos de planificación ambiental, con el fin de llevar a cabo la identificación y delimitación de las áreas de rondas hídricas o cauces de los cuerpos de aguas que han sido ocupados ilegalmente o con los permisos ambientales correspondientes.

Adicional a las solicitudes realizadas a las entidades territoriales y ambientales, se desarrolló una revisión de los diferentes portales libres proveedores de imágenes de sensores remotos con el fin de obtener la información para los años dentro del periodo definido en los cuales las entidades no contarán con la misma. A partir de la plataforma Copernicus Open Access Hub (anteriormente conocida como Sentinels Scientific Data Hub), se logró obtener acceso completo, gratuito y abierto a imágenes Sentinel -2, para el período comprendido de 2017 a 2022, años a partir de los cuales se seleccionaron las imágenes con adecuada resolución (espacial, radiométrica y espectral) y nubosidad que permitiera identificar las áreas ocupadas en las zonas de protección de los cuerpos de agua, las imágenes a partir del sensor obtenido presentan las siguientes características:

Tabla 2. Características del satélite empleado para la descarga de imágenes Sentinel.

NOMBRE SATÉLITE	PAÍS ORIGEN	AÑO LANZAMIENTO	NOMBRE SENSOR	RESOLUCIÓN ESPACIAL Y ESPECTRAL	USO O DESCRIPCIÓN
Sentinel 2	Agencia espacial europea	2015	Sensor óptico multispectral	R. Espacial: 10, 20 y 60 m R. Espectral: R, G, B, SWIR, SWIR - Cirros, Vegetation Red Edge, NIR, Vapor de agua y coastal aerosol	Gestión del territorio, supervisión del recurso agua, clasificación de cultivos, agricultura de precisión, supervisión de bosques y vegetación

Fuente:(ESA - SENTINEL 2, 2015)

Una vez obtenida la información, se verificaron aquellos cuerpos de agua que cumplieran con los criterios definidos y que contarán con acotamiento de su ronda hídrica. Adicionalmente, para aquellos que no se encontraran acotados, se delimitaron las zonas de protección y/o cauces de estos con ocupación ilegal, teniendo en cuenta los lineamientos del decreto 2245 de 2017 y la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas adoptada por resolución de MADS 0957 de 2018.

La señalada normatividad establece que la ronda comprende hasta 30 metros a partir de la línea de mareas máximas o máxima inundación, para lo cual, se verificó si las información consultada de las diferentes entidades presentaba esta información y en caso contrario, las áreas de rondas o protección, se definieron a partir del límite de los cuerpos de agua que se encontrarán definidos en la cartografía básica oficial, adoptando la totalidad de la distancia señalada por la guía técnica para acotamiento.

Etapas 2: Identificación de usos del suelo, sectores económicos y población en áreas de ronda hídrica.

Seguido de la delimitación se realizó la identificación de los diferentes sectores o actividades económicas asentadas en las rondas de protección hídrica o en los cauces de las fuentes hídricas en el área de influencia.

Para lograr este objetivo se inició con la revisión de los diferentes instrumentos de ordenamiento territorial con los que cuentan los diferentes municipios que componen el área metropolitana de barranquilla (planes o esquemas), así como también los instrumentos de planificación del recurso hídrico adoptados por las autoridades ambientales, verificando que los instrumentos de ordenamiento territorial se encontraran alineados con el ordenamiento ambiental del territorio.

Una vez revisados los instrumentos de ordenación, se realizó la identificación de los usos del suelo, se verificaron a través de las imágenes satelitales y de visitas en campo, el cumplimiento de los usos propuestos por los municipios, para las zonas o sectores asociados a los cuerpos de agua en estudio.

Durante las visitas de campo se realizó igualmente la identificación de las comunidades o sectores económicos presentes en el área de estudio y se desarrollaron pequeñas encuestas a la población, con el fin de establecer las principales características de esta.

Etapas 3: Factores asociados a la ocupación de ronda hídrica.

Finalizadas las etapas de recolección de información se procedió a establecer los principales factores asociados al ordenamiento territorial que han llevado a la ocupación de las

rondas de protección hídrica o cauces de los cuerpos o corrientes de agua presentes en el área metropolitana de Barranquilla, siguiendo los pasos mencionados a continuación:

1. Se revisaron las normas y guías con relación al ordenamiento territorial de los municipios a fin de determinar los principales aspectos o factores que se asocian a la definición de áreas de protección.
2. Se realizó igualmente a través de la revisión de información secundaria, los casos de los cuerpos de agua no cuentan con información primaria obtenidos de las visitas a campo o a partir de las encuestas, la validación de las condiciones socioeconómicas del entorno.
3. Se realizó una tercera revisión en referencia a los seguimientos que se realicen a los instrumentos de ordenamiento territorial por parte de los municipios y la Corporación Autónoma.
4. Para finalizar con el objetivo planteado, se desarrolló la identificación de las posibles consecuencias que ocasiona la ocupación de las rondas de protección hídrica o cauces de los cuerpos de agua.

Etapas 4: Revisión conceptual general de vulnerabilidad.

Por último, para alcanzar todos los objetivos propuestos, se inició con la verificación de existencia de estudios asociados a la identificación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos naturales en los diferentes municipios del área metropolitana.

Seguidamente se realizó la revisión de las políticas o planes existentes con relación a la adaptación al cambio climático en el departamento del Atlántico y/o los municipios que hacen parte del área metropolitana de Barranquilla.

Posterior a la revisión de existencia de estudios, se procedió a consultar los instrumentos de planificación de los municipios, esta vez con el fin de identificar si estos han incluido los componentes de gestión del riesgo y cambio climático, y cómo estos han sido abordados.

Se identificaron entonces los factores asociados a la gestión del riesgo y cambio climático determinantes en el ordenamiento ambiental territorial.

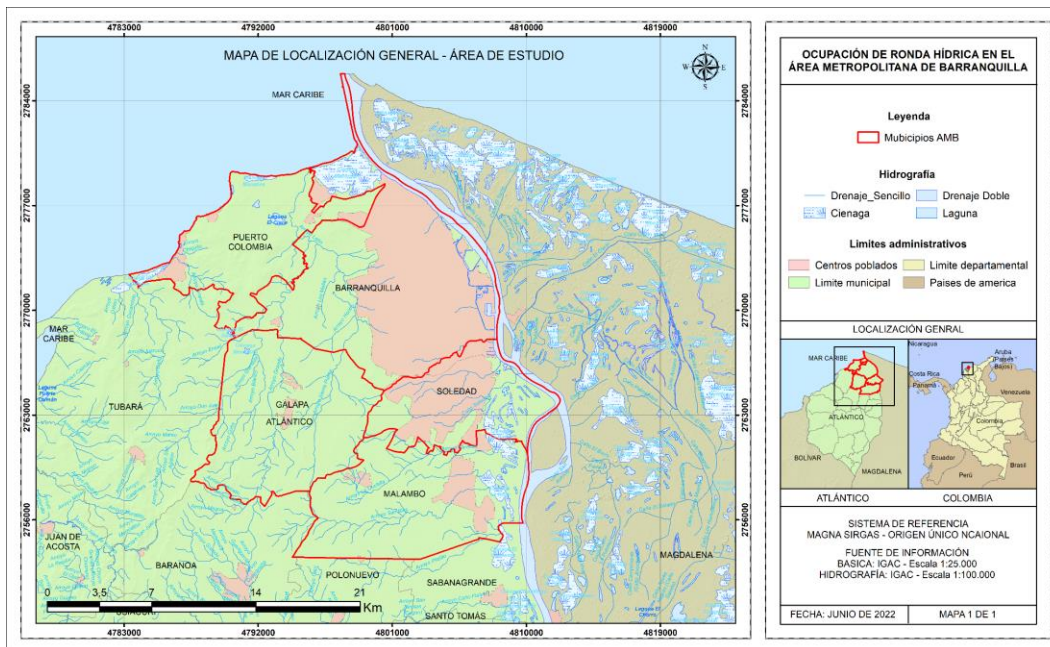
Se finaliza con el análisis de las consecuencias de la ocupación de las áreas de rondas hídricas o cauces de los cuerpos de agua en relación con la gestión del riesgo y cambio climático.

7. Resultados

7.1 Selección de cuerpos de agua

Una vez se obtuvo la cartografía básica de las diferentes instituciones y/o entidades, se procedió a representar cartográficamente el área de estudio y cada uno de los cuerpos o superficies de aguas presentes en cada una de las escalas de información obtenida.

Mapa 1. Localización general del Área Metropolitana de Barranquilla y los cuerpos de aguas asociados, escala 1:100.000.



Fuente: Autores, 2022.

Representadas las superficies de agua, se logró observar en el área metropolitana de Barranquilla la presencia de sistemas lénticos y lóticos compuestos por lagunas y ciénagas naturales, así como también ríos y arroyos, definidos cartográficamente como drenajes dobles y sencillos.

Para los sistemas lénticos, a través de la herramienta de selección por locación del software ArcMAP, se obtuvieron todos los cuerpos de aguas que se encuentran contenidos en el

área de estudio y posterior a ello, se aplicó una selección por atributo, donde se extrajeron los cuerpos de agua existentes en el AMB cuya área superficial es superior a 5 hectáreas. Este proceso se desarrolló inicialmente para la cartografía básica digitalizada a escala 1:25.000, donde resultaron de esta selección nueve (9) lagunas y trece (13) ciénagas. Luego se replicó el proceso en la cartografía 1:100.000, donde se identificaron seis (6) cuerpos de agua catalogados como ciénagas y diez (10) cuerpos de aguas lagunares.

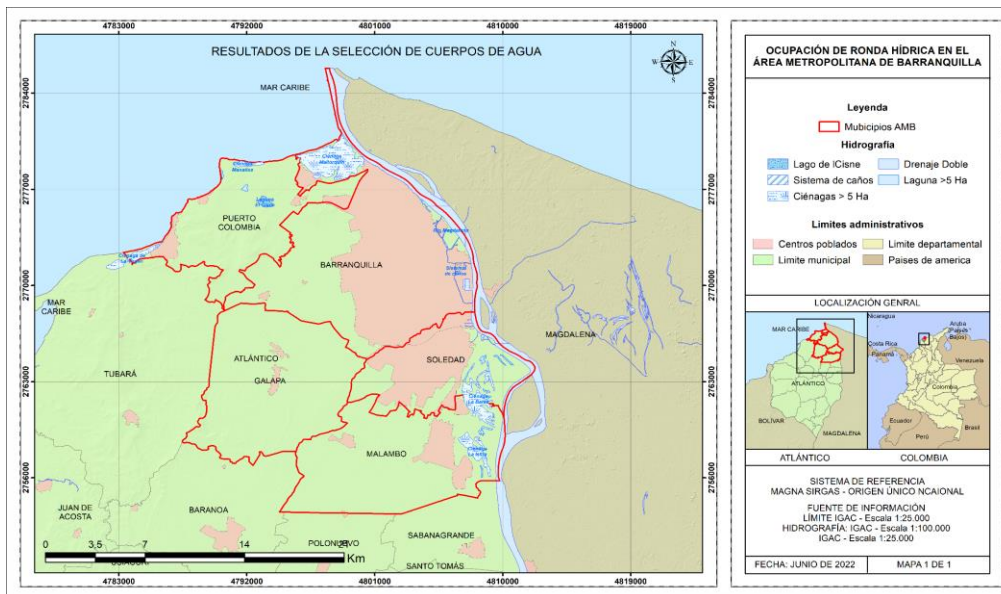
Posteriormente, con la ayuda de la información obtenida de las autoridades ambientales, en la que se encontraron los planes de saneamiento y manejo de vertimientos de los municipios, fueron descartados de la selección, aquellas lagunas que corresponden a sistemas de tratamiento de aguas residuales en la modalidad de lagunas de oxidación.

Luego se verificó el contenido de las resoluciones de priorización de cuerpos de agua para acotamiento de rondas hídricas emitidas por la CRA. Como resultado, se obtuvo que los cuerpos de aguas de características lénticas y lóxicas a priorizados corresponden a las Ciénagas de Mallorquín, Los Manatíes, Balboa, La Bahía, Malambo o Grande, Rincón o Lago del Cisne (priorizados por la CRA), todos estos cuerpos de agua ubicados en los municipios de Malambo, Puerto Colombia, Soledad y el Distrito de Barranquilla.

Esta información se contrastó con las selecciones realizadas en la cartografía básica con escalas 1:25.000 y 1:100.000, encontrándose que todos estos cuerpos de agua lénticos se presentaban en su totalidad, en la cartografía con escala 1:100.000 (en algunos casos con otros nombres asignados como lo son ciénaga de la Virgen para la ciénaga de Balboa, y ciénaga La islita para la ciénaga de Malambo) y para la cartografía 1:25.000, no se encontró digitalizada la

ciénaga de Balboa. La información para el área de interés solo se representa en la cartografía 1:25.000. Por consiguiente, aunque pueden darse imprecisiones por la diferencia de escala, el estudio se realizó integrando ambas delimitaciones, utilizando la cartografía básica 1:25.000 del IGAC para las ciénagas Manatíes, Bahía y Malambo, la cartografía 1:100.000 para la ciénaga de Balboa.

Mapa 2. Resultado de la selección de cuerpos de agua del Área Metropolitana de Barranquilla.



Fuente: Autores, 2022.

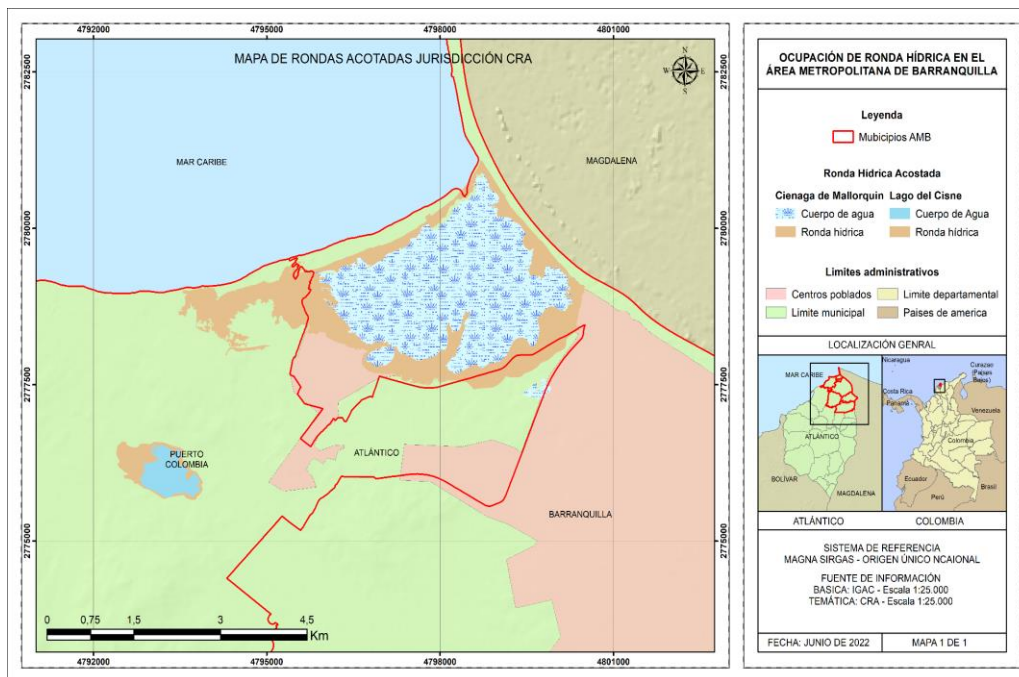
De la selección de cuerpos de agua realizada se pudo identificar preliminarmente que, todos los cuerpos de aguas priorizados por las autoridades ambientales, a excepción de la ciénaga de los Manatíes, se encuentran cercanas a centros poblados o en interacción con zonas urbanas, comerciales o industriales.

Una vez identificados y seleccionados en la cartografía los cuerpos de aguas priorizados por las autoridades ambientales, se desarrolló la verificación de la información aportada por la

CRA de aquellos cuerpos de agua para los que existe acotamiento de rondas hídricas en fechas previas al desarrollo del presente trabajo.

En dicha información se encontró que dos cuerpos de agua en la jurisdicción de la CRA, cuentan con acotamiento de su ronda hídrica previo a la expedición del decreto 2245 de 2017 y estos corresponden a la ciénaga de Mallorquín y el Lago del Cisne, cuyo acotamiento de ronda fue adoptado por la autoridad ambiental mediante las resoluciones 214 de 2015 y 493 de 2016 respectivamente, es por ello, que para estos cuerpos de agua se desarrolló la revisión a partir de la información aportada por autoridad ambiental (cuya escala cartográfica es 1:25.000) y no con referencia a la cartografía del IGAC. Las rondas acotadas para estos cuerpos de agua se muestran en el gráfico 3.

