

Análisis geoespacial de la dinámica de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago: Conflictos de usos del suelo y su pérdida de área

Geospatial analysis of the dynamics of the wetlands Meandro del Say and Santa Maria del Lago: Land use conflicts and their loss of area

Valentina Aparicio Rodríguez¹, Lizeth Katheryn Avendaño Herrera²,
Gina Paola González Angarita³, Dhais Peña Angulo⁴

¹Universidad Libre, Bogotá, Colombia, Valentina.aparicior@unilibrebog.edu.co

²Universidad Libre, Bogotá, Colombia, Lizethk.avendanoh@unilibrebog.edu.co

³Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, 692799@unizar.es

⁴dhaispa@gmail.com

Fecha de recepción: 08/07/2018 Fecha de aceptación del artículo: 09/18/2018



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.1374>

Como citar: Aparicio Rodríguez, V., Avendaño Herrera, L. K., González Angarita, G. P. & Peña Angulo, D. (2018). Análisis geoespacial de la dinámica de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago: Conflictos de usos del suelo y su pérdida de área *AVANCES: INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA*, 15 (1), 131-149. DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.1374>

Resumen

En el presente trabajo se analizan los cambios espacio-temporales ocurridos en los usos de suelo, en especial las áreas de conflicto, de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago en Bogotá-Colombia. En primer lugar, se identifica los principales usos del suelo teniendo como referencia los Planes de Manejo Ambiental (PMA). A continuación, se realiza el reconocimiento en campo de las áreas identificadas, y se realiza un diagnóstico según los actores más relevantes de la zona. Posteriormente, se analizan las transformaciones ocurridas en los usos del suelo, a partir de la cartografía realizada con los principios de la teleobservación. Por último, toda la información recopilada es sistematizada, lo que permite relacionarla con escenarios en retrospectiva. Los resultados del trabajo muestran cambios sustanciales en los usos del suelo, en especial, las áreas agrícolas han perdido terreno a favor de las zonas industriales.

Palabras clave: Conflictos de usos, Humedales, Sistemas de Información Geográfica, Usos del suelo.

Abstract

The present investigation analyzes the temporal-space variation of the land use conflict in the wetlands Meandro del Say and Santa María del Lago in Bogota – Colombia. The work contains an identification of the soils uses having as reference the Plans of Environmental Handling [PMA] of study areas. Furthermore, a recognition in field and a diagnosis from the perspective of relevant actors of the area. The cartography was constructed taking into account the tele observation that examine the transformation in the periods 1998-2016, the information was systematized by the software ArcGis 10.3. Based on the outcomes there are visualize scenarios in retrospective of population density, property density and variation in floor uses. The results show substantial changes, since the occupation of the territory reached a conflict of almost 63% of the entire area of the above mentioned wetlands. Likewise, this investigation contributes information of great interest in the construction of spatial indicators to reach the best practices for sustainable development.

Keywords: Conflicts of use, Geographic information systems, Land use, Wetlands.

1. Introducción

Los estudios de carácter retrospectivo, y los trabajos que analizan la evolución en el tiempo son fundamentales para la conservación y gestión ambiental de los humedales. Estos espacios naturales son zonas reproductoras y nutritivas, que mejoran las condiciones de la vida silvestre, así mismo permiten el desarrollo de la diversidad de las especies y proporcionan elementos importantes para disminuir los efectos producidos del cambio climático [1].

Bolund & Hunhammar [2] mencionan la importancia de la proximidad de los humedales a las grandes ciudades, puesto que estos ecosistemas prestan servicios ambientales y beneficios directos a la humanidad. Las principales funciones de los humedales se fundamentan en mejorar las condiciones

naturales en zonas urbanas, puesto que sus servicios van desde drenar el agua procedente de la lluvia, prevenir inundaciones, purificar el aire hasta su consideración como aulas vivas de interpretación natural. En la misma línea Rojas, Sepúlveda, Barbosa y Rojas indican que los humedales suponen una reducción del ruido y además, controlan la temperatura. [3]

A pesar de la importancia de los humedales, Davidson [4] afirma que estos se encuentran amenazados por efectos de la acción antrópica a nivel mundial. La situación con los humedales de Bogotá es muy similar puesto que, a principios del siglo XX, el área ocupada por estos ecosistemas sumaba más de 50.000 hectáreas [ha] de las cuales, hoy sólo quedan 727 ha [5, 6].

El área de estudio corresponde a dos humedales de Bogotá. El primer

humedal, Meandro del Say, se ubica en un espacio rural, y se localiza en localidad de Fontibón y en las Unidades de Planeación Zonal [UPZ] de Zona Franca, Fontibón y Fontibón San Pablo. Esta área de trabajo limita al norte con la localidad de Engativá, al oriente con la localidad de Puente Aranda, al occidente con la ribera del río Bogotá, los municipios de Mosquera - Funza y al sur con la localidad de Kennedy. Hace parte de la cuenca del río Fucha, con una extensión en área de 26 ha y cuenta con un Área de Influencia Directa [AID] de 566,05 ha [7].

El humedal Meandro del Say inicia su fragmentación en el siglo XX con una fuerte parcelación de grandes fincas, dando paso a pequeños propietarios productores de maíz, papa, cereales y hortalizas. Seguidamente en 1986 se realiza el desvío del río Bogotá que disminuye el caudal de agua, incrementa la sedimentación y acentúa la población de vegetación lacustre en el meandro, en consecuencia, se desarrollan procesos de secamiento y se consolida la zona industrial en el norte del humedal, presentando los primeros vertimientos por parte del sector industrial [7].

En cambio, el segundo humedal Santa María del Lago, situado en zona urbana se encuentra en la localidad de Engativá en la UPZ Boyacá Real, limita con los barrios: al norte Minuto de Dios, al sur Santa María del Lago, al occidente La Granja - Tabora, y finalmente al oriente limita con Bonanza. Hace parte de la cuenca del río Salitre, con un área de 10,8 ha y cuenta con un AID de 126,3 ha [8]; ver Figura 1.

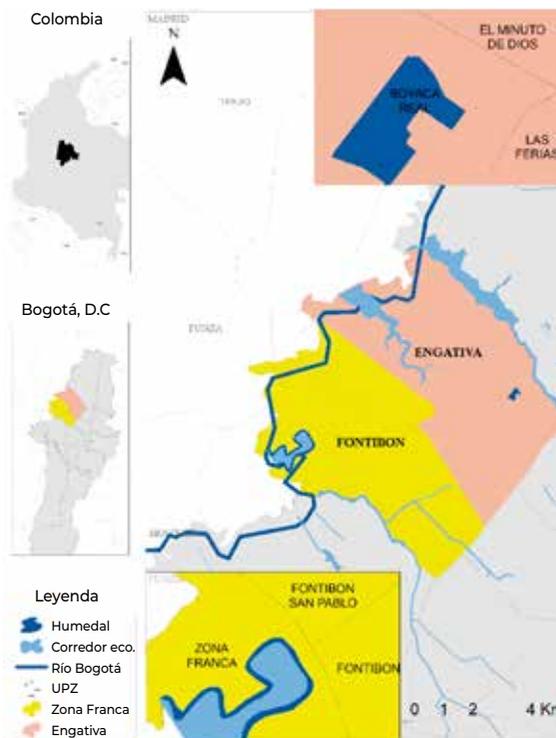


Figura 1. Localización de los humedales de estudio. Fuente IDEC. Elaboración propia

Los antecedentes del humedal Santa María del Lago inician en el año 1938 con la división de predios catastrales, con fincas de gran extensión dentro de ellos. Luego en 1955 se presenta el primer trazado urbano y el loteo del barrio La granja, con una apertura vial al costado norte del humedal y en 1973 se construye la avenida 80, provocando la construcción del sector junto a la avenida Boyacá que divide el cuerpo de agua. Finalmente en 1976 se consolida el lugar para recreación pasiva como pesca y navegación en bote [8].

Si bien el análisis de transformación de los usos de los suelos y cambios demográficos en las zonas limítrofes de los humedales Meandro de Say y Santa María

del Lago se justifican, puesto que su área representa una conectividad esencial en la red de humedales de Bogotá y su Estructura Ecológica Principal [EEP]. En ese sentido los humedales urbanos de la ciudad se encuentran como áreas protegidas por su prestación de servicios ecosistémicos [9]. Sin embargo, sus problemáticas están sujetas al acelerado crecimiento urbano que sufre la ciudad de Bogotá, siendo la causa principal de invasión en las zonas de manejo y preservación ambiental de dichos escenarios [7].

El objetivo principal del trabajo es conocer la variación espacio-temporal de los conflictos de usos del suelo en los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago. Para llevar a cabo dicho objetivo, se utiliza como herramienta la teleobservación, la cual permite representar fenómenos espaciales en el tiempo. En este estudio, en primer lugar, se define el área de trabajo, posteriormente se analizan los cambios ocurridos en los usos del suelo, y por último se sintetiza y representa en el espacio los principales hallazgos.

La metodología aplicada es de carácter descriptivo, puesto que trabaja sobre realidades de hecho, buscando desarrollar una fiel representación de los humedales, a partir de la variación espacio-temporal, teniendo como referencia la teleobservación [10] que usa sensores para obtener información sobre la superficie terrestre [11].

La teleobservación es una buena opción para la construcción de indicadores

espaciales, además ayuda a identificar patrones espaciales y temporales sobre la superficie de dichos humedales. En efecto su análisis permite la formulación de nuevas políticas y modelos frente al ordenamiento territorial de la ciudad y la preservación de los ecosistemas.

Por todo ello se debe estructurar y desarrollar actividades para un manejo ambiental sostenible, administrar y articular a la EEP las áreas de interés y la opinión de los actores sociales relevantes, buscando así, mejores condiciones en la calidad de vida de las poblaciones. Estas actividades de manejo ambiental funcionan como instrumento para conseguir el orden deseado, de tal manera que se pueda alcanzar el objetivo de las naciones unidas, enfocado en ciudades y comunidades sostenibles [12].

2. Metodología

La metodología propuesta para analizar el conflicto de usos del suelo de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago, se sintetiza en las técnicas propuestas por Miraglia desde los lineamientos de la teleobservación [11], seguido de la propuesta de indicadores de tendencia y escenarios en retrospectiva presente en la investigación "*Procesos de transformación urbana: el caso de Tunja 1900-2005*" [13].

En el presente estudio se analiza cada uno de los usos del suelo presentes en los humedales. De acuerdo con el PMA, en el humedal Meandro del Say se identificó una alta densidad del sector industrial, a su vez, resalta las

construcciones residenciales aledañas, sistemas agrícolas y uso ganadero [7]. En cambio, en el humedal Santa María del Lago se identificó un uso netamente urbano en sus zonas limítrofes con altas concentraciones de emplazamiento residencial [8].

Para la validación del estudio se realizó un trabajo de campo en los años 2015-2016, el cual consistió en la georreferenciación de los usos del suelo. La información se obtuvo con el GPS¹ Garmin 60 CSx, ajustado y calibrado en el sistema de coordenadas nacional para Colombia Gauss Magna Sirgas origen Bogotá. Los principales conflictos identificados en el humedal Meandro del Say son: el pastoreo, urbanizaciones en expansión, e invasiones por parte de las industrias que se encuentran alrededor, como el caso de Cemex compañía dedicada a distribuir productos de construcción. (Ver Figura 2).

En cambio, los conflictos en el humedal Santa María del Lago son invadidos por el uso residencial que se caracterizan por altas edificaciones dentro de la ronda del humedal como es el caso de la urbanización Santa María del Lago, ver Figura 3.