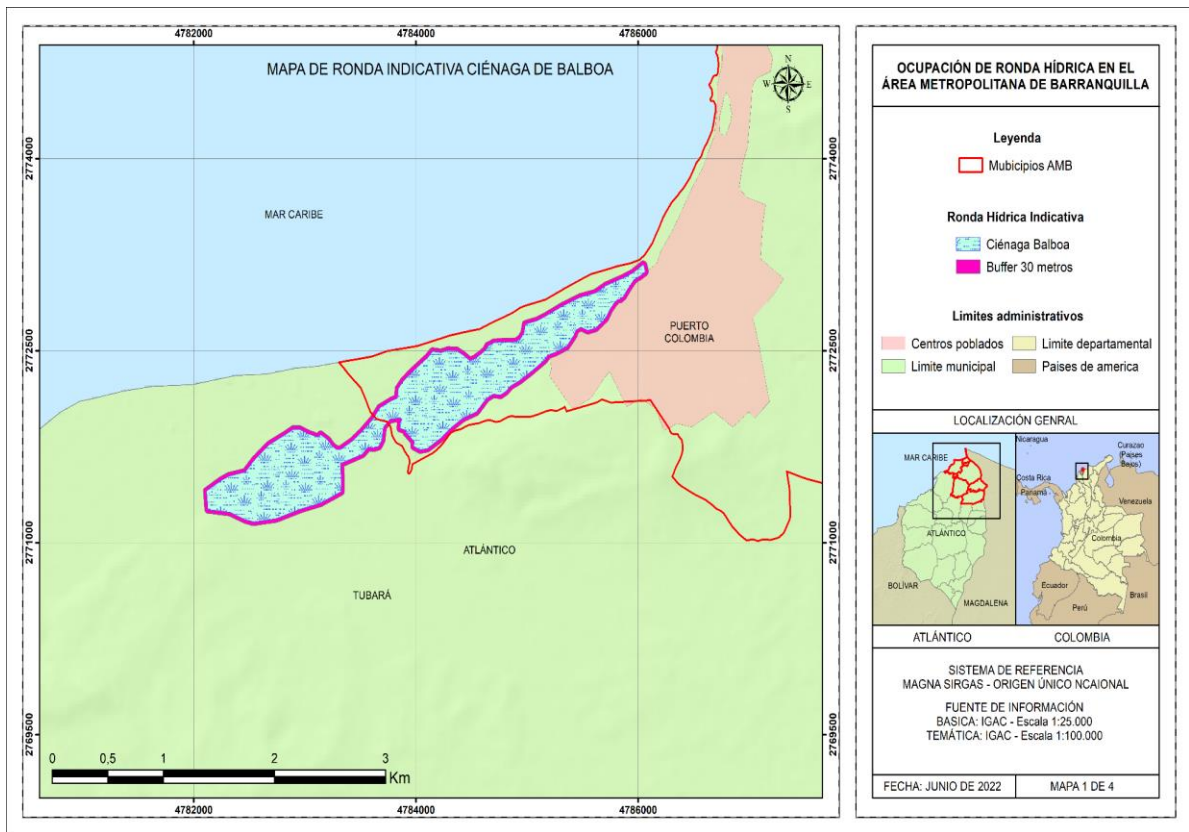
Mapa 3. *Cuerpos de agua con acotamiento de ronda hídrica*



Fuente: Autores, 2022.

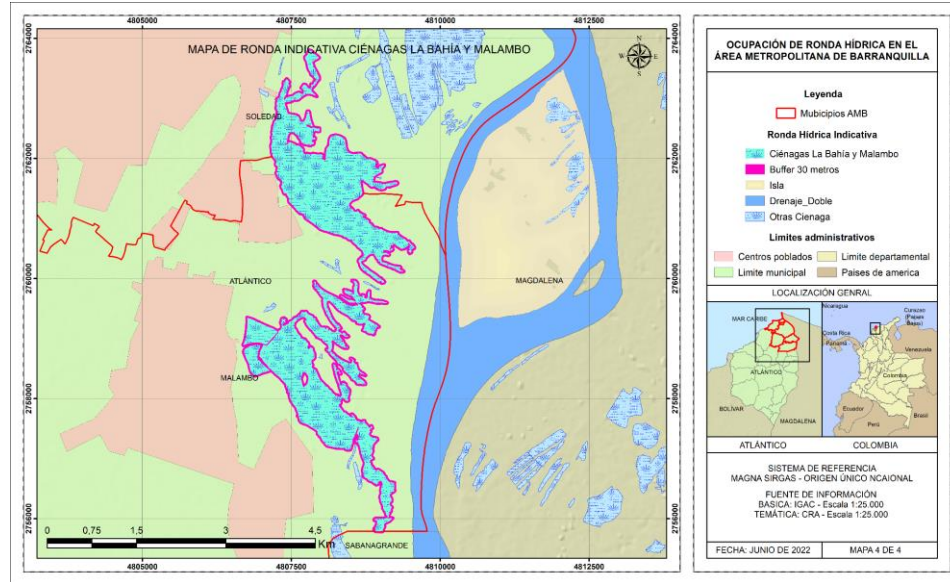
Para las cuatro ciénagas que no cuentan con acotamiento de sus rondas hídricas, se define inicialmente como ronda hídrica representativa un buffer de treinta (30) metros a partir del límite cartográfico definida para cada una de las superficies de agua en estudio, sin considerar esta definición de ronda, la línea de máxima inundación a partir de la cual se determina la faja paralela de hasta treinta metros de la que habla el decreto 2245 de 2017.

Mapa 4. Ronda Hídrica indicativa - ciénaga de Balboa, Puerto Colombia escala 1:100.000.



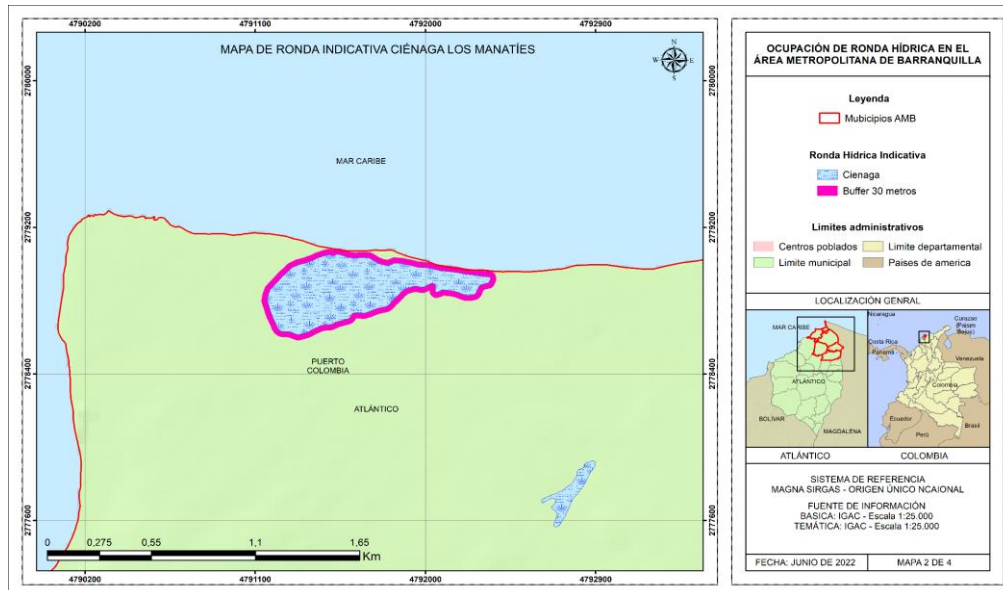
Fuente: Autores, 2022.

Mapa 5. Ronda Hídrica indicativa - Ciénaga Bahía y Malambo, escala 1:100.000.



Fuente: Autores, 2022.

Mapa 6. Ronda Hídrica indicativa -Ciénaga Los Manatíes, Puerto Colombia, escala 1:100.000.



Fuente: Autores, 2022.

7.2 Revisión de instrumentos de planificación y ocupación de áreas de protección y/o de ronda hídrica.

7.2.1. *Revisión de instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios con cuerpos de agua seleccionados*

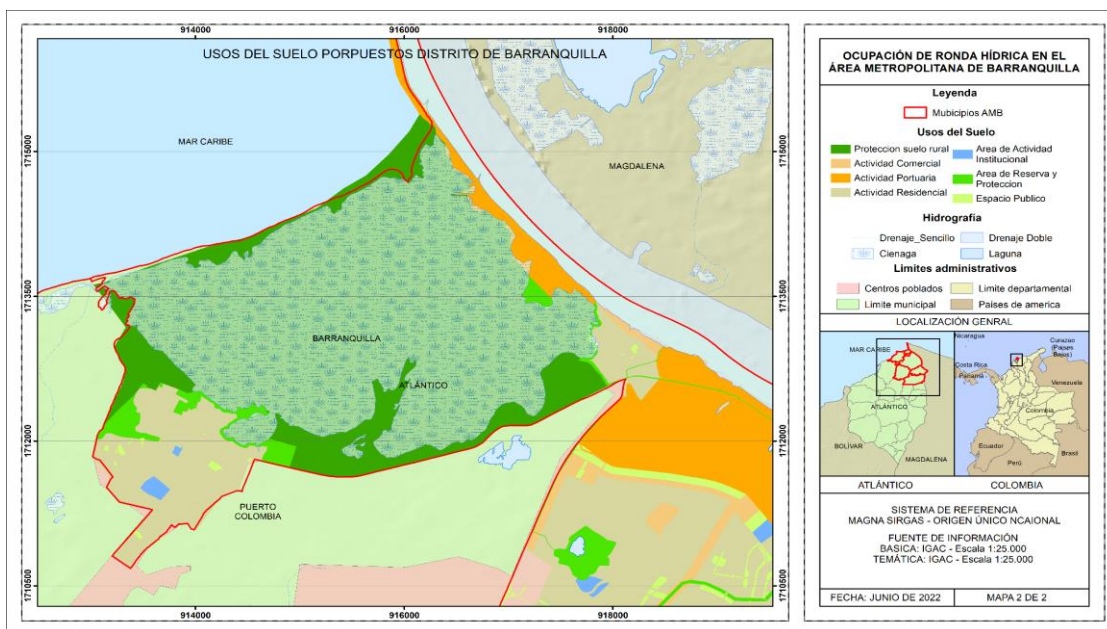
Una vez obtenida la información de los entes territoriales y autoridades ambientales de la jurisdicción, se pudo encontrar en primera instancia durante la revisión de los instrumentos de ordenamiento que, de los cinco municipios que componen el AMB, dos de estos (Malambo y Soledad) no cuentan con instrumentos actualizados, toda vez que su último proceso de concertación con autoridad ambiental con carácter aprobatorio, se llevó a cabo en el año 2001 y que el instrumento de ordenamiento del municipio de Malambo aprobado por el consejo de esa municipalidad en el año 2011, fue declarado en nulidad por no haber surtido el proceso de concertación del cual trata el artículo 24 de la ley 388 de 1997. Para los municipios restantes se presentan instrumentos aprobados y concertados con autoridad ambiental en los años 2013 para el distrito capital, 2016 para el municipio de Galapa y 2017 para el municipio de Puerto Colombia.

Para cada uno de estos municipios, se establecen en los diferentes planes de ordenamiento territorial los siguientes usos o actividades en las áreas asociadas a los cuerpos de agua superficial:

Distrito de Barranquilla:

La ciénaga de Mallorquín, la cual representa la principal laguna costera del departamento del Atlántico, en la que se conjugan el suelo rural y urbano asociado al barrio Las Flores y el corregimiento de La Playa. como se aprecia en el Mapa 7, el suelo rural se direcciona en el instrumento de ordenamiento netamente a la protección ambiental, sumándose a estas algunas franjas de suelo urbano destinadas a reserva y protección, conjugándose con estos en el sector noroccidental de la ciénaga áreas destinadas al desarrollo de actividades portuarias y residenciales.

Mapa 7. Usos del suelo propuestos por el Distrito de Barranquilla a la altura de ciénaga de Mallorquín.

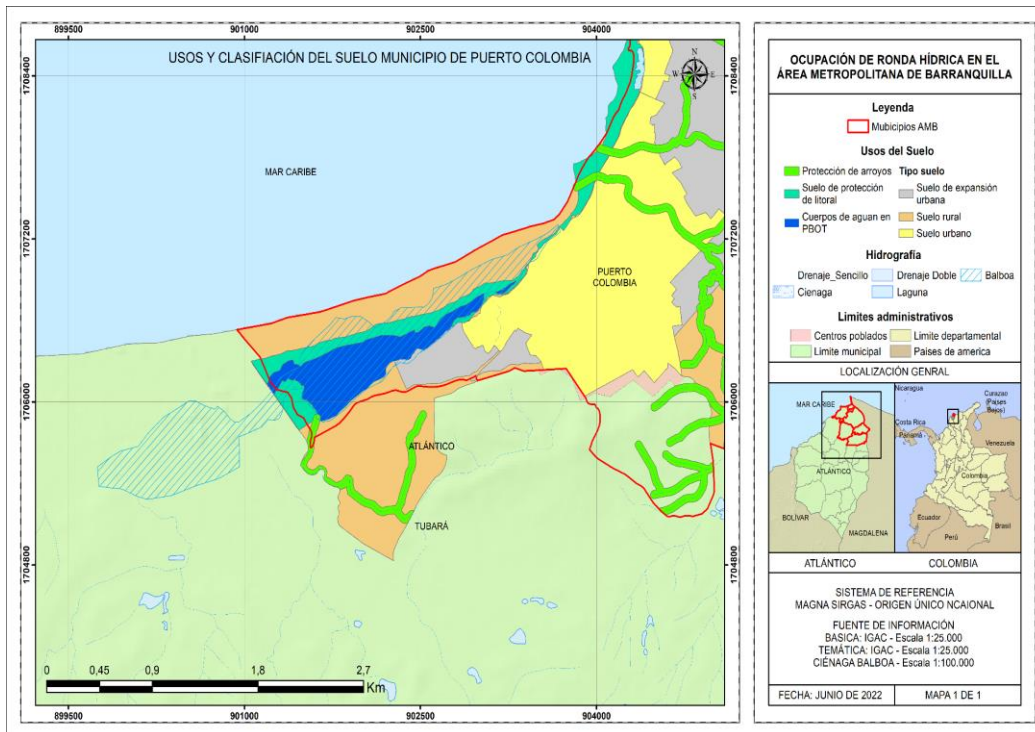


Fuente: Autores, 2022.

Municipio de Puerto Colombia: Representa el municipio con mayor cantidad de cuerpos de agua en evaluación, encontrándose en este proceso las ciénagas de Balboa, Los Manatíes y Rincón o Lago del Cisne.

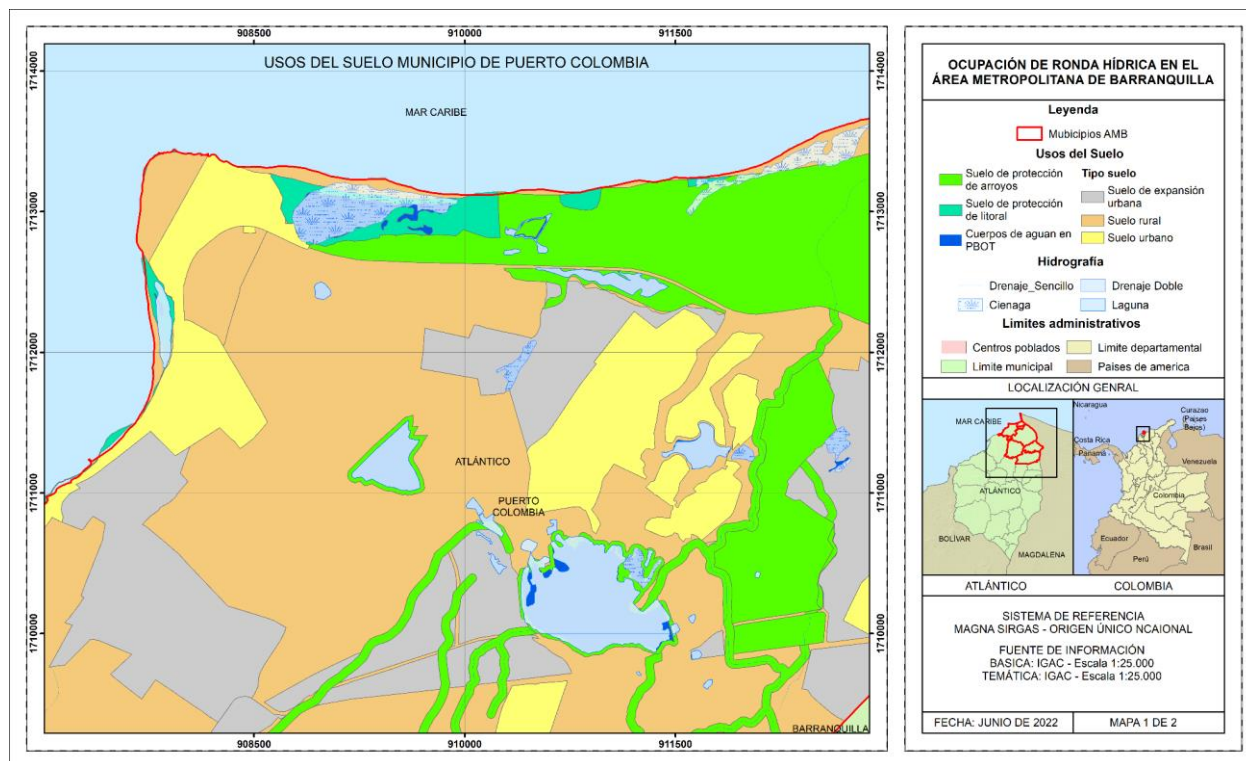
Para todos los cuerpos de agua en este municipio es observable la definición de suelos urbanos y/o de expansión urbana limitantes con el recurso hídrico, adicionalmente se aprecia en cada ciénaga la presencia de suelos de protección y suelo rural. En el caso particular de la ciénaga Rincón en este municipio, la cual cuenta con ronda hídrica acotada por la autoridad ambiental, se evidencia como el instrumento de ordenamiento territorial, no responde a los lineamientos que se definen a partir del acotamiento de rondas hídricas, donde se definen las áreas aferentes a los cuerpos de aguas como zonas estrictamente para la protección y en algunos casos para el desarrollo de actividades en el marco del uso sostenible, direccionado al desarrollo de la investigación científica, de prácticas de paisajismo y contemplación, entre otras.

Mapa 8. Usos y clasificación del suelo – Municipio de Puerto Colombia, Atlántico.



Fuente: Autores, 2022.

Mapa 9. Usos del suelo – Municipio de Puerto Colombia, Atlántico.