El análisis de las zonas en conflicto se validó con Ortofotos² de la Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital [IDECA], pues de acuerdo con su disponibilidad se tomaron tres periodos definidos así: primer periodo (2004-



Figura 2. Puntos en campo humedal Meandro del Say. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Puntos en campo humedal Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

2007); segundo periodo (2008- 2011) y tercer periodo (2012-2016). Dentro del análisis se tuvo en cuenta el periodo comprendido entre (1998-2004) para dar contexto al uso del suelo inicial de los humedales.

De acuerdo a lo anterior, la digitalización de los usos del suelo se realizó con el Software *ArcGis* 10.3³, en el sistema de

¹ GPS Sistema de Posicionamiento Global

² Ortofoto fotografía aérea corregida

³ Herramienta que permite recopilar, administrar y analizar la información geográfica en un lenguaje visual de mapeo y análisis para revelar una visión profunda de datos [26]

coordenadas Datum Magna Ciudad Bogotá⁴ y el sistema de proyección Transverse Mercator, de acuerdo a la regionalización de los parámetros del Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC].

Consecutivamente la información también se valida teniendo como referencia las entrevistas semiestructuradas puesto que son una herramienta importante, para valorar la percepción de los actores que tienen un interés común, tal como lo afirma Grimble y Wellard [14]. En este caso de estudio, los actores más representativos para el estudio son los líderes comunitarios y funcionarios de las autoridades ambientales, la selección de estos actores se realizó de manera minuciosa, pues son pocos los que conocen el área de estudio y sus antecedentes.

Según Bryson [15] las entrevistas involucran los actores más importantes, para así tener claridad de las problemáticas y soluciones que ellos puedan brindar en la investigación, por lo que se tomó una pequeña muestra (n=10), estas entrevistas fueron realizadas en el año 2017 de manera personal, el cuestionario se dividió en tres partes: datos generales, conflictos de usos del suelos internos - externos y valoración del paisaje. Sus resultados fueron ponderados con el fin de conocer la cantidad de respuestas seleccionadas para cada pregunta.

⁴ Sistema de coordenadas para la ciudad de Bogotá

Durante el último periodo se contrastan los conflictos de uso del suelo, los cuales están presentes cuando hay discrepancia entre el uso de acuerdo a su oferta ambiental y al uso expuesto por las actividades humanas IGAC & CORPOICA [16]. Dado esto, se calculan las áreas que se encuentran en conflicto por medio de la intersección de capas suministradas por el IDECA. Para analizar dichos conflictos fue necesario el uso de tres indicadores: 1.) variación de los usos del suelo, 2.) densidad poblacional y 3.) densidad predial.

Los ecosistemas terrestres han sufrido grandes transformaciones, la mayoría debido a los cambios en la cobertura de la tierra y a la degradación e intensificación de los usos del suelo [17]. De tal manera el primer indicador establece la variación de los usos del suelo que se obtuvieron a partir de la digitalización en retrospectiva, tomando como ejemplo el geo proceso realizado por el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia, donde identifica cuantitativamente las zonas de ocupación territorial en las UPZ mediante la digitalización de los últimos 15 años, en Pasquilla zona rural de Bogotá, Colombia [18].

El segundo indicador es la variación de la densidad poblacional en las UPZ de cada humedal obteniendo las cifras de acuerdo a las proyecciones realizadas por la Secretaria Distrital de Planeación (SDP) [19]. Según Pineda, Bosques, Gómez, & Plata existen diversos factores que intervienen en el cambio

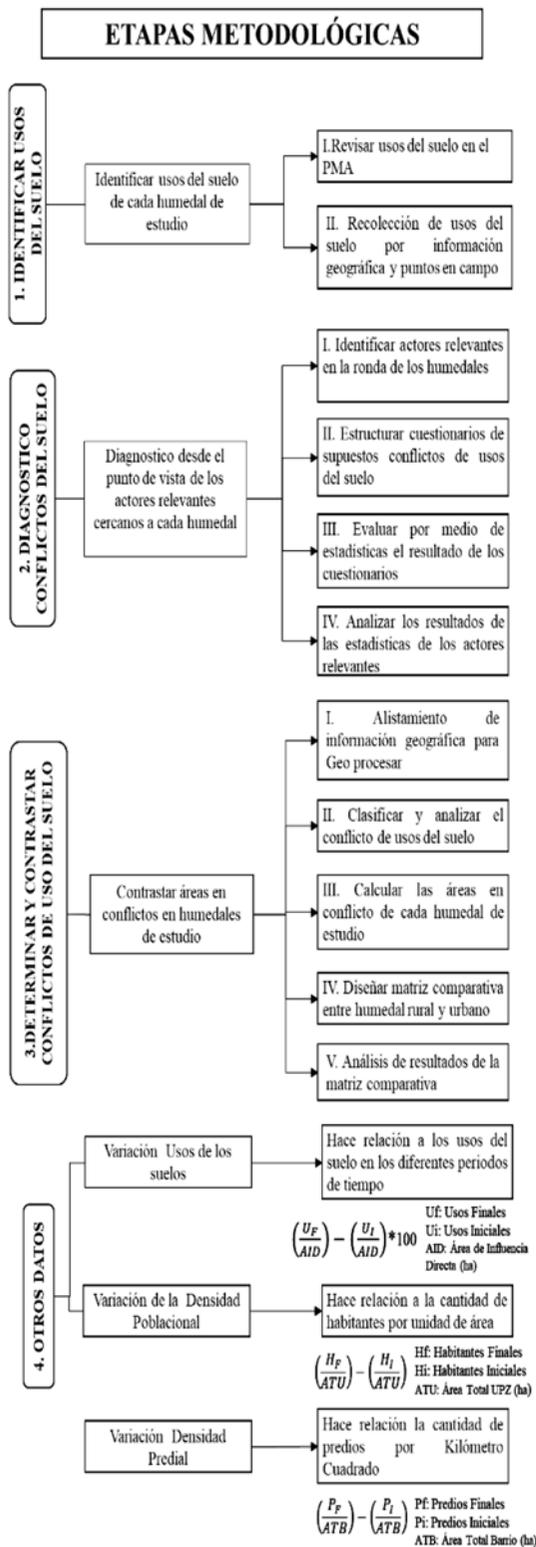


Figura 4. Metodología de investigación.

de uso del suelo; afirma que uno de los más relevantes es el crecimiento demográfico, contribuyendo al aumento de superficies pobladas y disminución de áreas de importancia natural [20].