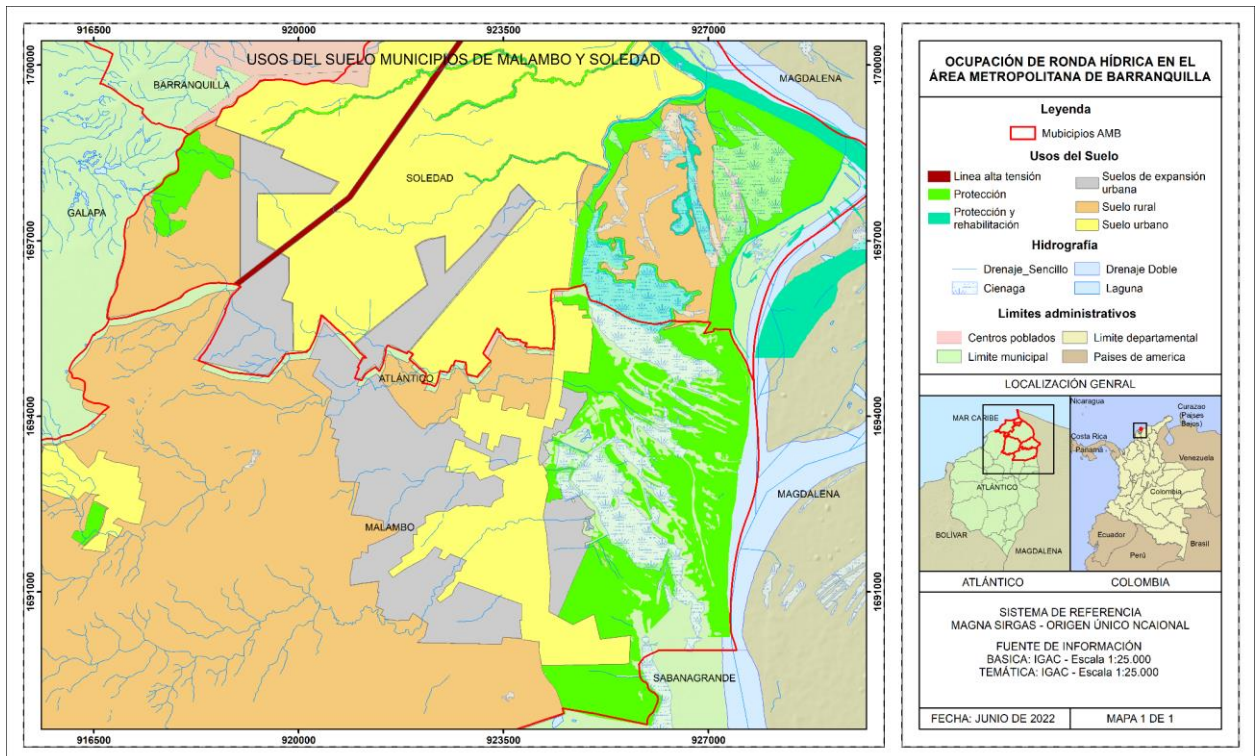
Fuente: Autores, 2022.

Municipio de Soledad: En este municipio se presenta uno de los cuerpos de agua de interés del estudio, el cual se encuentra parcialmente ubicado también en el municipio de Malambo. Particularmente este municipio es el único que no presenta distancias inferiores a los 150 metros a partir de los límites de cuerpos de agua, la definición de suelos urbanos o de expansión urbana, observándose en la zona de interés de la ciénaga La Bahía la presencia de suelos definidos para usos de protección, conservación y suelo rural.

En relación a los suelos rurales definidos entre los suelos de protección, cabe señalar que, de acuerdo a la información expresada por las comunidades y profesionales de las autoridades ambientales, estos son suelos inundables y de amortiguación asociados al río Magdalena, el cual

se conecta a través de diversos caños con todo el complejo de humedales de la margen oriental del departamento del Atlántico.

Mapa 10. Usos del suelo municipios Malambo y Soledad, Atlántico.



Fuente: Autores, 2022.

Municipio de Malambo: En este municipio donde se encuentra parcialmente la ciénaga la Bahía y en su totalidad la ciénaga de Malambo o Grande, y al igual que en el municipio de Puerto Colombia, se definen en los límites o muy cercano a los límites de los cuerpos de agua, suelos para el desarrollo urbano o la expansión urbana lo cual es apreciable en el Mapa 9, convirtiéndose estos suelos con la inclusión de infraestructura que se representan en elementos expuestos o vulnerable, en potenciales zonas de alto o muy alto riesgo por inundaciones, teniendo en cuenta que estas áreas asociadas a los sistemas o complejos de ciénagas del

Atlántico, representan las zonas de amortiguamiento e inundación durante la épocas de lluvias y crecientes del río principal de la región (río Magdalena). Así mismo, se observa en el mapa los suelos definidos como protección en el instrumento aprobado en año 2001 (mismo año de aprobación que el del municipio de Soledad)

7.2.2. Revisión de instrumentos de planificación ambiental

Desde la expedición del código de los recursos naturales (decreto ley 2811 de 1974), las normas colombianas relacionan la protección de las áreas aferentes a los cuerpos de agua, donde en lo referente al dominio de las aguas y sus cauces, el artículo 83 establece que “*salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado:*

- a.- El álveo o cauce natural de las corrientes;*
- b.- El lecho de los depósitos naturales de agua;*
- c.- La playas marítimas, fluviales y lacustres;*
- d.- Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho;*
- e.- Las áreas ocupadas por los nevados y por los cauces de los glaciares;*
- f.- Los estratos o depósitos de las aguas subterráneas.”*

Seguido a la expedición del código, se crean las autoridades ambientales con la ley 99 de 1993 y se desarrollan hasta la fecha diferentes normas y guías direccionadas al ordenamiento del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo. Particularmente el ordenamiento del territorio en lo asociado al recurso hídrico superficial desde el nivel nacional hasta el local parte desde los Planes Estratégicos de Macrocuencas - PEM, que se definen como un “*instrumento de*

planificación ambiental de largo plazo que, con visión nacional, constituye el marco para la formulación, ajuste y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planificación, planeación, gestión, y de seguimiento existentes en cada una de ellas” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

En el nivel siguiente a los PEM desde el enfoque regional, se encuentran los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS, el cual *“es el instrumento de planificación, a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca.”* (IDEAM, 2022), Este instrumento parte desde una fase de diagnóstico y desarrolla en sus fases posteriores hasta la de formulación, la zonificación ambiental en la que *se definen áreas de manejo ambiental para los siguientes propósitos: i) la protección, conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables; ii) ocupación del territorio de forma segura; iii) evitar nuevas condiciones de riesgo en la cuenca* (IDEAM, 2022).

Seguidamente en el nivel local, podemos encontrar el acotamiento de las rondas hídricas y los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH, este último *es un instrumento de planificación que incide en la administración del recurso hídrico superficial continental y le permite a la Autoridad Ambiental competente fijar la destinación y uso de los cuerpos de agua continentales superficiales, establecer las normas, las condiciones y el programa de seguimiento para alcanzar y mantener los usos potenciales del agua, además de conservar los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies, en un horizonte mínimo de diez años* (Minambiente, 2022). Sin embargo, el PORH no constituye un instrumento objeto de esta

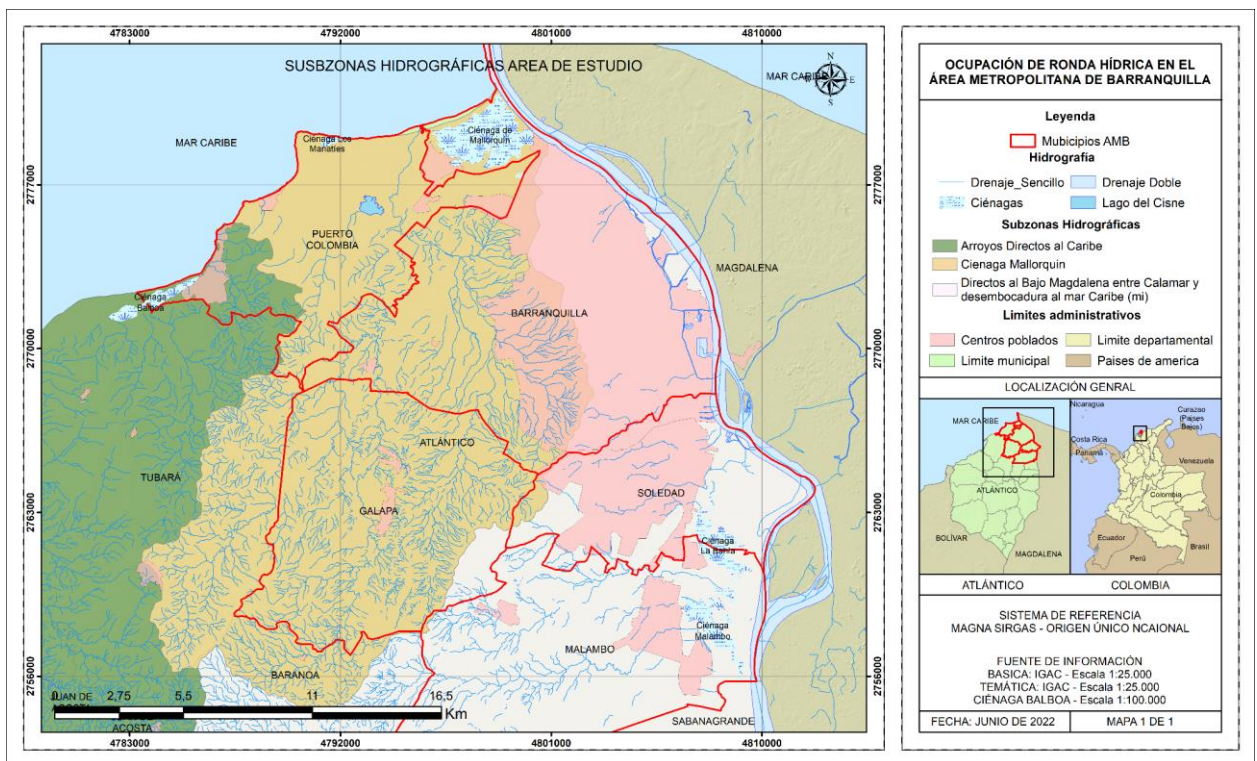
revisión, como sí lo representa el acotamiento de rondas hídricas, el cual se encuentra reglamentado hoy en día por el decreto 2245 de 2017.

Adicional a la ordenación de recurso hídrico superficial es de gran importancia tener presente que, el ordenamiento del territorio debe considerar otros aspectos ambientales que son señalados en la ley 388 de 1997 en el artículo 10 considerados como determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía en sus ámbitos de competencia, de acuerdo a la Constitución y la Leyes, de las cuales se hace referencia a las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales; otras relacionadas al patrimonio cultural, la infraestructura vial y componentes de planes integrales de desarrollo metropolitano, que por no ser del resorte del presente trabajo, no fueron desarrollados u objeto de revisión, más pueden llegar a considerarse en otras instancias de investigación.

Siguiendo la revisión a escala regional y/o metropolitana en el departamento del Atlántico, pueden identificarse a partir de la información aportada por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico la presencia de tres cuencas o subzonas hidrográficas objeto de ordenamiento (cuatro en total en el departamento del Atlántico), de las cuales, solo una cuenta con Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca adoptado y ajustado en su zonificación a escala 1:25.000 correspondiente a la subzona de la Ciénaga de Mallorquín (presentes en esta cuenca los cuerpos de aguas superficiales, ciénagas Mallorquín, Los Manatíes y Rincón o Lago del Cisne), perteneciente a la zona hidrográfica del Bajo Magdalena, a la cual también pertenece la cuenca o subzona denominada en la zonificación hidrográfica nacional como “*Directos al bajo*

Magdalena entre Calamar y la Desembocadura al Mar Caribe (mi)” y desde la autoridad ambiental regional como “Complejo de Humedales del Río Magdalena en el departamento del Atlántico” en la que se encuentran presentes las ciénagas La Bahía y de Malambo o Grande, y por último la subzona de los Arroyos Directos al Mar Caribe, en la que se ubica la ciénaga de Balboa (la cuarta cuenca presente en el departamento del Atlántico responde a la del Canal del Dique, en su margen derecha, que también cuenta con POMCA adoptado, pero que no genera influencia en el Área Metropolitana de Barranquilla).

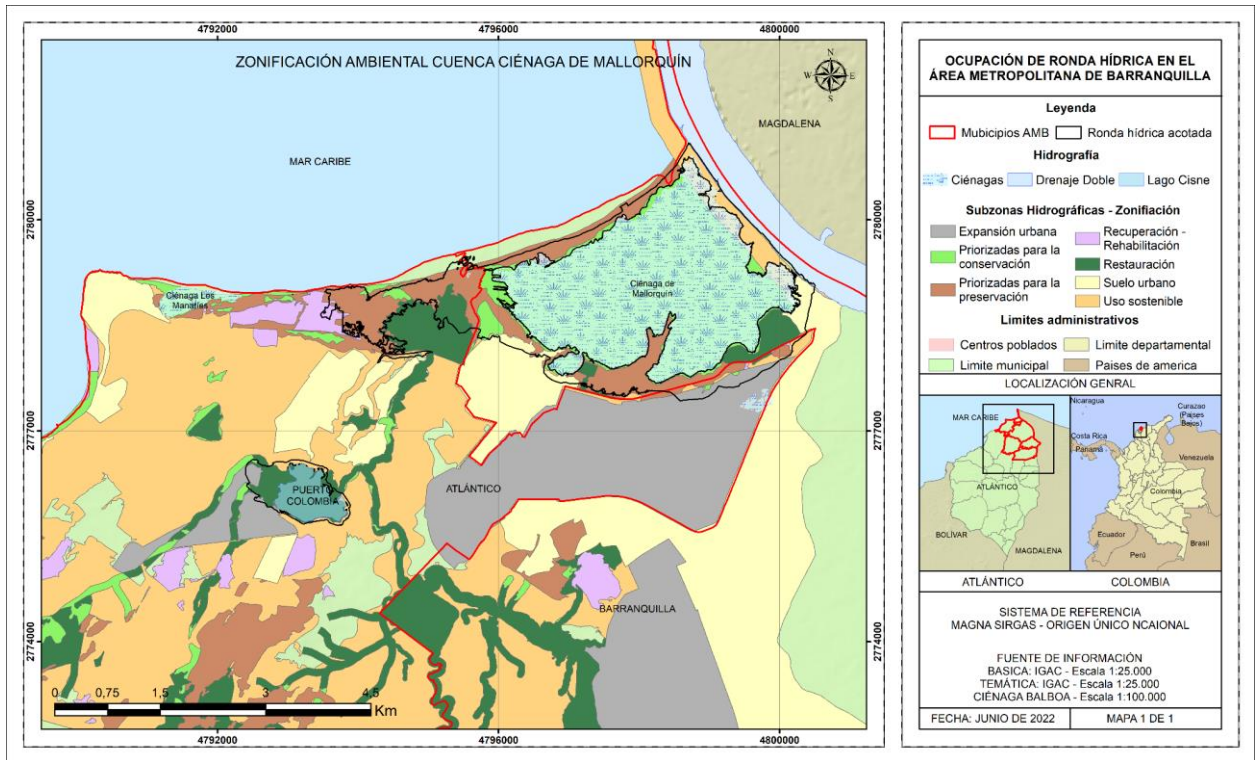
Mapa 11. Subzonas hidrográficas del área de estudio.



Fuente: Autores, 2022.

En relación al POMCA de la cuenca de la ciénaga de Malloquin y la zonificación ambiental de usos de la tierra que este determina, se puede observar en comparación con otros

instrumentos de ordenamiento ambiental, como se presentan algunas incompatibilidades, por ejemplo, cuando se superpone la ronda hídrica acotada por la autoridad ambiental regional para las ciénagas Rincón y Mallorca, se logra visualizar como se encuentran dentro de la ronda acotada suelos destinados a la expansión urbana. De estas zonas puede indicarse que se encuentran acordes si se compara el POMCA con el plan de ordenamiento territorial del municipio de Puerto Colombia, los cuales se aprobaron en la misma anualidad, más es pertinente dejar claridad en que, este uso no acoge las directrices señaladas dentro del acotamiento de las rondas hídricas, donde se busca la protección de los cauces hídricos y sus zonas de protección aferentes.



Fuente: Autores, 2022.

En el caso de la ciénaga de Los Manatíes presente igualmente en esta cuenca hidrográfica, pero que no cuenta con acotamiento de ronda hídrica, es apreciable como el instrumento de planificación ambiental y territorial se presentan en concordancia de usos definidos en el sector de influencia de este cuerpo de agua, sin embargo, se observa muy cercano al cuerpo de agua la presencia de suelo urbano, lo cual se evaluó durante la revisión de ocupación de las áreas de rondas hídricas acotadas e indicativas.

7.2.3. Evaluación de ocupación de las áreas de ronda hídrica y usos propuestos en los instrumentos de planificación territorial asociados a protección de los cuerpos de agua.

Se inició la evaluación de usos del suelo partiendo de la clasificación de las imágenes de sensores obtenidas, para ello, se realizaron cortes de las diferentes imágenes, para posteriormente aplicar las herramientas disponibles del software ArcMAP para la clasificación.