Por último está el indicador de variación en la densidad predial, este indicador evalúa el número de predios por barrio en ambos humedales con base en la información suministrada por Catastro Bogotá. Como lo asegura Pineda, Bosques, Gómez, & Plata, cada vez es más evidente la transformación que sufre el territorio por los cambios del uso del suelo, ya sean legales o ilegales, relacionando su análisis con los predios en cercanías a los humedales.

Los anteriores indicadores fueron adaptados del estudio titulado “Procesos de transformación urbana: el caso de Tunja 1900-2005” [13] donde presentan una metodología basada en indicadores de forma y estructura, además de identificar los cambios en retrospectiva de la ciudad de Tunja involucrando los Sistemas de Información Geográfica [SIG].

En resumen, la metodología descrita anteriormente se muestra de forma simplificada en el esquema, ver Figura 4.

3. Análisis y Discusión de Resultados

Como se ha nombrado anteriormente los humedales de estudio presentan diferentes usos del suelo, que se han identificados a partir del PMA y recorridos en campos con el fin de entender

el ecosistema, su contorno y los usos del suelo a los que se está expuesto, teniendo como referencias tres factores, nombrados en la metodología.

- Conflictos de uso del suelo
- Participación de actores relevantes
- Análisis de indicadores

Conflictos de usos del suelo

Tal como se muestra en la Figura 7 el humedal Meandro del Say, presenta cuatro conflictos puntuales a partir de la intersección geográfica de capas de usos del suelo y el perímetro del humedal, evidenciando claramente un conflicto asociado a los usos urbanísticos e industriales que lo rodean.

A partir de la representación espacial de la información (ver Figura 7 del conflicto de usos del suelo), es posible identificar que la ronda del humedal Meandro del Say se encuentra en conflicto, evidenciando así que la agrupación Zona Franca es el mayor conflicto con 7,3 ha (Figura 5).

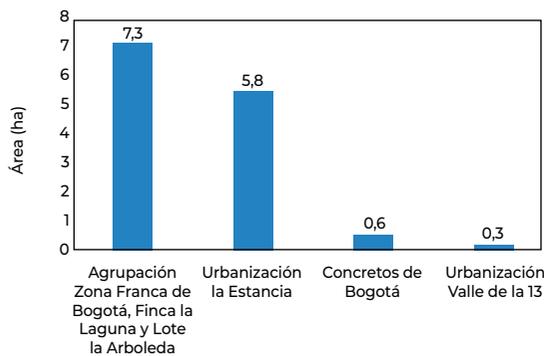


Figura 5. Áreas en conflicto humedal Meandro del Say. Fuente: Elaboración propia.

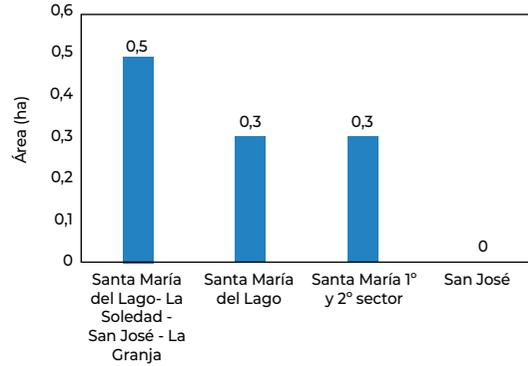


Figura 6. Áreas en conflicto humedal Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en el humedal Santa María del Lago, la intersección de capas arroja un conflicto netamente residencial (Figura 6). La *urbanización Santa María del Lago*, es la de mayor conflicto presenta con un área de 0,5 ha.

De acuerdo con el análisis de las tres variables y el conflicto del uso del suelo es posible precisar que la pérdida y el deterioro de los humedales de estudio, son causados por el proceso de urbanización y expansión de la ciudad, relacionado posiblemente con el crecimiento de la población, generando urbanizaciones legales e ilegales, cuyos asentamientos se ubican en cercanías de los humedales. Es necesario resaltar que dentro del periodo de estudio los predios y la población presentan una relación directamente proporcional, que ha sido creciente en los últimos 12 años, siendo importante generar un equilibrio sobre estos ecosistemas, por tal razón es necesario un desarrollo sostenible donde se involucren los temas económicos, sociales, ambientales e investigativos

4. Percepción Actores Relevantes

Una síntesis de los datos recogidos en las entrevistas, muestra que el 80% de los encuestados conoce el humedal Meandro del Say por más de 5 años. Dicha población reconoce como “muy grave” los lotes en construcción como conflicto de uso del suelo en el AID. En otra de las preguntas realizadas con relación al conflicto de usos del suelo en el interior del humedal, el 50% de los entrevistados califica como “grave” el uso del suelo industrial, esto relacionado con la ubicación cercana entre el humedal y la zona franca de la ciudad.

Seguidamente en el humedal Santa María del Lago, el 50% de los encuestados conoce el humedal por más de 12 años. El 15% de esta población identifica como “muy grave” las viviendas con conflicto de uso del suelo en el AID, y el 30% de los entrevistados califica como “moderado” las áreas acumulativas de basura. Esto podría evaluarse, que, sin importar el encerramiento con malla eslabonada, el uso de suelo por recreación pasiva desencadena un sin número de conflictos. Así mismo, el 10% de los encuestados considera dentro de la categoría “grave” el suelo residencial y comercial, resaltando las altas edificaciones al borde del humedal

De acuerdo a los datos trabajados en los humedales, es posible identificar que lo dicho por los actores relevantes concuerda con la información primaria y secundaria descrita anteriormente, pues



Figura 7. Conflicto usos del suelo humedales de estudio

resalta los usos del suelo industriales y construcciones en el humedal ubicado en los límites rurales de la ciudad, y por otro lado los usos residenciales, comerciales y el inadecuado manejo de basuras en el interior de la ciudad.