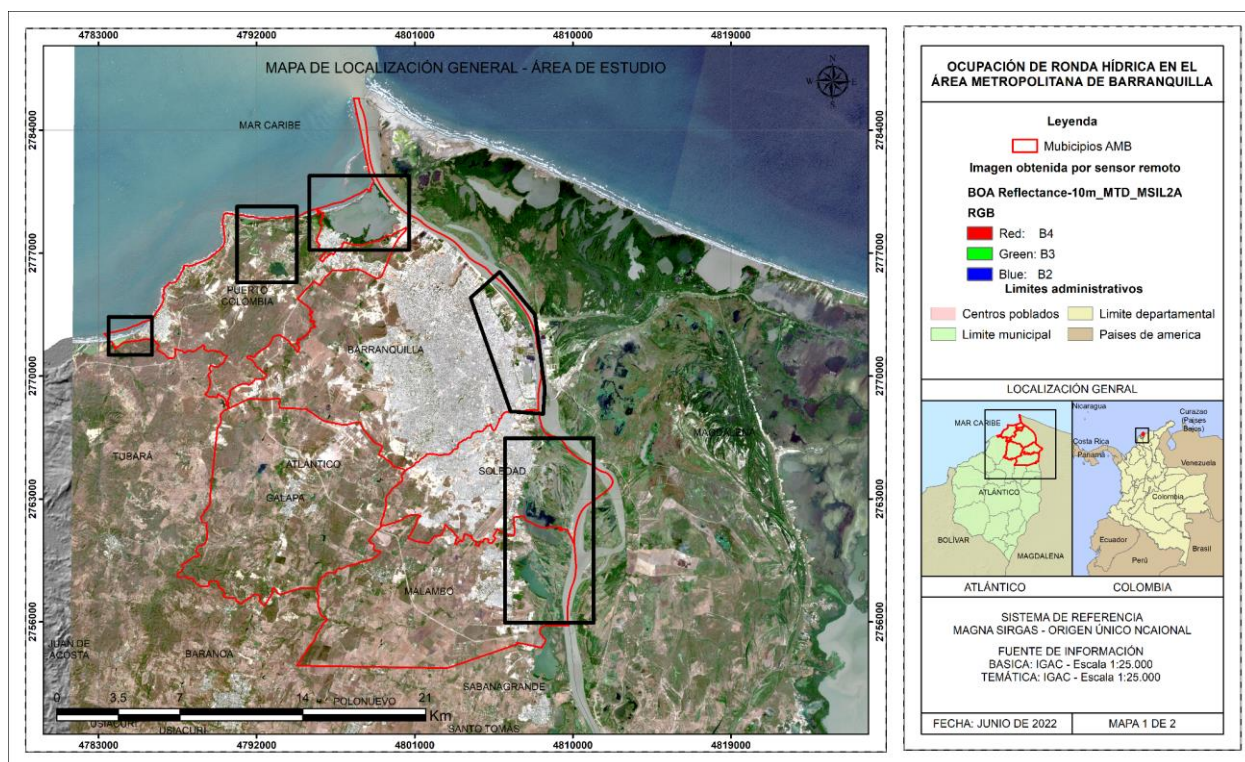


Ilustración 1. Clasificación de Imágenes Sentinel.

Fuente: Autores, 2022.

Una vez extraídas las áreas se definieron para cada sector de clasificación, entre cinco (5) y nueve (9) clases o tipologías que permitieran identificar cuerpos de aguas, áreas urbanizadas o artificializadas, zonas con vegetación densa, tierras desnudas, áreas con vegetación herbácea o con espacios naturales abierto, zonas con vegetación baja, zonas pantanosas, ríos, playas o zonas costeras, entre otras que se identificarán en cada área de clasificación.

Definidas las clases o tipologías se aplicó la herramienta de manejo o gestión de muestras de entrenamiento, con el propósito de obtener las firmas espectrales para cada tipología o clase definida, para con estas desarrollar una clasificación supervisada en cada sector de influencia de

los cuerpos de agua objeto de revisión dentro de los municipios del área metropolitana de Barranquilla.

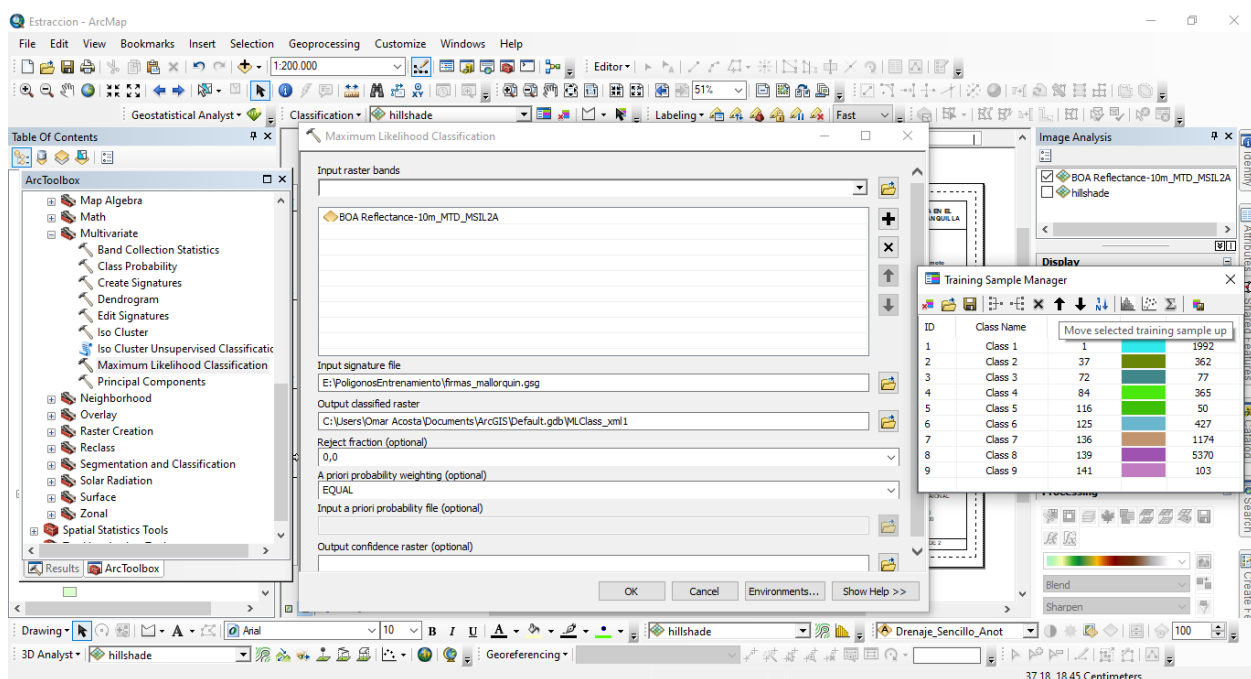


Ilustración 2. Herramientas empleadas para la clasificación

Fuente: Autores, 2022.

Como resultado de la aplicación de las herramientas del software ArcMap y de la posterior validación y ajuste de los resultados obtenidos del proceso de clasificación supervisada, se obtuvieron las coberturas para las clases definidas, a partir de las cuales se desarrolló la validación de usos del suelo definidos para protección de los cuerpos de agua, a través de la superposición de capas cartográficas.

Se debe dar claridad que, como objetivo principal del proceso la validación se planteaba especialmente en la área de ronda hídrica, sin embargo, una vez fueron verificadas las zonas de

interés a partir de la información recopilada en las diferentes entidades territoriales y autoridades ambientales, se pudo establecer que, para los cuerpos de agua a evaluar por el estudio, que no contaban con acotamiento de su ronda hídrica por parte de la autoridad ambiental, la premisa inicial de realizar el análisis a partir de un buffer de treinta metros definido desde el límite cartográfico de los cuerpos de agua, guiado este criterio de definición de área de evaluación a partir de la guía de acotamiento de rondas hídricas, la cual habla de una faja paralela de hasta treinta metros de ancho a partir de la línea de mareas máximas o máxima inundación o del cauce permanente de los cuerpos de agua, no era suficiente para la evaluación, este partiendo del hecho que el reconocimiento preliminar del área permitió identificar que estos treinta metros a partir del límite cartográfico, no cubría la totalidad de la zona de influencia o inundable asociada al cuerpo de agua, por lo cual, adicional a esta franja definida como ronda hídrica indicativa, se incluyeron en la revisión de ocupación, aquellas áreas de protección asociadas a las superficies de agua que fueron definidas en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del AMB que se encuentran concertados con las autoridades ambientales. Esta ampliación de área de evaluación se sustenta igualmente en que se identificaron en cercanías a la franja inicialmente definida como ronda hídrica, algunas intervenciones consideradas de interés dada las coberturas de la tierra presentes en dichas áreas, que fueron identificadas en el año 2015 por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico con escala de digitalización de información 1:25.000, como zonas de herbazal inundable y de vegetación acuática sobre cuerpos de agua.

Así mismo, es procedente resaltar que con la observación preliminar realizada alrededor de las áreas de estudio utilizando las imágenes de sensores remotos obtenidas, permitió apreciar

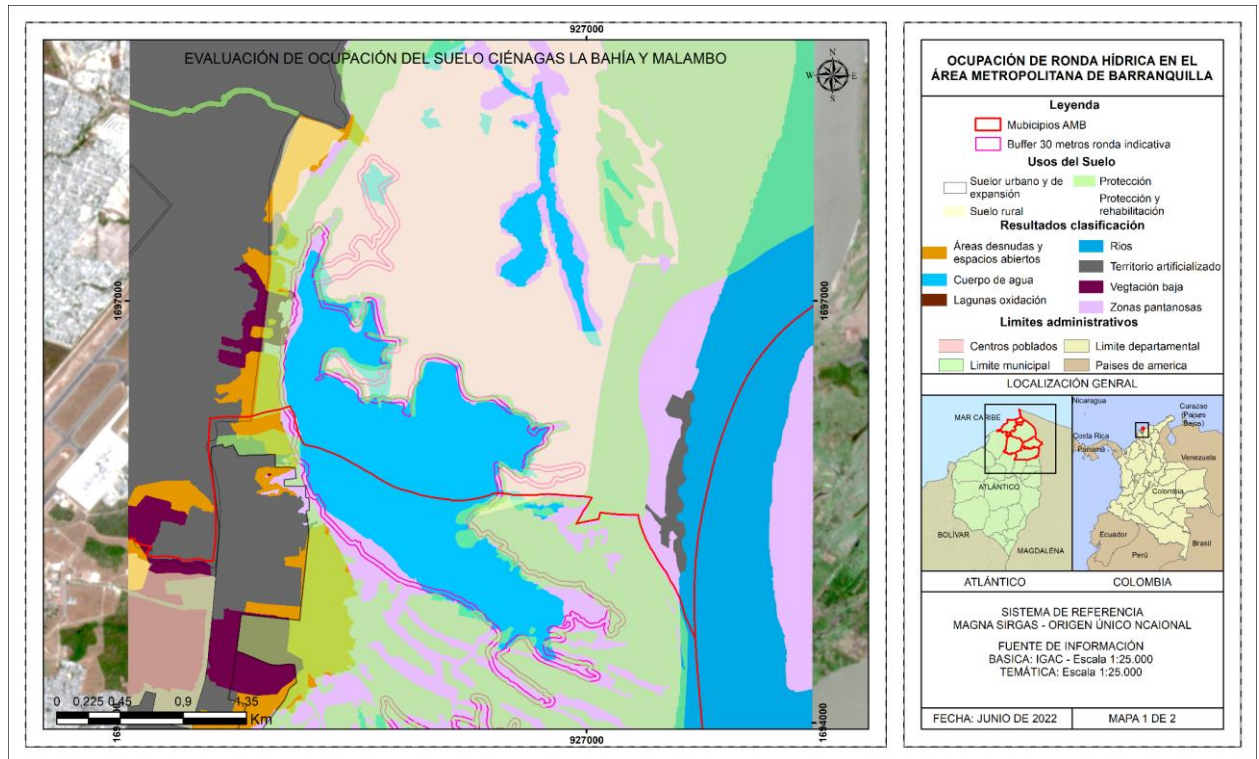
que, para todos los cuerpos de aguas en evaluación, se encuentran en cercanías o inmediaciones de los mismos áreas intervenidas o artificializadas.

7.2.3.1. Evaluación área de influencia de las ciénagas La Bahía y de Malambo o Grande.

Para la revisión de estos dos cuerpos de aguas se debe resaltar lo mencionado durante la revisión de instrumentos de planificación, donde se señala que existen algunas imprecisiones entre los límites de los municipios obtenidos a través del IGAC y DANE, y las distribución de usos de los POT, dada la escala de ambas informaciones, resaltando que estas imprecisiones se presentan mayormente en el municipio de Malambo, sin embargo, las mismas no alteraron significativamente la evaluación realizada.

Iniciando con la ciénaga de la Bahía que se ubica entre los municipios de Soledad y Malambo, se logró apreciar como las áreas intervenida o territorios artificializado se encuentran presente en suelos de protección definidos en los instrumentos de planificación, así mismo, se evidenció con la clasificación realizada, la presencia de tierras desnudas que pueden asociarse en algunos casos a las zonas artificializadas, así como también a las transiciones o cambios de coberturas que pueden llegar a generarse con la variabilidad climática, donde en temporada seca, las coberturas de pastos, pueden ser clasificadas como suelos desnudos si no se cuenta información precisa a escala detallada.

Mapa 12. Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas La Bahía y Malambo



Fuente: Autores, 2022

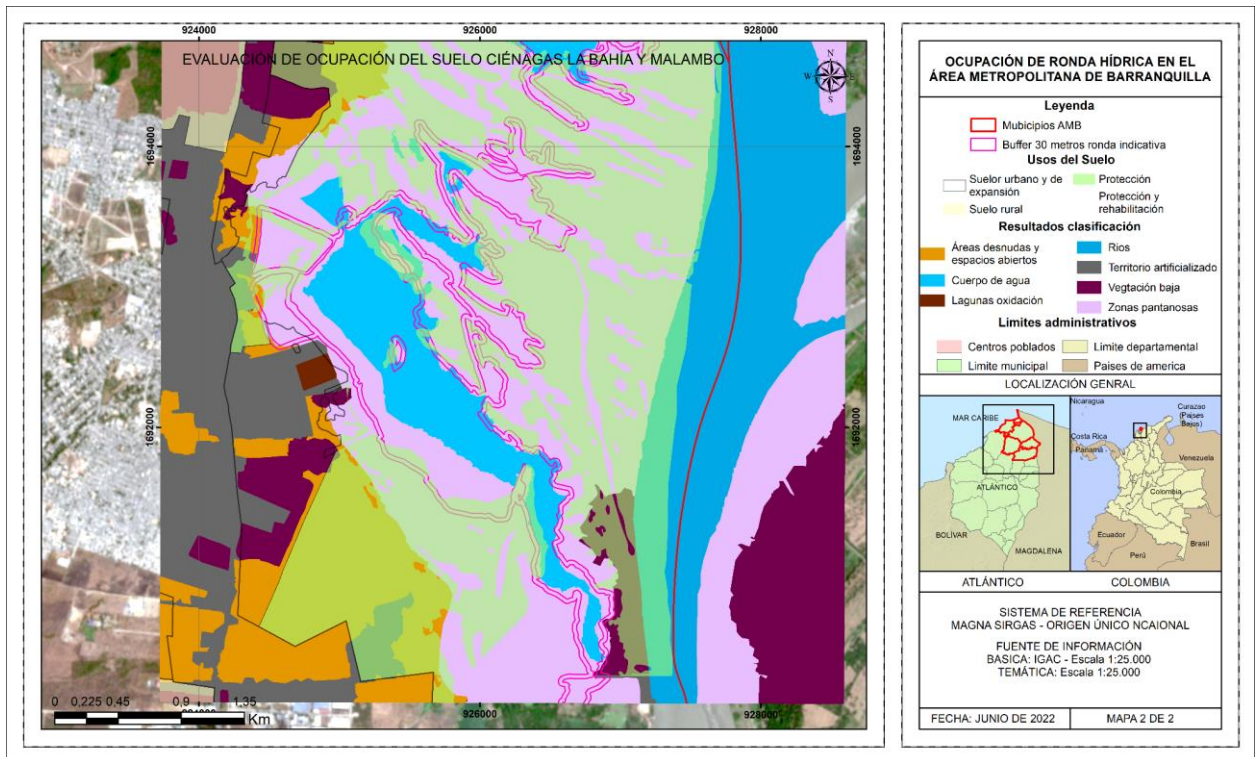
Particularmente, la ciénaga de la Bahía en el sector ubicado en el municipio de Soledad sigue presentando mayormente coberturas naturales en sus suelos de protección con una pérdida aproximada ante las intervenciones de 2,5 hectáreas.

En lo referente al sector del cuerpo de agua ubicado en el municipio de Malambo se pudo establecer que la pérdida de coberturas naturales en suelo de protección es mayor que en el municipio vecino, observándose de la clasificación como las áreas intervenidas que corresponden a zonas urbanizadas, se encuentran a pocos metros del cuerpo de agua, de este Municipio, vale la pena señalar que el perímetro urbano delimitado en el sector, se encuentra relativamente al

margen del cuerpo de agua; evaluado desde la ronda indicativa de 30 metros creada a partir del límite cartográfico del cuerpo de agua definido en la cartografía 1:25.00 del IGAC, el perímetro urbano alcanza esta zona de protección indicativa. Con relación a los suelos de protección del municipio se observan en estas áreas tierras desnudas y/o degradadas que dan muestra del desarrollo de nuevas intervenciones que ocupan un área aproximada de 20 hectáreas.

La evaluación realizada sobre la franja de protección indicativa creada para este cuerpo de agua deja ver que en esta no se presenta otra intervención a la ya señalada en asociación al perímetro urbano definido en el municipio de Malambo, quedando está ubicada principalmente en suelos clasificados como zonas pantanosas.

Mapa 13. Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas La Bahía y Malambo



Fuente: Autores, 2022

Por otra parte, la evaluación realizada en la zona asociada a la ciénaga de Malambo o Grande arrojó los siguientes resultados: Como primer hallazgo se logró observar que en cercanías al cuerpo de agua existe un perímetro que delimita suelo de expansión urbana, el cual superpuesto con la ronda hídrica indicativa de 30 metros definida como una de las áreas de revisión de este trabajo, presenta afectación sobre esta ronda indicativa e incluso se superpone con áreas definidas en la cartografía básica del IGAC como zonas que hacen parte del cuerpo de agua. En el mismo sector donde se encuentra delimitada esta zona de expansión urbana se identificó como ya la zona intervenida se superpone a la ronda indicativa de 30 metros, apreciándose que la intervención realizada obedece a un sistema de tratamiento de aguas residuales en la modalidad de lagunas de oxidación.

Como segundo hallazgo se presentan la verificación de los suelos definidos con uso de protección dentro del instrumento de ordenamiento municipal, en estos pudo evidenciarse la presencia de zonas artificializadas, rodeadas de zonas desnudas asociada a intervenciones antrópicas, registrándose una pérdida de suelos de protección en una extensión aproximada de 77 hectáreas al suroeste del cuerpo de agua y 7 hectáreas aproximadas en el sector oeste del cuerpo de agua, para un total de 84 hectáreas de suelos de protección afectados en zonas cercanas a cuerpo de agua, que de acuerdo a indicaciones de las autoridades ambientales corresponden a zonas inundables o de amortiguamiento del río Magdalena y su complejo de ciénagas conexas.

Para ambos cuerpos de agua, se logró establecer con información aportada por las diferentes entidades (como lo representan entidades territoriales y autoridad ambiental regional)

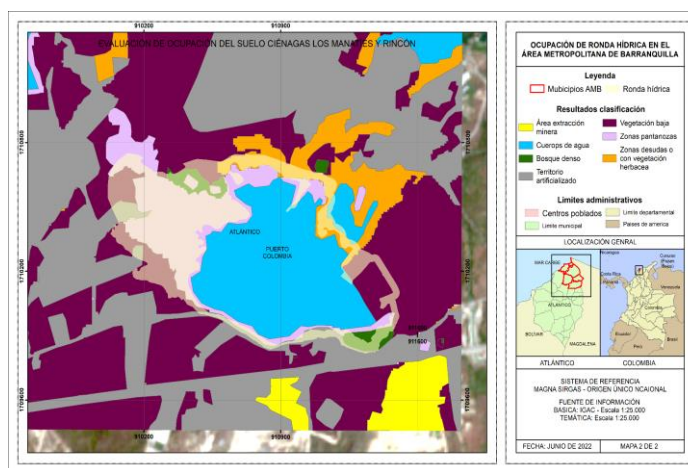
e inspección ocular, que las ocupaciones que se han presentado en la zona obedecen al crecimiento poblacional no controlado y al desarrollo de actividades industriales y portuarias.

7.2.3.2. Evaluación área de influencia de las ciénagas de Los Manatíes, Rincón y Balboa

En estos cuerpos de agua ubicados en el municipio de Puerto Colombia, se debe resaltar que uno de ellos ya cuenta con ronda hídrica acotada por parte de la autoridad ambiental competente y corresponde a la ciénaga Rincón, la cual también denominan Lago del Cisne.

Para este cuerpo de agua en particular en este municipio, la evaluación se desarrolló directamente sobre el límite establecido para su ronda hídrica, sin considerar otras áreas de protección que fueran definidas por el POT del municipio en jurisdicción, teniendo en cuenta que para la zona de interés solo se definen suelos de protección para corrientes de agua y una pequeña franja alrededor de la ciénaga en estudio la cual es cubierta en su totalidad por la ronda hídrica acotada por la autoridad ambiental.

Mapa 14. Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas La Bahía y Malambo



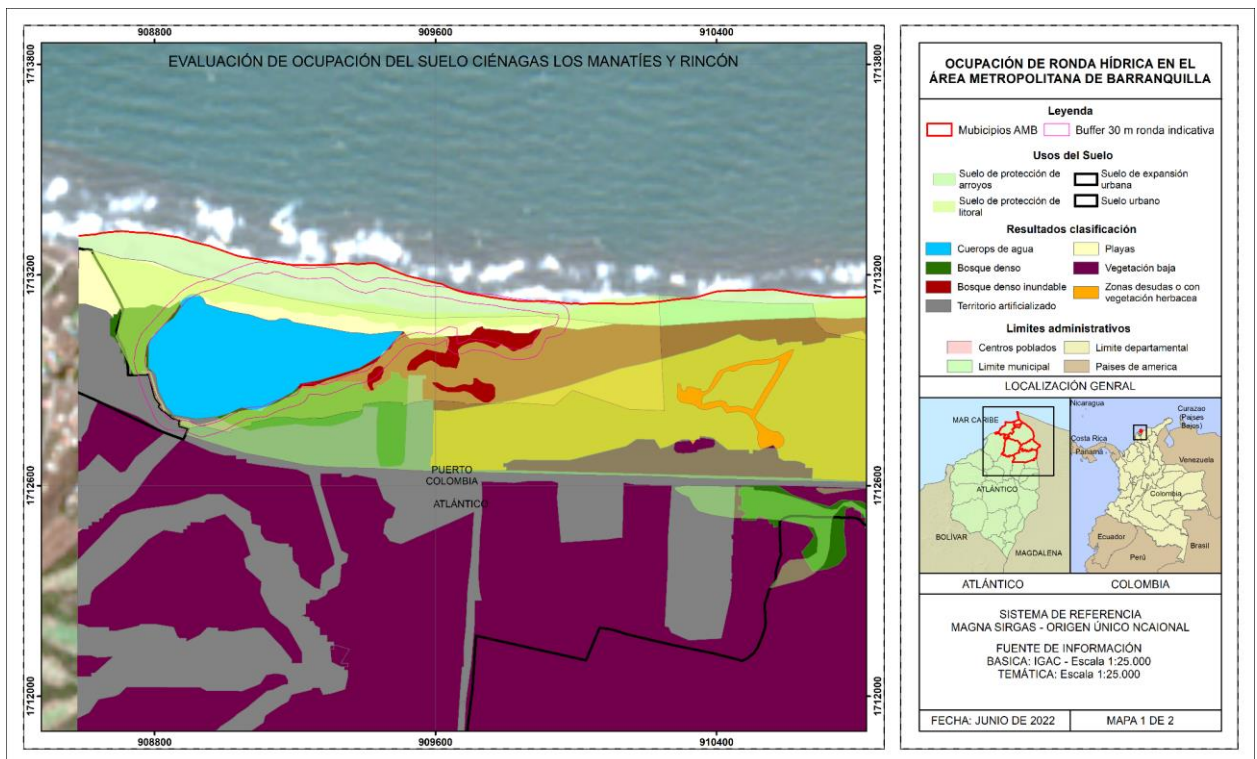
Fuente: Autores, 2022

Como se muestra en el mapa 14 en la ronda hídrica delimitada para el lago de Cisne o ciénaga Rincón se estableció la presencia de coberturas asociadas vegetación baja, zonas pantanosas, bosque denso, tierras desnudas o con vegetación herbácea y territorios intervenidos o artificializados. De esta coberturas identificadas, aun cuando no pudo verificarse en su totalidad las zonas de la ronda hídrica por inspección ocular, la información recopilada a partir de encuestas informales a las personas encontradas en los alrededores del cuerpo de agua, se logró establecer que las áreas desnudas ubicadas al norte del cuerpo de agua y que se ubican al interior de la ronda hídrica, corresponden a áreas utilizadas para prácticas deportivas (golf) por parte de los habitantes del sector conocido como Lagos del Caujaral.

Por otro lado, fueron identificadas zonas artificializadas o intervenidas al sur y al oeste de la ronda hídrica del cuerpo de agua, estas áreas ubicadas al oeste coinciden con las zonas de expansión urbanas definidas en el ordenamiento territorial del municipio, concertado con autoridad ambiental, dejando en evidencia que el POMCA de la cuenca asociada a este cuerpo de agua, sobre el cual se desarrolló la concertación del plan de ordenamiento del municipio, presenta algunas inconsistencias, en cuanto no tuvo en cuenta la totalidad de la ronda hídrica acotada para el cuerpo de agua, trasladándose directamente estas falencias al proceso de concertación al interior de la autoridad ambiental, donde se puede presumir la omisión en la concertación de todos los aspectos relacionados al acotamiento de la ronda hídrica, el cual fue adoptado por acto administrativo de la misma entidad emitido con anterioridad al ordenamiento de la cuenca.

Así mismo, se identificó que parte de las áreas intervenidas, especialmente las ubicadas al sur del cuerpo de agua y su ronda hídrica, corresponde a infraestructura vial que comunica al municipio de Puerto Colombia con el distrito de Barranquilla, cuya extensión ocupada en ronda hídrica es aproximadamente 1,8 hectáreas. En total la ronda hídrica y/o cauce del cuerpo de agua presentan una ocupación aproximada de 6,5 hectáreas, lo que representan un 6.9% del área total que ocupan el cuerpo de agua y su ronda hídrica definida, con una extensión total de 94.01 hectáreas. Estas intervenciones presentes en este cuerpo de agua no presentan infraestructuras industriales, solo se determinan ocupación por usos habitacionales y recreativos actualmente en lo que corresponde a la ronda hídrica.

Mapa 15. Evaluación de ocupación del suelo – ciénagas Manatés y Rincón



Fuente: Autores, 2022

El cuerpo de agua correspondiente a la ciénaga de los Manatíes, cuyo espejo de agua basado en la cartografía básica del IGAC es el de menor superficie en referencia a las demás ciénagas evaluadas, presenta a en sus alrededores de acuerdo a lo definido en el POT del municipio de Puerto Colombia tres usos de suelo, dos de ellos destinados para la protección ubicados al norte, este, sureste y noroeste, el tercer uso ubicado al suroeste del cuerpo de agua corresponde principalmente a uso urbano, con una pequeña franja de protección litoral que en algunos punto no alcanza más de dos metros y con promedio de 8 metros.

Partiendo de esta condición, evaluando las áreas de protección del cuerpo de agua desde la perspectiva de la ronda indicativa de treinta metros que parte del límite geográfico definido para el cuerpo, se puede apreciar como las áreas artificializadas o urbanizadas, son inducidas en el sentido de ocupación de áreas aferentes a los cuerpos de agua desde el mismo uso del suelo definido en el instrumento de ordenamiento del territorio, situación que pudo ser verificada con la clasificación desarrollada en el área seleccionadas.

Por otro lado, quedó en evidencia con la calificación realizada como los suelos de protección definidos en POT, han sido intervenidos para el uso urbano y/o residencial ocupando un área aproximada de 6 hectáreas. Así mismo, se observan en áreas de protección zonas desnudas o con vegetación herbácea que dejan ver desde las imágenes de sensores remotos, el desarrollo de parcelaciones en esta tipología de uso del suelo, situación que pudo ser constatada en entrevista realizada a profesionales de la autoridad ambiental regional, quienes señalan han recibido algunas querrelas por importantes pérdidas de cobertura vegetal en estos suelos de

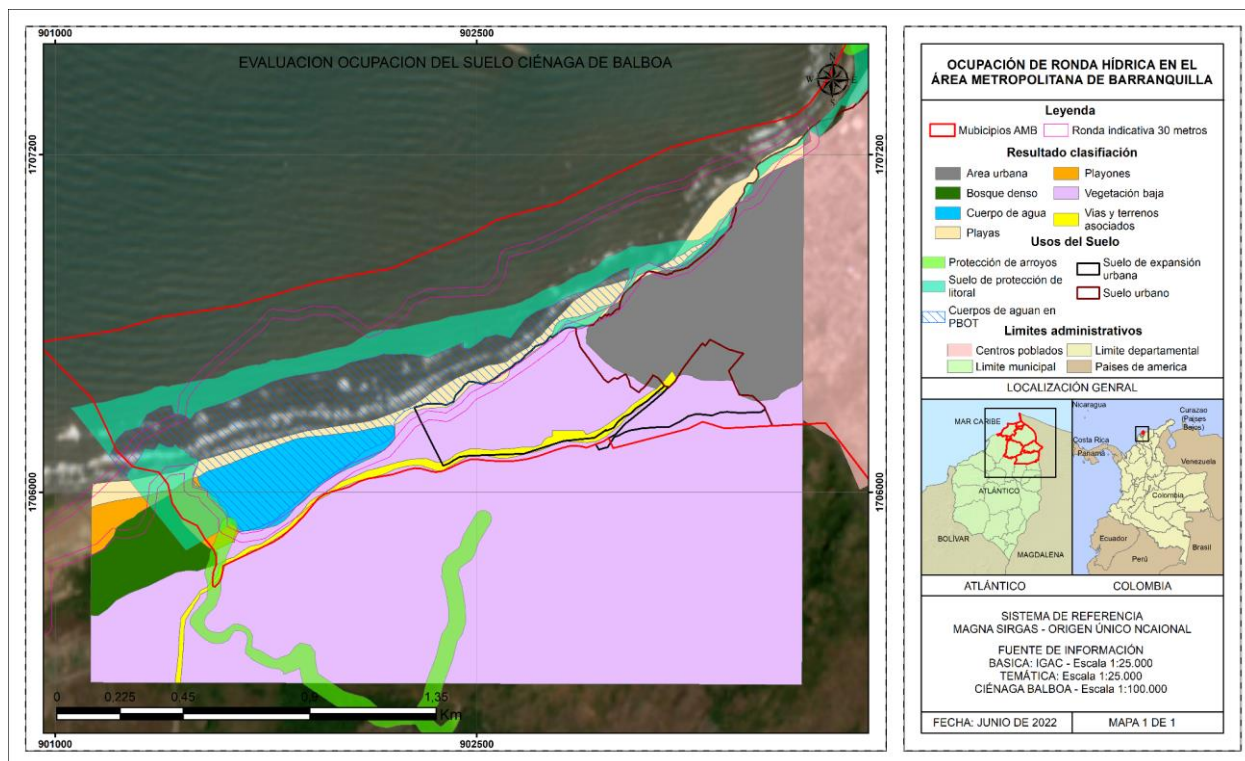
protección, donde se presentan coberturas de amortiguación o protección de las zonas de manglar que se ubican en la clasificación definida como bosque denso inundable.

Con la clasificación realizada se pudo establecer que estas zonas desnudas con la señalada intervención han generado la afectación de aproximadamente 10 hectáreas de suelos de protección. Durante el recorrido realizado en vehículo automotor en la zona de influencias, se logró observar la infraestructura residencial presente en el sector que corresponde a la ronda hídrica.

En esta ciénaga, sin tratarse del resorte del presente trabajo se puede apreciar a partir de los límites municipales y de la cartografía básica, al igual que con la comparación de las diferentes imágenes de sensores remotos obtenidas, la afectación que ha sufrido en su superficie de por los fenómenos asociado con el incremento o disminución de la línea costera, por lo que un análisis del proceso se considera de utilidad para la generación de conocimiento del de la gestión de los riegos.

Finalizando la evaluación en este municipio encontramos la ciénaga de Balboa, la cual históricamente se constituía en una ciénaga de gran tamaño, que al igual que la ciénaga de los Manatíes ha sufrido los efectos de los fenómenos asociados a la línea de costa. Es importante señalar que esta ciénaga de acuerdo a la cartografía básica ocupa terrenos tanto del municipio de Puerto Colombia como en el municipio vecino y ha perdido conexión hoy día por el retroceso de la línea de costas.

Mapa 16. Evaluación de ocupación del suelo – ciénaga Balboa



Fuente: Autores, 2022

Se identificaron dentro del área estudiada coberturas representativas de bosque densos de manglar, vegetación arbustiva presenta gráficamente como vegetación baja, áreas intervenidas o urbanizadas, playas y playones, además de la superficie ocupada por el cuerpo de agua. en el caso particular de este cuerpo de agua para su condición historia, podría indicarse que gráficamente que se presenta ocupación en la ronda indicativa de 30 metro, sin embargo, para su condición actual, la zona que rodea esta superficie de agua está rodeada por playas, playones vegetación densa y arbustiva, por lo cual, para esta condición actual, se puede señalar que no se presenta ocupación de ronda indicativa. Esta condición también se sustenta en que el límite de la ciénaga de Balboa, aun cuando se encuentra en inmediaciones de suelo definido como urbano y

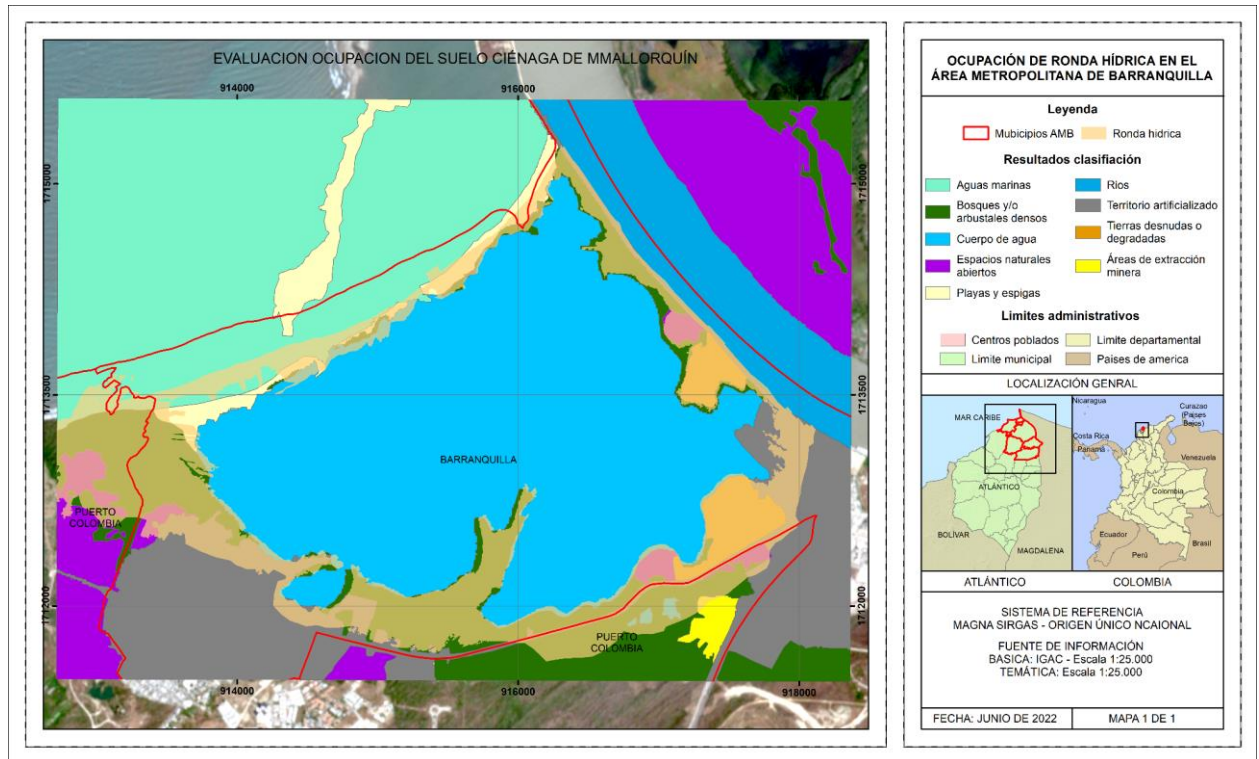
para expansión urbana, presenta una condición peculiar por estar separado de estas zonas por pequeños acantilados o laderas, situación que pudo observarse en recorridos de observación realizados en el sector, registrándose además como la población que ha ocupado estas áreas se encuentra en riesgos por las condiciones del terreno.