La percepción de los actores relevantes se desarrolla con el fin de que las personas naturales o jurídicas puedan presentarse a las autoridades ambientales, mediante las veedurías ciudadanas la cual permite ejercer vigilancia sobre la gestión pública, consultas populares y consultas públicas, con el fin de defender las áreas

de importancia ambiental, ya que la participación comunitaria y ciudadana tiene como objetivo propender por la garantía, la defensa, conservación y protección de los humedales.

5. Análisis de indicadores

Los principales resultados se encuentran enfocados en tres indicadores que analizan desde la variación de los usos del suelo, la densidad poblacional hasta la densidad predial como se explica en la metodología.

Variación de los Usos del Suelo

La variación de usos del suelo en el humedal Meandro del Say tiene un incremento en el uso del suelo industrial en un 13% del AID reflejando un aumento significativo desde el 2004 al 2016. Así mismo el uso del suelo residencial incremento en un 5% en este mismo periodo. Sin embargo, se evidencia que el uso agrícola se redujo en un 11%, como lo demuestra la Tabla 1 de manera decreciente, estos resultados son obtenidos de la ecuación presentada en el diagrama metodológico de la Figura 4.

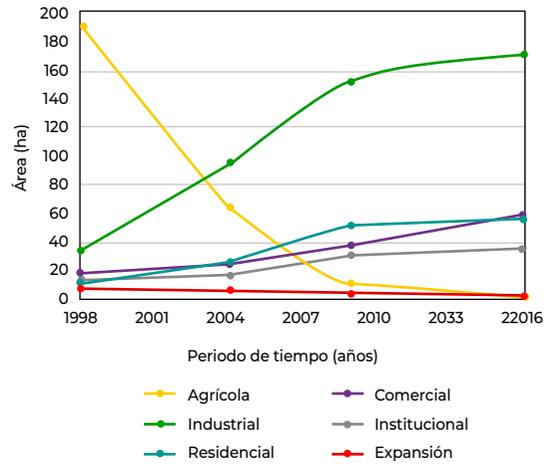


Figura 8. Digitalización usos del suelo humedal Meandro del Say. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8 es posible identificar los diferentes usos del suelo en los periodos de estudio. En general, la mayoría de usos incrementan su presencia en el espacio, especialmente el uso industrial; excepto el uso agrícola que se encuentra en retroceso.

Con el fin de evaluar la variación espacial en retrospectiva de cada humedal, como se muestra en la Figura 10. Es posible identificar que en el año 1998 el humedal Meandro del Say presentaba un uso del suelo agrícola hacia al interior

Tabla 1. Variación usos del suelo humedal Meandro del Say

Área de Influencia Directa (ha)			566,05
Clasificación	Usos del suelo (ha)		Variación usos del suelo
	2004 (U _i)	2016 (U _f)	
Industrial	95,7	170,5	13%
Residencial	27,5	54,5	5%
Agrícola	66,5	4,4	-11%

y límite del río Bogotá, sin embargo, a partir del año 2004 no es posible identificar algún uso del suelo en esta zona, ya que las ortofotos que fueron seleccionadas para realizar el diagnóstico son de la ciudad de Bogotá y después del 2004 no cubren esta área por hacer parte del municipio de Mosquera, y no fue posible realizar la adecuada identificación. Sin embargo según el PMA, el humedal seguía presentando un uso de suelo agrícola dentro de la ronda hídrica, pero al ser declarado como parte de la EEP de la ciudad en el año 2007, el interior dejó de ser zona agrícola y pasó a ser una zona de protección y conservación [7].

Por otro lado, el análisis de la variación en retrospectiva de usos del suelo del humedal Santa María del Lago, presenta una disminución del 10% significativo del uso residencial, que fue remplazado por otros usos del suelo como el comercial en un 2% al igual que el sector industrial; obteniendo así un uso netamente residencial como se muestra en la Figura 9, ocupando la mayor área desde el 2010.

De acuerdo con los resultados expuestos se identifica claramente el crecimiento del uso residencial, esta tendencia se presenta por el atractivo urbano que significa para la comunidad. Dado que cuenta con un PMA que ha desarrollado acciones de revegetalización incrementando la diversidad de flora y fauna entre ellas el desarrollo de 77 especies de árboles y arbustos, 7 de aves residentes y 14 especies de aves migratorias. [8]

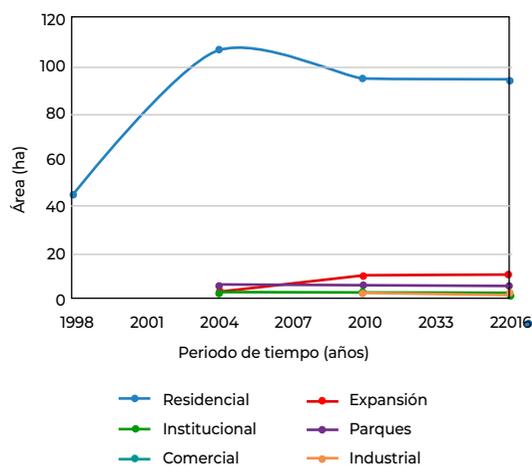


Figura 9. Variación de usos del suelo humedal Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Variación usos del suelo humedal Santa María del Lago

Área de Influencia Directa (ha)		126,4	
Clasificación	Usos del suelo (ha)		Variación usos del suelo
	2004 (U _i)	2016 (U _f)	
Residencial	104,9	92,5	-10%
Expansión Residencial	2,7	10,6	6%
Industrial	0,0	2,1	2%
Comercial	0	2,5194	2%