7.2.3.3. Evaluación área de influencia de ciénaga de Mallorquín

Se finalizó la evaluación de ocupación de rondas hídricas y usos de suelo de protección con los resultados obtenidos para la ciénaga de mallorquín.

Mapa 17. Evaluación de ocupación del suelo – ciénaga de Mallorcaín



Fuente: Autores, 2022

Este cuerpo de agua que al igual que la ciénaga rincón posee acotamiento de su ronda hídrica tiene asociadas dos sectores poblacionales que corresponden al barrio Las Flores y el corregimiento de La Playa en el distrito de Barranquilla. Al igual que en las ciénagas de Balboa y Los Manatías, esta ha sido afectada por los fenómenos asociados a la línea costera.

Dentro de la evaluación realizada se pudo observar que esta ciénaga presenta abundantes coberturas de bosque denso (específicamente manglar) en relación con su área superficial. Una revisión previa la clasificación realizada en el documento del POMCA de la cuenca que lleva el mismo nombre del cuerpo de agua, permitió tener el registro de eventos de intervención que se desarrollaron alrededor de este cuerpo de agua, en el que se resalta la presencia de un antiguo

botadero, ubicado en un sector al sur de la ciénaga que hoy en día presenta coberturas asociadas a suelos desnudos o degradados, donde además, con recorrido de observación se pudo apreciar que la zona es utilizada para el parque de vehículos pesados tipo tractomulas, entre otros.

En relación con los sectores poblacionales presentes en las zonas sureste y suroeste, se puede observar claramente desde la clasificación, que la ronda hídrica del cuerpo de agua e incluso el mismo cuerpo de agua ha sido ocupado por el sector residencial. Esta ocupación del cuerpo de agua se presenta particularmente en el sector sureste donde se localiza el barrio las flores, mientras para el sector del corregimiento de la playa ha ocupado parte de la ronda hídrica del cuerpo del agua.

Cabe destacar que, al este de la ciénaga se encuentra el río Magdalena, en cuya franja se desarrollan actividades portuarias, esta información se trae a colación teniendo en cuenta que tanto el POT del municipio como el POMCA adoptado por la autoridad ambiental, presenta una franja que ocupa área de la ciénaga para el desarrollo de infraestructura portuaria, que hoy puede considerarse inviable, dada todas las determinantes asociadas al ordenamiento territorial que se disponen desde la autoridad ambiental y que entran en conflicto con los otros instrumentos, puestos todas las determinantes existentes, se direccionan a garantizar las condiciones naturales del entorno para la protección de la biodiversidad, estrategia que también se plantea dentro de lo establecido en el acotamiento de la ronda hídrica.

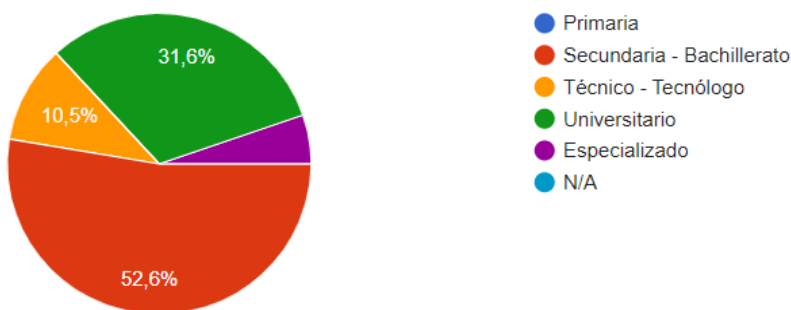
7.2.4. Identificación de comunidades y/o sectores económicos.

7.2.4.1. Características de las comunidades

Para conocer las condiciones de las áreas objeto de estudio, se realizó una encuesta como método para la recopilación de datos que permitan describir las condiciones del territorio estudiado. La población total de los cuerpos de aguas asociados se estimó en un aproximado de 1000 personas, por lo cual se definió una muestra de 279 personas a encuestar, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. A continuación, se presentan los principales rasgos encontrados en la población encuestada, los cuales indican que:

1. El 52,6% de la muestra cuenta con un grado de escolaridad de secundaria – bachillerato, el 31,6% ha obtenido un título universitario, 10,5% manifiesta haber obtenido un nivel Técnico – Tecnólogo y tan solo el 5,3% un nivel de escolaridad en categoría de especializado.

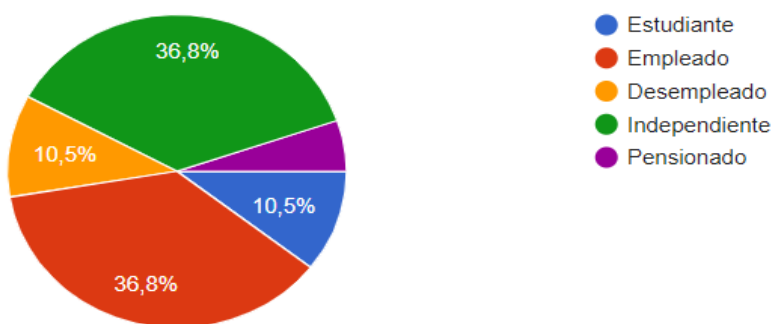
Ilustración 1. Grado de escolaridad de la población asociada a los cuerpos de agua.



2. Se registró que el 36,8% de la población encuestada su actividad económica es de tipo independiente, mismo porcentaje que se presentó para la categoría de empleados. En cuanto a

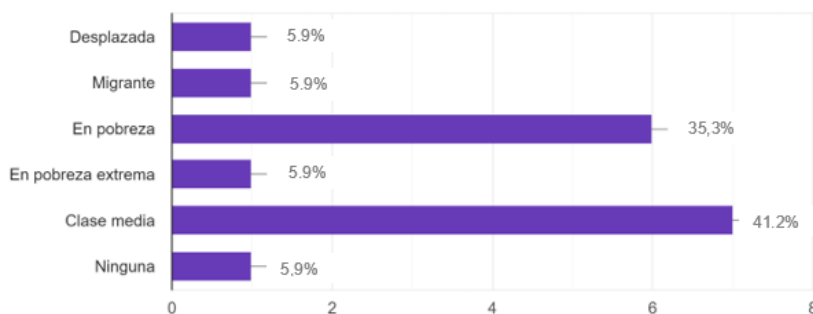
la población desempleada de la muestra encuestada, se reportó el 10,5 %, porcentaje igual que presentó la categoría de estudiante y solo el 5.3% es pensionado.

Ilustración 2. Ocupación de la población asociada a los cuerpos de agua objeto de estudio.



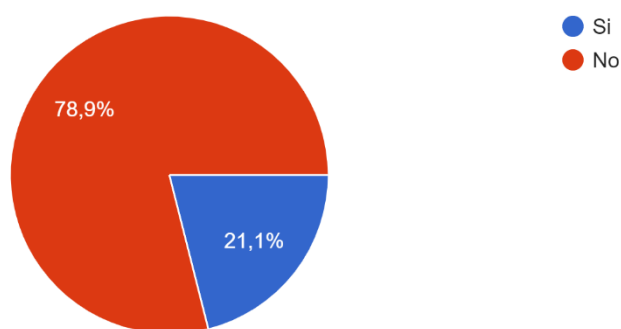
3. Se registró que el 41.2% de la población encuestada manifiesta considerarse clase media, lo cual se contrasta con el 35.3% se considera en pobreza, el 5,9% reportó ser desplazada, al igual que población migrante y personas en pobreza extrema que también registraron un 5,9% respectivamente, en la categorización ninguna el 5,9% restante, consideró estar en ella.

Ilustración 3. Tipo de población asociada a los cuerpos de aguas en estudio.



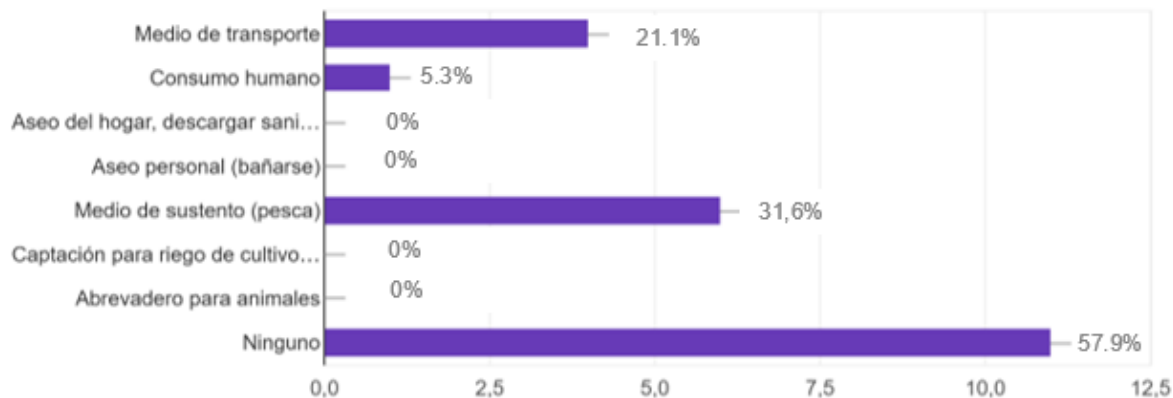
Los resultados obtenidos anteriormente, fueron contrastados con la información registrada por el Departamento Nacional de Estadística - DANE, donde se registra que la población área de estudio se encuentra en un rango del índice de pobreza multidimensional del 60.1% a > 80%. En este sentido, de acuerdo con las condiciones observadas en el sector, se desestima que exista población de clase media en los sectores de influencia, definiéndose a población en las categorías de pobreza extrema, pobreza, clase media y baja.

Ilustración 4. presencia de población migrante o desplazada y/o invasiones en zonas cercanas al cuerpo de agua o ciénaga.



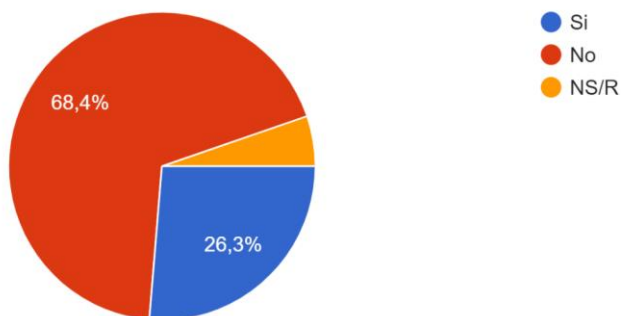
Los datos registrados en las encuestas pudieron registrar que, en los terrenos asociados a cuerpos de agua, el 21,1% de la población encuestada se encuentra en condición de migrante o desplazada, pudiendo presentar ocupación de estas áreas por la facilidad de acceso a tierras.

Ilustración 6. Usos que la población le da a los cuerpos de agua.



La población encuestada manifestó que el 57.9% de la población no les da ningún uso a los cuerpos de aguas asociados, el 21.1% de la población utiliza los cuerpos de aguas estudiados como medio de transporte, el 31,6% lo utilizan como medio de sustento (pesca) y solo el 5,3% lo usa para consumo humano.

Ilustración 7. Inundaciones en la zona



El 68,4% de población encuestada reportó no haber presenciado inundación en las zonas aledañas a los cuerpos de agua objeto de estudio, un 26,3% manifestó si haber presenciado inundaciones y el 5,3% no sabe si se han presentado estos eventos.

Ilustración 5. Tiempo en el que ha habitado la población del sector.

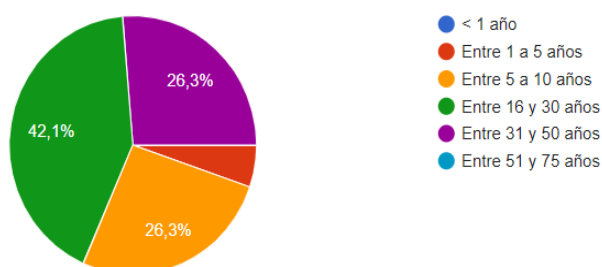
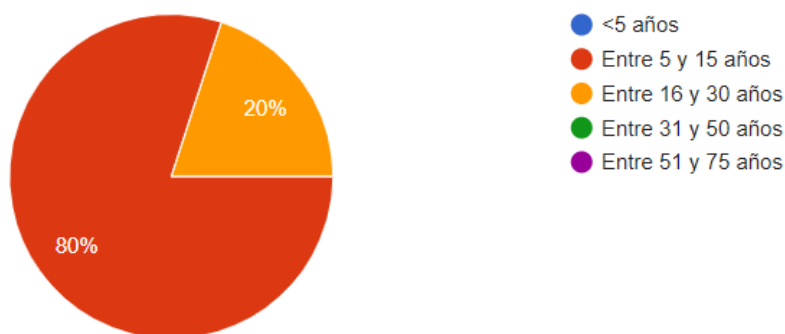


Ilustración 8. períodos en los que se presentaron las inundaciones.



A través de los resultados obtenidos se evidencia que la ocurrencia de inundaciones ha sido presenciada principalmente por la población que lleva más de 30 años asentada en terrenos cercanos a los cuerpos de agua, manifestando que éstas se presentaron en un periodo de entre 5 y

15 años, pero también observándose que en algunos cuerpos de agua como el caso de la ciénaga la Bahía, se han presentado inundaciones desde hace 30 años atrás en presencia de población en estos territorios. Esta ocurrencia de inundaciones en los periodos de permanencia de la población en estas áreas asociadas o cercanas a cuerpos de agua (teniendo en cuenta que el 68,4% habita hace más de 16 años), contrastadas con los fenómenos de variabilidad climática, como lo representa el fenómeno de “La niña” (el cual hace parte del ciclo de componentes Oceánicas de la oscilación del Sur – ENOS), permite establecer con las respuestas aportadas, que las inundaciones señaladas por los moradores, se relacionan en gran medida con los años en los cuales se presenta este fenómeno de variabilidad climática, donde los periodos con presencia de precipitación se hacen más intensos.

7.2.4.2. Sectores económicos

La principal actividad económica de la ciénaga de Mallorquín es la pesca, este cuerpo de agua tiene adscritos asociaciones de pescadores tanto del corregimiento la playa, como el barrio las flores. Además de las actividades propias de la pesca las asociaciones como ASOPLAYA, ASOPESMAR, ASOPECMA, ASOGROPES, ASOPESMARPLA, AGROPESTUR, FUNDAMBIENTE, ASOPESCAR, ESTUR, ASOPEZFLORES, ASOPESBA, JAC LAS FLORES, MALLORQUIN VIVE, producen plántulas de mangle a través de viveros artesanales.

Alrededor de esta ciénaga, se desarrollan actividades portuarias, a la altura del barrio las flores, dentro de las concesiones se destacan las sociedades portuarias terminal de Mallorquín, Terminal Las Flores, Riomar, Sociedad Portuaria del Caribe.

La principal actividad alrededor de la ciénaga de Malambo se basa en la actividad industrial, con 36 industrias, dentro de las que se destacan los sectores químicos, farmacéuticos, textiles y papeleros. La prestación de servicios representa el segundo nivel de ingresos, se destacan los sectores comerciales y el transporte debido a la categoría de puerto marítimo internacional. Por otro lado, el sector industrial en cercanías de la ciénaga Bahía cuenta con 40 industrias, que representa el 27% del sector industrial del departamento del Atlántico.

7.3. Factores que pueden incidir en la ocupación de las áreas de ronda hídrica y protección definidas en los POT's

Para determinar estos factores, primeramente se tuvo en cuenta lo establecido en las diferentes normas asociadas al ordenamiento territorial que dan directrices para la inclusión de los aspectos ambientales en el ordenamiento territorial, se pueden señalar de forma general el decreto 1077 de 2015 del sector vivienda, ciudad y territorio y la ley 388 de 1997, esta última en su artículo diez señala de manera general las determinantes ambientales a tener en cuenta para el ordenamiento de territorio, además de otras determinantes que se deben tener en cuenta.

Estas normas en materia de ordenamiento territorial también señalan la articulación que debe existir entre los entes territoriales y las autoridades ambientales, teniendo en cuenta que estas últimas deben brindar asistencia técnica a los municipios dentro de los procesos de ordenamiento territorial, desde la generación de conocimiento e información y desarrollando seguimiento a los diferentes instrumentos de planificación ambiental.

Con el fin de determinar el cumplimiento en el desarrollo de asistencias técnicas y seguimientos a los instrumentos de planificación del territorio desde su componente ambiental, se desarrolló la revisión de los expedientes disponibles en la autoridad ambiental regional, observando que en estos reposan las evidencias de los diferentes procesos de asistencia técnica que la corporación autónoma regional brinda a los municipios de su jurisdicción en materia de generación del conocimiento en relación a determinantes ambientales para el ordenamiento del territorio, así como el apoyo técnico que está presta en los procesos de ajustes de los planes de ordenamiento de las municipios.

Sin embargo, aunque se desarrollan las diferentes asistencias técnicas por parte de la corporación, en los expedientes no se registra seguimientos a los planes de ordenamiento en su componente ambiental, lo que da pie para señalar que existe desarticulación entre las entidades territoriales y ambientales, toda vez que existe registro de citación y participación en asistencias técnicas, más no se registran documentos o actas relacionadas a los seguimientos al componente ambiental de la ordenación del territorio, convirtiéndose entonces la desarticulación entre las entidades, en el primer factor que incide en las fallas en materia de ordenamiento territorial, dada la falta de seguimiento entre instituciones a la inclusión del componente ambiental en los instrumentos de ordenamiento.

Como pudo describirse dentro del proceso de evaluación, otro de los factores asociados a la ocupación de áreas de protección y/o amortiguación de los cuerpos de aguas es la planificación inadecuada del territorio, que se evidencia por ejemplo en los municipios de Malambo y Puerto Colombia, donde en zonas colindantes a los cuerpos de aguas se han

definidos suelos urbanos y/o de expansión urbana, que han propiciado la intervención antrópica en suelos de protección.