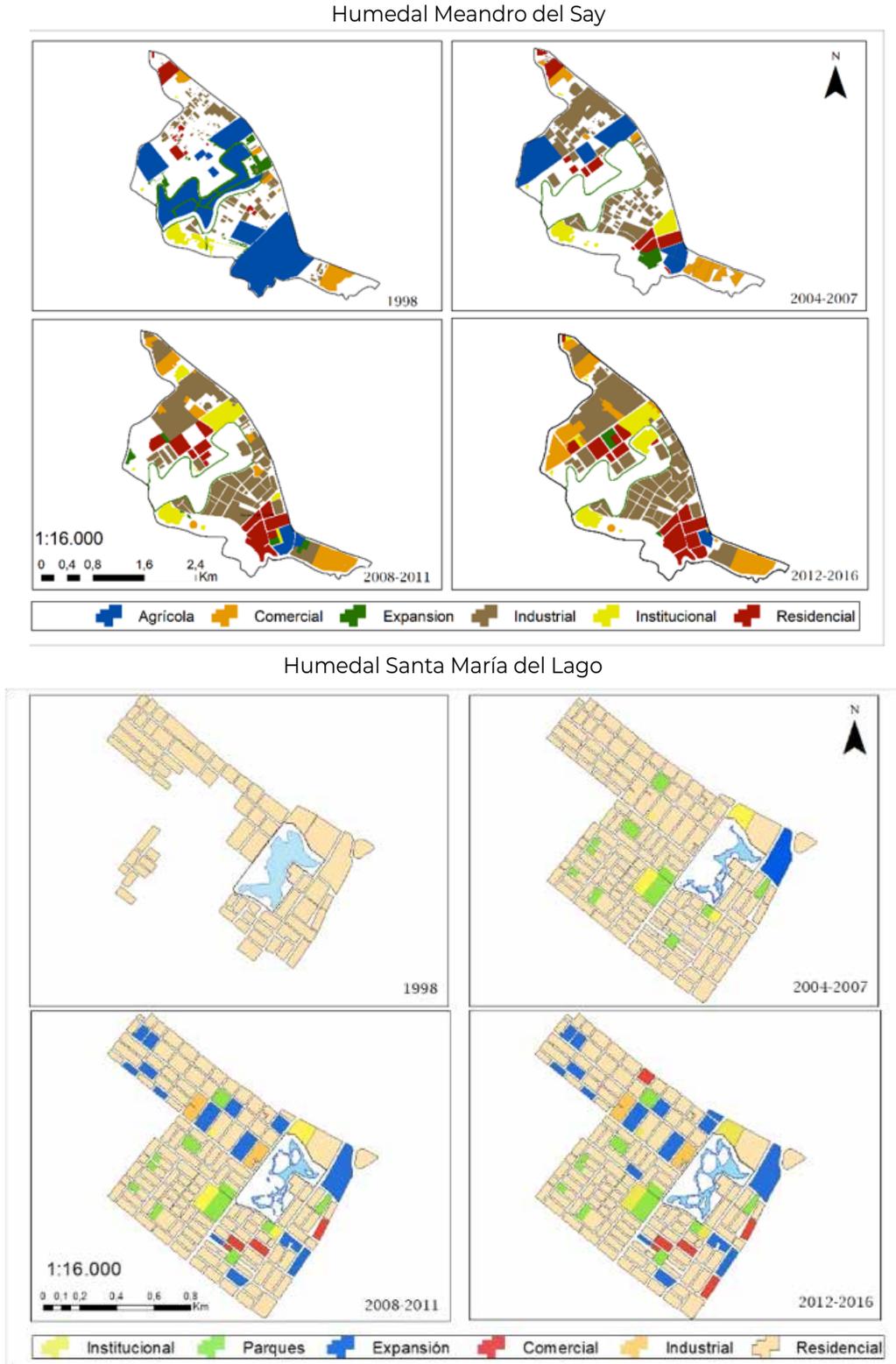


Figura 10. Identificación usos del suelo humedales de estudio mediante la digitalización de la ortofotos suministradas por el IDECA. Fuente: Elaboración propia.

Variación Densidad Poblacional

La densidad poblacional en el humedal Meandro del Say tiene un incremento de **16** habitantes por hectárea en la UPZ de Zona Franca, **46** habitantes en Fontibón y **38** habitantes en Fontibón San Pablo, mediante el cálculo realizado con los datos de la Tabla 3, pues la población de la capital ha crecido en una tasa anual de 1,4% entre el 2007 y 2011. Sin embargo la localidad de Fontibón en la que acoge las UPZ mencionadas ha presentado un ritmo de crecimiento mayor anual de un 2,4% [21]. Esto fue posible evidenciarlo en los recorridos en campo, ya que el aumento de las zonas industriales y las construcciones se ha masificado, acogiendo a mayor número de habitantes.

Tabla 3. Variación poblacional humedal Meandro del Say

UPZ	Área	Pi 2004-2007	Pf 2012-2016	Vp
Fontibón San Pablo	360	29.653	35.589	16
Zona Franca	490,2	31.568	53.876	46
Fontibón	496,5	129.424	148.156	38

*Vp: Variación poblacional *Pi: Población Inicial
*Pf: Población Final

Finalmente se puede deducir que cada UPZ presento un incremento poblacional de forma lineal en cada periodo de tiempo resaltando la UPZ de Zona Franca con el mayor número de habitantes en el AID basada en las proyecciones mencionadas en la metodología.

Diferente al humedal Santa María del Lago que presenta un incremento de

34 habitantes por hectárea en la UPZ Minuto de Dios, y una reducción de **31** habitantes en la UPZ Boyacá Real. Sin embargo, la localidad de Engativá que acoge las UPZ mencionadas cuenta con mayor número de población, pues se ha evidenciado que estas zonas son netamente residenciales, donde han incrementado las construcciones verticales y consigo el aumento de la población [21], como se evidencia en la Tabla 4, la UPZ Minuto de Dios tiende a un crecimiento en cada periodo de tiempo. Por otra parte, la UPZ Boyacá Real contradice lo expuesto pues disminuye la población de acuerdo con la proyección de la SDP. [19]

Tabla 4. Variación poblacional humedal Santa María del Lago

UPZ	Área	Pi 2004-2007	Pf 2012-2016	Vp
Boyacá Real	451,9	127842	113795	-31
Minuto de Dios	367,6	141336	154125	35

*Vp: Variación poblacional *Pi: Población Inicial
*Pf: Población Final

De acuerdo a esto es posible afirmar que el aumento de la población en la capital supone una mayor presión en los territorios cercanos a los ecosistemas. Por esta razón, se debe generar un desarrollo sostenible con el fin de estructurar y desarrollar actividades para un manejo ambiental, como la restauración, prevención y control de los ecosistemas donde la comunidad y control social juega un papel importante para la conservación de los mismos, haciendo hincapié en el fenómeno urbano, con

el objeto de prevenir el deterioro acelerado que presentan.

Se considera una opción diseñar estrategias de capacitación para la comunidad y dar a conocer la importancia que tienen los humedales en la capital, su conformación y enseñar acerca de los mecanismos jurídicos para su conservación y protección.

Variación Densidad Predial

Dos de los barrios más cercanos al humedal Meandro del Say como se muestra en la Figura 11 presentaron un incremento considerado. El barrio Sabana Grande ubicado al costado oriental del humedal presentó un incremento en 43 predios por hectárea y el Chanco I ubicado al costado occidental incremento en 36 predios desde 2004 hasta el 2016.

El humedal Santa María del Lago presenta un incremento de 5 predios por hectárea en el barrio Santa María donde se ubica el humedal de estudio, así mismo incrementan 6 predios en Tabora y 6 predios en el barrio la Granja. Siendo importante resaltar que la ocupación predial en los tres barrios limitantes son edificaciones y que han ido en aumento por la compra de viviendas, presentando un desarrollo urbanístico vertical.

A partir de los resultados en mención es posible analizar que el aumento predial puede deberse a varios factores tal como lo plantea Gómez y Serna, a comienzos del siglo XX la ciudad expidió un nuevo Plan de Ordenamiento Territorial

[POT] en donde se potencia el modelo de desarrollo urbano, siendo este un impulso de la ocupación de predios cerca a los humedales, pues se considera que la población busca ubicarse en viviendas cercanas a su trabajo y así disminuir el tiempo de desplazamiento, como es el caso del humedal Meandro del Say que se encuentra en una zona industrial, considerado como un punto de mercado laboral [22].

Por otro lado la cámara colombiana de construcción afirma que el 86,2% de las viviendas que se desarrollan en las grandes ciudades del país son apartamentos, una tendencia muy usual en la ciudad de Bogotá en los últimos tiempos, lo cual puede relacionarse con el humedal Santa María del Lago, donde han incrementado con el número de edificaciones en el sector sin presentar un cambio significativo en el número de predios [23].

6. Conclusiones

Considerando los resultados obtenidos en materia de conflictos de usos del suelo se puede establecer, en términos generales que la sustentabilidad urbana en las zonas limítrofes de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago han sido modificados por efectos del crecimiento urbano e influencia de las actividades económicas.

El ejercicio realizado aporta resultados significativos para la planificación y gestión de las zonas de conflicto en la zona de estudio. En síntesis, los cambios de uso del suelo agrícola a zonas

industriales incrementan el impacto sobre las zonas de manejo ambiental, ronda hidráulica y espejos de agua del humedal Meandro del Say. Además, su inadecuada delimitación aumenta en la pérdida de superficie y suelos hidromorfos capaces de controlar las inundaciones del río Bogotá. En cambio, las afectaciones en el humedal Santa María del Lago se manifiestan por efectos de la ampliación de la frontera metropolitana de la localidad Engativá, en efecto la presencia de edificaciones en la ronda hidráulica de dicho humedal pone en riesgo de inundación a la comunidad.

Estos factores muestran que los humedales se pueden ver alterados por muchos factores, independientemente de su zona de ubicación, cada uno de estos presenta una serie de problemas generando un 64% de conflicto de usos

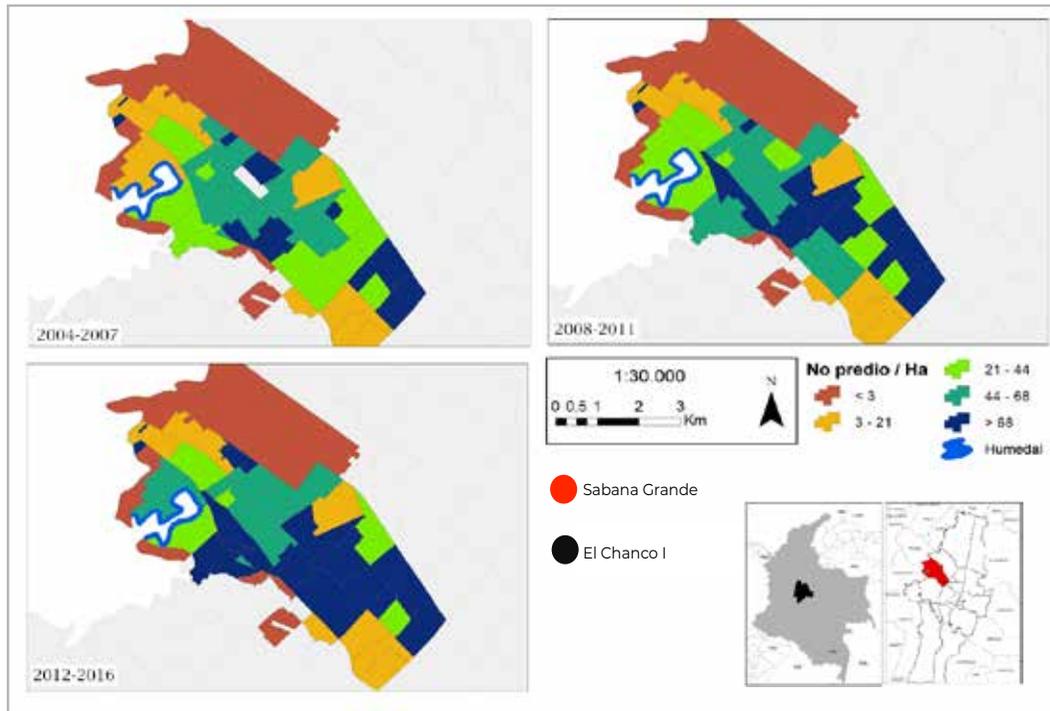
de suelo, pues esta investigación refleja que los asentamientos urbanos y zonas industriales son cada vez mayores, ya que la ciudad de Bogotá crece de forma acelerada en 100.000 habitantes cada año según el DANE, mostrando que la ocupación del territorio se tiende a acercar a los ecosistemas sin importar la zona rural o urbana de la ciudad.