Basados en los sectores económicos identificados diferentes a las urbanizaciones o zonas residenciales, se logra determinar que uno de los factores principales que llevan a las industrias o empresa a ubicarse en zonas de ronda, es la necesidad de sus actividades de contar con disponibilidad y facilidad de acceso al recurso hídrico, que es utilizado dentro de sus procesos productivos o como receptor de las aguas residuales que se generan de su proceso productivo. Otro de los factores asociados a las empresas responde a la presencia del río Magdalena como fuente de gran importancia para el transporte fluvial y el desarrollo de actividades portuarias, que, aunque no se encuentren directamente asociadas a los cuerpos de agua en evaluación, llevan a la ocupación de suelos de protección definidos en los planes de ordenamiento territorial.

Por otro lado, con el desarrollo de las encuestas y recorridos de inspección ocular se logró determinar las características de la población asociada a los cuerpos de agua, así mismo se identificaron otros aspectos asociados a las intervenciones que se realizan en las zonas de ronda hídrica, donde se pudo establecer, que aunque este aspecto identificado no se direcciona a implantar infraestructura en la ronda hídrica, genera espacios que incitan a ocupar estos territorios, esta actividad que se señala corresponde al aprovechamiento sin autorización de las coberturas vegetales que se encuentran en la ronda hídricas, utilizando el recurso vegetal principalmente como combustible para la preparación de alimentos, entre otras prácticas ligadas a la población.

De las encuestas puede determinarse que otro de los factores que llevan a la ocupación de las áreas de ronda hídrica se direcciona en la facilidad de acceso a tierras para construcción de viviendas, que se relacionan directamente a las condiciones económicas de la población, teniendo en cuenta que en estas zonas se presentan poblaciones de estrato socioeconómico bajo, que pueden considerarse en pobreza, lo que se ve representado en las cifras del departamento nacional de estadísticas - DANE.

Relacionado también a esta población, un factor clave de asentamiento en área de ronda responde al acceso a los recursos hidrobiológicos que ofrecen los cuerpos de agua, desarrollando aprovechamiento de este recurso tanto para subsistencia, como para actividades comerciales, y al igual que en caso de las actividades industriales y portuarias, las poblaciones también usan el recurso hídrico para el transporte en pequeñas embarcaciones.

7.4. Revisión de ocupación de rondas asociados a vulnerabilidad

La vulnerabilidad se refiere a uno de los componentes de la gestión del riesgo y se define en la ley 1523 de 2012 (por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones) como:

***Vulnerabilidad:** Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o*

daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

La ocupación de áreas de ronda hídrica puede relacionarse a la vulnerabilidad y el riesgo, teniendo en cuenta que en este último se conjugan tanto el grado de amenaza presente en los territorios como su grado de vulnerabilidad y en este sentido partiendo de la definición de vulnerabilidad la ocupación de las rondas de los cuerpos de agua incluye en estas áreas elementos que pueden verse afectados por la ocurrencia de fenómenos naturales como las inundaciones y que con esta inclusión teniendo en cuenta que las poblaciones en estos sectores se encuentran dentro de los índices multidimensionales de pobreza, se presume y se tuvieron algunos registros en los que se aprecia que la infraestructura de vivienda usada por algunos habitantes de los sectores que ocupan las rondas hídricas de los cuerpos de aguas, no cuentan con los parámetros de seguridad y resistencia de las viviendas antes la ocurrencias de fenómenos naturales.

Así mismo, como también se presentan poblaciones que practican la pesca como actividad de subsistencia, se presentan otros elementos expuestos a las amenazas como lo representan los medios de transporte usados para estas prácticas y tal cual como lo definen la ley 1523 de 2012, la vulnerabilidad no se mide sólo sobre la infraestructura sino sobre las personas o poblaciones expuestas a las amenazas.

Estas premisas llevan a realizar una revisión de la inclusión de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento del territorio, encontrándose desde los expedientes de estos instrumentos

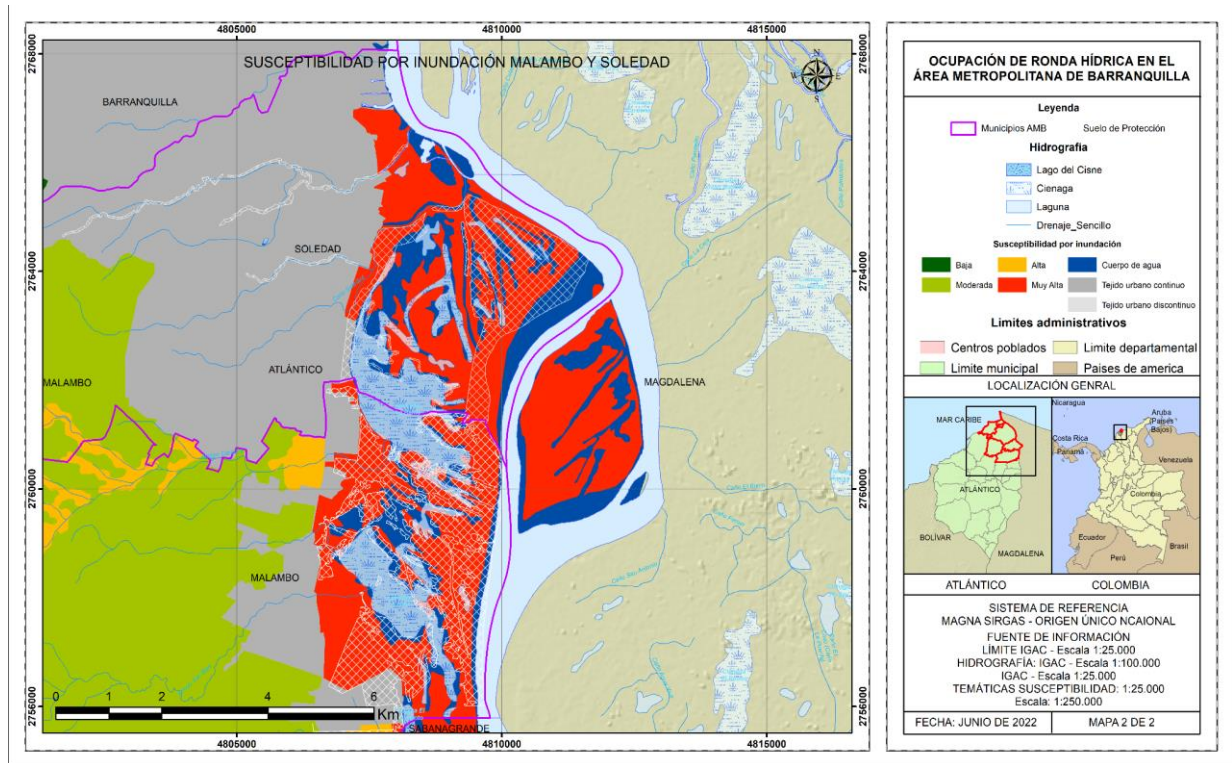
que reposan en los procesos de concertación y asistencia técnicas con las autoridades ambientales competentes , donde pudo observarse que de los municipios no ha incluido dentro de sus instrumentos de ordenamiento territorial, el componente de gestión del riesgo y cambio climático o en algunos otros casos, la incorporaciones realizadas en materia de gestión del riesgo, con cumplen con los criterios definidos en todos los elementos normativos dispuestos desde el nivel nacional y regional.

Por estas razones expuestas y por los aspectos encontrados durante la evaluación de ocupación de áreas aferentes a los cuerpos de agua, se realizó una revisión somera de las condiciones asociadas a la gestión del riesgo disponible desde las autoridades ambientales o entidades territoriales. Se pudo observar en este proceso principalmente en materia de fenómenos de inundación, el cual se vincula mayormente al recurso hídrico, que las condiciones identificadas por la autoridad ambiental en las áreas evaluadas son las siguientes:

7.4.1. Condiciones de susceptibilidad por inundación en las áreas evaluadas

En materia de inundación se puede apreciar en los mapas que reposan en la autoridad ambiental regional, que el área donde se encuentran las ciénagas de la Bahía y de Malambo, en todas las zonas que en el proceso de evaluación se determinaron como pantanosas, se presenta una calificación de categoría muy alta afectando esta clasificación inclusive a las áreas que en el POT del municipio de Malambo se definen como suelo de expansión en cercanías a los cuerpos de agua. afectando igualmente esta categoría a las zonas con intervención identificada

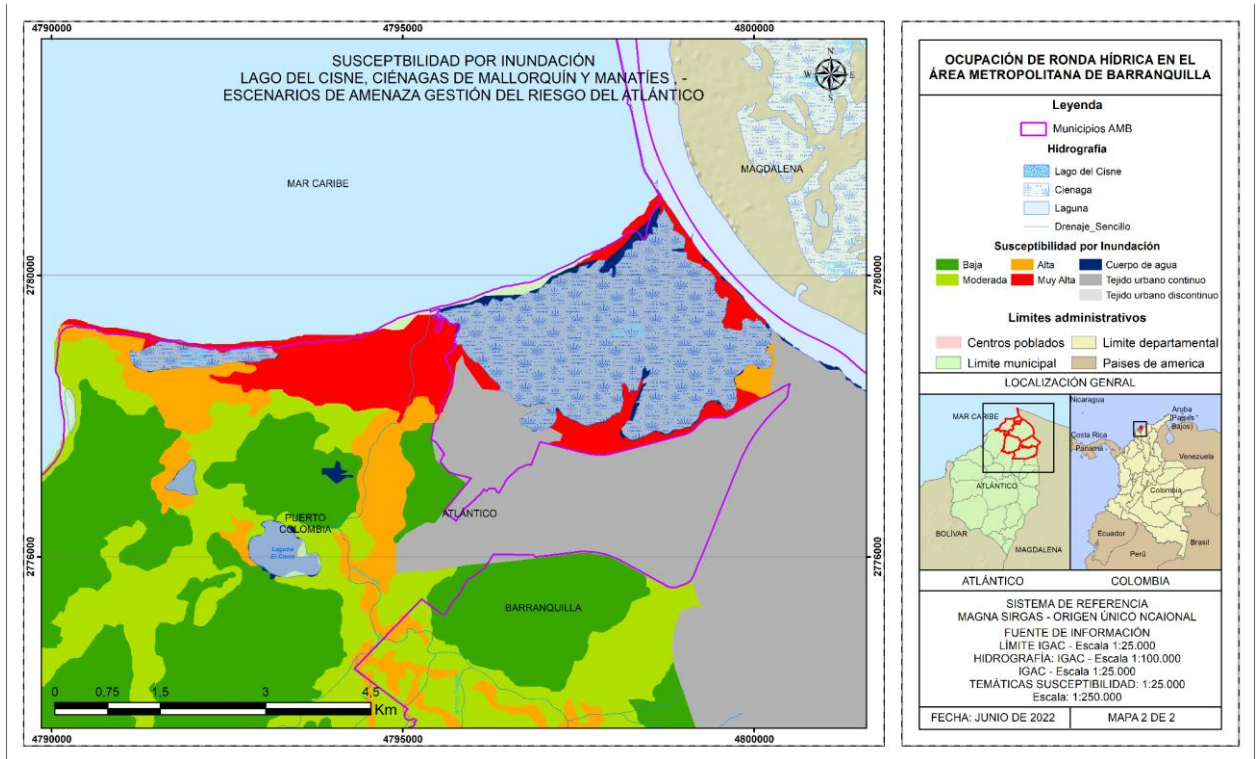
Mapa 18. *Susceptibilidad por Inundación – Malambo y Soledad.*



Fuente: Autores, 2022

Así mismo, con el mismo grado de susceptibilidad ante fenómenos de inundación se presentan en el área de influencia de la ciénaga de mallorquín, observándose en las gráficas como se encuentran las poblaciones y áreas dentro de las categorías de suelo urbano y de expansión, rodeadas de áreas definidas con calificación de susceptibilidad muy alta y alta en el sector sureste donde se encuentra el barrio Las Flores.

Mapa 19. Susceptibilidad por Inundación – Ciénagas Mallorcaín, Manatíes



Fuente: Autores, 2022

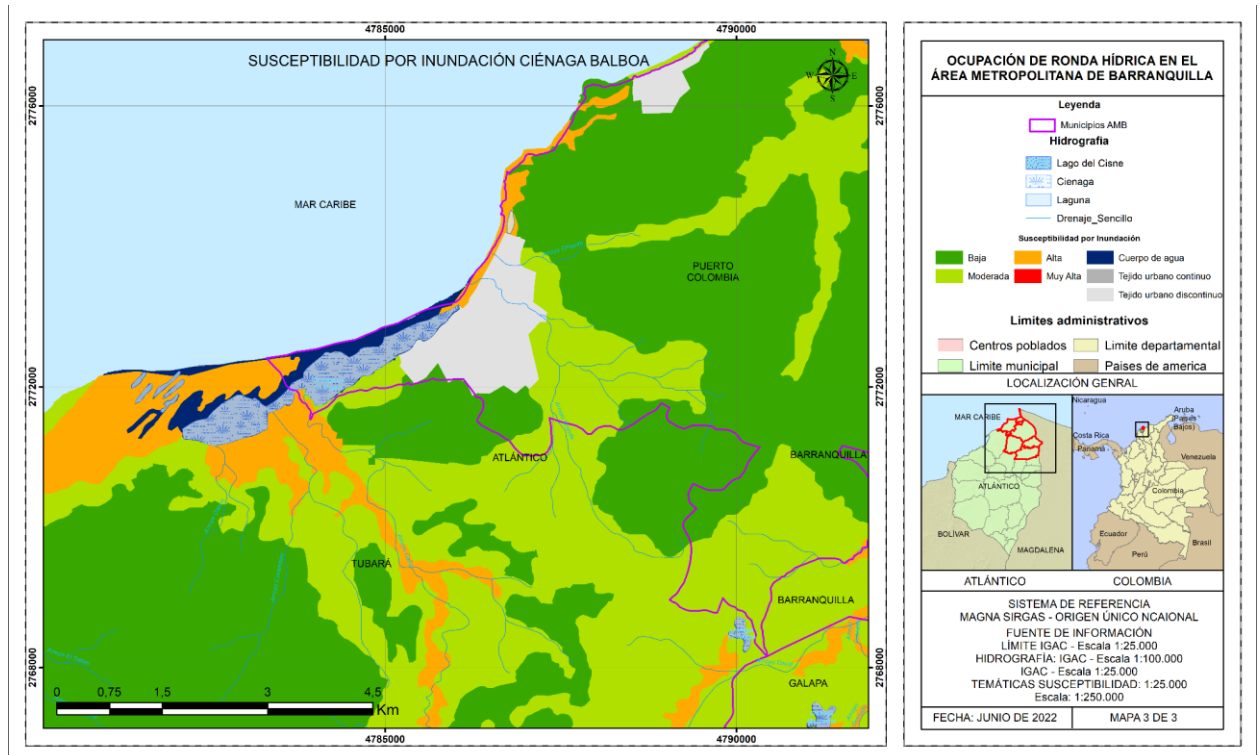
Para la ciénaga de los Manatíes, también se aprecia que las áreas aferentes a estas se presentan con categorías muy alta y alta en la susceptibilidad a inundaciones, afectando estas categorías a las áreas urbanizadas y las áreas desnudas que presentan intervención antrópica.

Para el caso de la ciénaga Rincón, esta no presenta mayores afectaciones por categoría de susceptibilidad, más se identifican áreas de categoría alta, que se trasponen con las zonas pantanosas y de bosques densos

Finalmente, para la ciénaga de Balboa se observan categoría de susceptibilidad alta, resaltada principalmente en el área de la ciénaga y su límite marcado por la zona con acantilados

o laderas, si afectar la susceptibilidad por este fenómeno a las áreas definidas en suelo de expansión o de uso urbano.

Mapa 20. Susceptibilidad por Inundación – Ciénaga Balboa



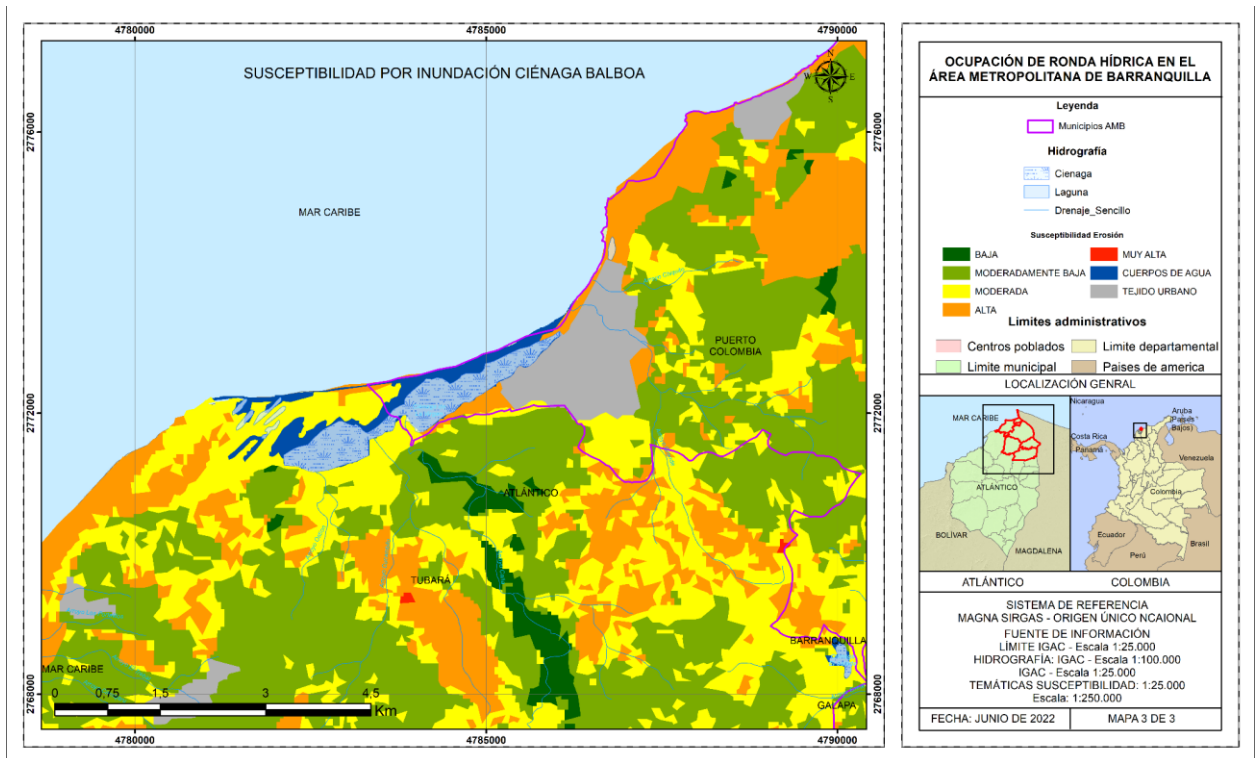
Fuente: Autores, 2022

7.4.2. Condiciones de susceptibilidad por erosión en las áreas de estudio

En materia de fenómenos naturales y de gestión del riesgo, se revisa someramente los aspectos asociados a la erosión. Esto se desarrolla teniendo en cuenta que las intervenciones en ronda hídrica provocan la pérdida de cobertura vegetal natural del suelo, exponiendo el mismo a los procesos de erosión hídrica y eólica, de los cuales son principalmente del resorte de este

proceso de evaluación, los direccionados a la erosión hídrica, pero sin dejar de lado el componente eólico, que también se convierte en componente de gran importancia.

Mapa 21. Susceptibilidad por Erosión – Ciénaga Balboa



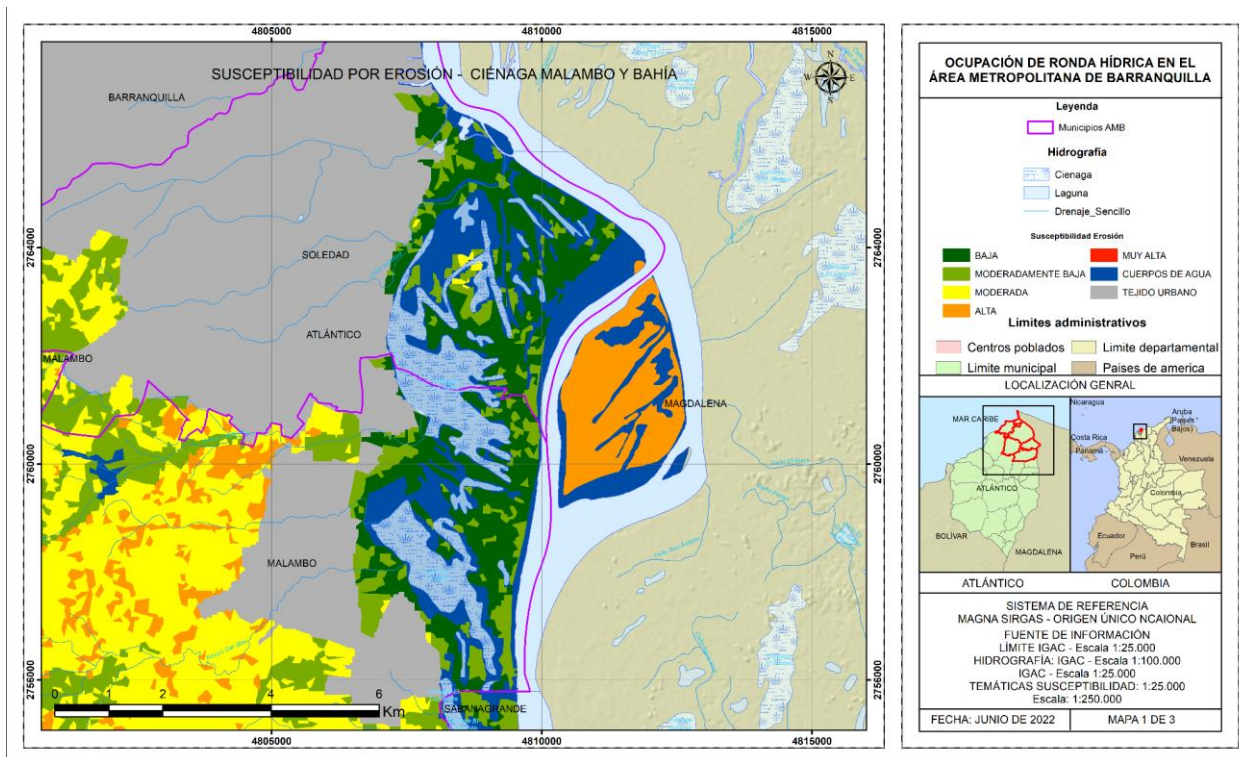
Fuente: Autores, 2022

Con la revisión de los mapas de susceptibilidad dispuesto por la autoridad ambiental, se logró identificar que la ciénaga de Balboa presenta calificaciones de categoría alta en las zonas de ladera que demarcan el cuerpo de agua.

Por su parte, en las ciénagas ubicadas en los municipios de Malambo y Soledad, presenta categorías en baja calificación, sin embargo, debe resaltarse que la erosión hídrica no solo se presenta con las corrientes de agua, sino que también se presenta durante las épocas de

precipitación, por lo cual se debe buscar garantizar la conservación de las coberturas en áreas de protección de los cuerpos de agua.

Mapa 22. Susceptibilidad por Erosión – Ciénaga Malambo y Bahía

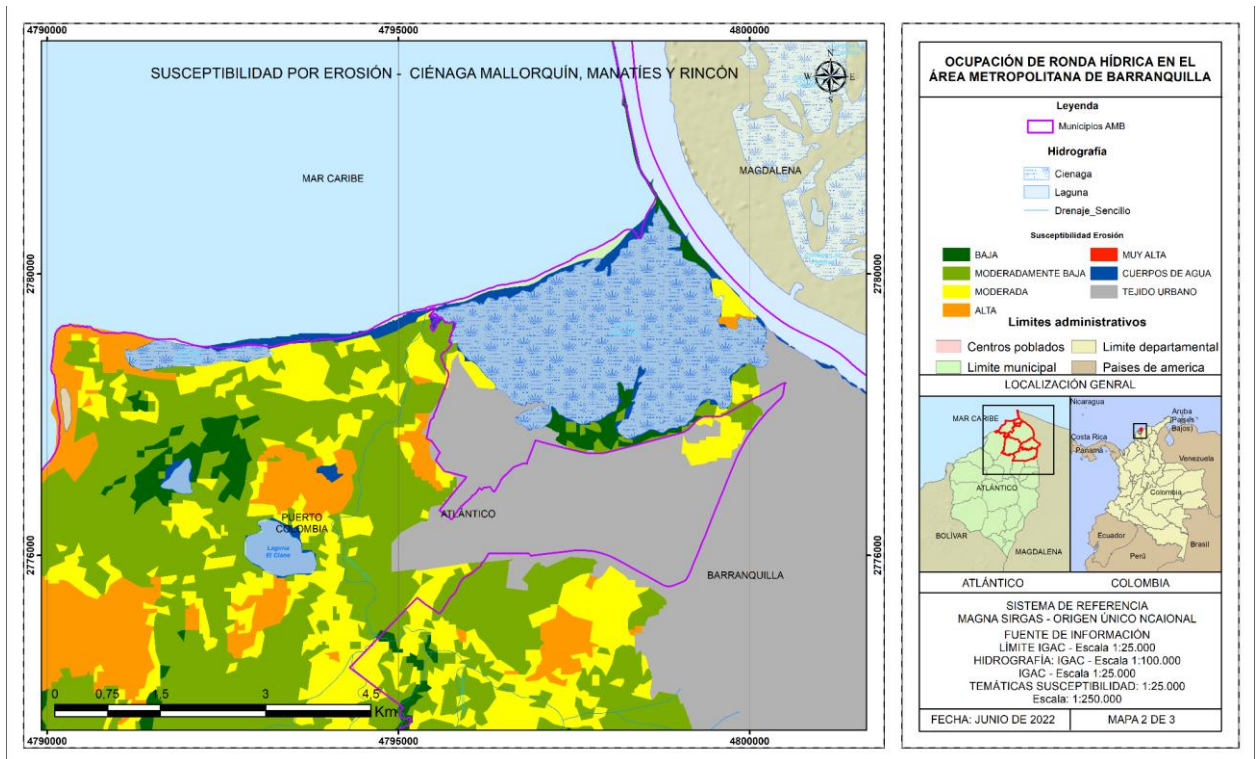


Fuente: Autores, 2022

Por último, para las tres ciénagas restantes como la ciénaga de los Manatíes presenta categoría alta al igual que la de Balboa, y puede deberse a la erosión hídrica relacionada con las mareas, lo que es resultado también de los proceso de retroceso de las líneas costeras que afectan a estos cuerpos de agua.

Por último, para las ciénagas de Mallorquín y Rincón, aunque presentan pequeñas zonas con categorías altas, en relación a su superficie, estas categorías se presentan principalmente en zonas donde se han desarrollado intervenciones a nivel de la ronda hídrica.

Mapa 23. Susceptibilidad por Erosión – Ciénaga Balboa



Fuente: Autores, 2022

De esta manera, podemos dar cuenta como las ocupaciones de rondas hídricas, es un elemento a tener en cuenta en los procesos de gestión del riesgo.

1. Conclusiones

A partir de la selección de los cuerpos de agua, se logró evidenciar que tan solo dos (02) cuerpos de aguas cuentan con acotamiento de ronda hídrica, siendo la Ciénaga de Mallorquín y Lago del Cisne. Para La ciénaga Bahía, Malambo, Manatíes y balboa, se definió como ronda hídrica representativa un buffer de treinta (30) metros a partir del límite cartográfico definida para cada una de las superficies de agua en estudio, más las áreas de protección asociada a las superficies de agua estas ciénagas

La selección de los cuerpos de agua y la delimitación de las rondas hídricas, permitió evidenciar a partir de los instrumentos de ordenación, que no existe sinergia en los instrumentos existentes, una vez comparado el POMCA de la cuenca de la ciénaga de Mallorquín y la zonificación ambiental de usos de la tierra que este determina, y a través de la superposición la ronda hídrica acotada por la autoridad ambiental regional para las ciénagas Rincón y Mallorquín, se logró evidenciar la ocupación de la ronda acotada, por suelos destinados a la expansión urbana. Es de anotar que los usos se encuentran acordes si se compara el POMCA con el plan de ordenamiento territorial del municipio de Puerto Colombia, los cuales se aprobaron en la misma anualidad, sin embargo, es de precisar que, este uso no acoge las directrices señaladas dentro del acotamiento de las rondas hídricas, donde se busca la protección de los cauces hídricos y sus zonas de protección aferentes.

Cabe resaltar que el único cuerpo de agua que no presentó distancias inferiores a los 150 metros fue la ciénaga Bahía a partir de los límites cuerpos de agua, la definición de suelos urbanos o de expansión urbana, observándose en la zona de interés de la ciénaga La Bahía la presencia de suelos definidos para usos de protección, conservación y suelo rural.

Se evidenció que en la ocupación de rondas hídricas los sectores económicos predominantes son el industrial y portuario, como es el caso de la ciénaga de Mallorquín, Convento (Rincón) y Bahía.

A partir de la información analizada, se encontró que, en los terrenos asociados a cuerpos de agua, el 21,1% de la población se encuentra en condición de migrante o desplazada, pudiendo presentar ocupación de estas áreas por la facilidad de acceso a estas tierras.

Vale la pena precisar que una de las causas o factores que dan lugar a la ocupación de las zonas de protección o ronda hídrica es que la mayoría de los municipios, no cuentan con ronda hídrica acotada por la autoridad ambiental, y que los instrumentos de ordenamiento territorial, no responden a los lineamientos que se definen a partir del acotamiento de rondas hídricas, donde se definen las áreas aferentes a los cuerpos de aguas como zonas estrictamente para la protección y en algunos casos para el desarrollo de actividades en el marco del uso sostenible, direccionado al desarrollo de la investigación científica, de prácticas de paisajismo y contemplación, entre otras.

Otro de los factores asociados a la ocupación de áreas de protección y/o amortiguación de los cuerpos de aguas es la planificación inadecuada del territorio, que se evidencia por ejemplo en los municipios de Malambo y Puerto Colombia, donde en zonas colindantes a los cuerpos de aguas se han definidos suelos urbanos y/o de expansión urbana, que han propiciado la intervención antrópica en suelos de protección.

A partir del análisis de susceptibilidad en relación con cada uno de los cuerpos de agua, se halló que estos cuerpos de agua son más susceptibles a presentar fenómenos de inundación, el

cual se vincula mayormente al recurso hídrico, Para el caso de la ciénaga Bahía y Malambo presentan características pantanosas, al igual que ciénaga de Mallorquín, donde se presentan estas zonas pantanosas asociadas a los bosque de manglar.

2. Recomendaciones

Posterior al desarrollo del presente trabajo, se recomienda se desarrollen análisis multitemporales en materia de ocupación de las rondas hídricas y se evalúe si se han presentado cambios en las susceptibilidades de los territorios en materia de riesgos por inundación y remoción.

Por otro lado, se recomienda que la evaluación a realizarse considere el comportamiento hidrometeorológico de la región, el cual resulta de suma importancia para el entendimiento del comportamiento de los sectores asociados a los cuerpos de agua en el Área Metropolitana de Barranquilla.

Se deberá propender desde los entes territoriales, se desarrollen las medidas correspondientes de ajuste y seguimiento a los instrumentos de ordenación territorial, para incluir de manera asertiva, la gestión de los riesgos en el ordenamiento del territorio y se evite la ocupación de áreas de ronda hídrica y con susceptibilidad alta y muy alta a los fenómenos naturales analizando, previniendo de esta materia las condiciones de riesgo para la población.

Adicional a la temática tratada, se recomienda se desarrolle un estudio en relación con los procesos o fenómenos asociados a la línea de costa, con el fin de generar conocimiento sobre la misma y gestionar el territorio de manera efectiva y asertiva.

8. Referencias

- Alberico, I y Petrosino, P. (2015). The hazard indices as a tool to support the territorial planning: The case study of Ischia Island (Southern Italy). *Engineering Geology*, 197, 225-239. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enggeo.2015.08.025>
- Álvarez Tinoco, I.J (2019). Evaluación del ordenamiento territorial en torno a los recursos hídricos urbanos: el caso de la microcuenca de la quebrada Chiguaza (Bogotá D.C.). (Tesis de maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C.
- Buzai, G. D., Baxendale, C. A., & Cruz, M. D. (2009). FASES DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN ESTUDIOS DE GEOGRAFÍA APLICADA BASADOS EN EL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. 31-40. Recuperado el 18 de 04 de 2021, de [http://www.cslp.com.ar/uploads/files/e04d6e_CAPITULO-08%20\(1\).pdf](http://www.cslp.com.ar/uploads/files/e04d6e_CAPITULO-08%20(1).pdf)
- Calderón, G. (2019). *GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL COMO APORTE AL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL PERIURBANO. EL ÁREA SERRANA DEL PARTIDO DE GENERAL PUEYREDON, PROVINCIA DE BUENOS AIRES*. Recuperado el abril de 2021, de Universidad Nacional de Cuyo, Tesis de Doctorado en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/103613>
- Castañeda Diaz, C.A. y Ocampo Rodríguez, J.L. (2019). Delimitación de la ronda hídrica y zonificación del riesgo del río Bogotá en el municipio de Villapinzón basado en la modelación hidrológica e hidráulica. (Trabajo de pregrado). Universidad Santo Tomás. Bogotá.
- Congreso de Colombia. (27 de 07 de 2018). Ley 1931.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (18 de 07 de 1997). Ley 388. Recuperado el 18 de 04 de 2021, de <http://recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/HTML/LEY-388-DE-1997.pdf>
- Daza Leguizamón, O. J., y Sanabria Marín, R. (diciembre de 2008). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 13, 13-26. doi: <https://doi.org/10.19053/01233769.1707>
- Füssel , H. M. (Mayo de 2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17, 155-167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.002>

-
- IDEAM, I. d. (1 de Julio de 2022). *SIAC*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/pomcas>
- Minambiente, M. (02 de Julio de 2022). *Minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/ordenamiento-del-recurso-hidrico/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de Julio de 2022). *Minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/cuencas-objeto-de-planificacion-estrategica-areas-hidrograficas/>
- López Altamiranda, S. L. (2017). CARACTERIZACIÓN ESPACIAL DE COBERTURAS DE BOSQUES, CULTIVOS Y RONDAS HÍDRICAS INTERVENIDAS POR EL PROYECTO VIAL PACÍFICO 1 MEDIANTE HERRAMIENTAS SIG. *Trabajo de Grado Universidad de Manizales*. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4162>
- MADS, M. (2017). Decreto 2245. Recuperado el abril de 2021, de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/Decreto_2245_29-12-2017-Ronda_Hidrica-a1.pdf
- Ministerio del Interior. (Abril de 20212). Ley 1523. Obtenido de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20575/Ley_1523_2012.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Ouma, Y.O y Tateishi, R. (2014). Urban Flood Vulnerability and Risk Mapping Using Integrated Multi-Parametric AHP and GIS: Methodological Overview and Case Study Assessment. *Water*, 6, 1515-1545; doi:10.3390/w6061515
- Parrado Morales, I.A., Unibio Varga, D.M., Zuluaga Brachholz, H.D., (2019). Conflictos de uso de suelos con las rondas de fuentes hídricas en Villavicencio – Meta (Trabajo de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio, Meta.
- Presidencia República de Colombia. (mayo de 2015). DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE 1076. Recuperado el 18 de abril de 2021, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Ramírez Quintero, A. (2014). Implementación de un sistema de información geográfica para la delimitación de Rondas Hídricas - Colombia. *Repositorio USFQ*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3503>
- Thuy Ngan, L., K. Bregt, A., van Halsema, G. E., J. Hellegers, P. J., y Dao Nguyen, L. (abril de 2018). Interplay between land-use dynamics and changes in hydrological regime in the

Vietnamese Mekong Delta. *Land Use Policy*, 73, 269-280. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.030>