Respecto a la influencia de las actividades económicas en la zona limítrofe con el humedal Meandro del Say, este presentaba, usos agrícolas y de pastoreo en el periodo de 1998, transformándose en una zona de uso residencial e industria desde el 2004. En la actualidad la zona se encuentra afectada por efectos

de la presión de las zonas industriales que invaden las zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica de dicho humedal, de acuerdo con los registros realizados en el trabajo de campo. Los diferentes usos identificados presentan una ocupación inadecuada del 53 % en las zonas de ronda. En efecto esta situación aumenta por la delimitación inadecuada del humedal por parte de las instituciones ambientales, ya que la ronda no se encuentra protegida por la EEP de la ciudad de Bogotá, estas transformaciones descontroladas cerca de este ecosistema son evidentes conflictos de uso de suelo pues deben ser áreas de protección y conservación. Dicho esto la indefinición física e inadecuación espacial en los bordes restringe y dificulta la posibilidad de regular y armonizar los usos urbanos con las funciones ambientales previstas para el humedal, bajo la suposición que a mayor conflicto de uso, mayor degradación ambiental presenta los ecosistemas. [24]

En cambio, las afectaciones en las zonas limítrofes del humedal Santa María del Lago se concentran en redensificación en los años 1998 y 2004, que actualmente se categoriza como una zona residencial consolidada, que genera conflicto de usos de los suelos de 10 % en la ronda del humedal. Aunque la población ha disminuido en el último decenio, las edificaciones continúan su ocupación en cercanías del humedal, puesto que no existen políticas de saneamiento predial para la compra de terrenos con el fin de mejorar las condiciones naturales,

Humedal Meandro del Say



Humedal Santa María del Lago

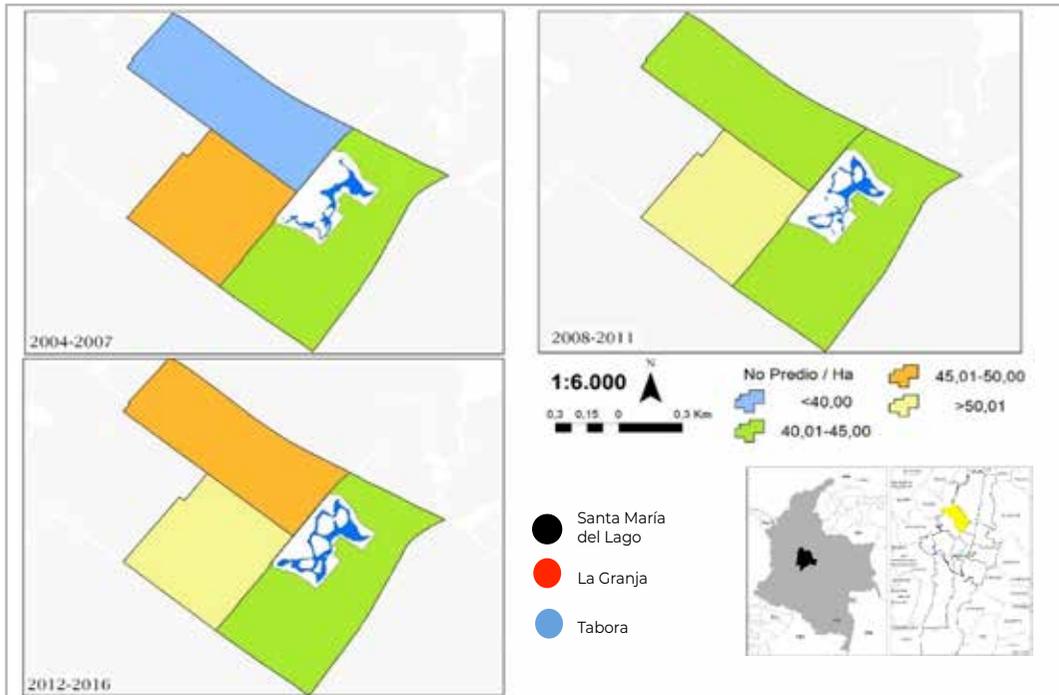


Figura 11. Densidad predial en los humedales de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

dada la delimitación inadecuada de la ronda hidráulica del humedal como es el caso del conjunto residencial Santa María del Lago, estos predios de propiedad privada, a largo plazo pueden cambiar los usos del suelo del humedal y también pueden ocasionar impactos al ecosistema por el desarrollo de actividades no compatibles con lo establecido por la norma y que le restan posibilidades al humedal para su restauración ecológica, además la Inadecuación en el diseño de fachadas y cerramientos aledaños restringen las posibilidades de lograr una adecuada relación interior - exterior, para armonizar el humedal con su entorno urbano, la apropiación y disfrute social del mismo.

Los conflictos de uso del suelo pueden variar de acuerdo a las condiciones que presente su entorno, sin embargo, como lo expresa Wender [25] todo cambio de uso, que hubiese implicado la eliminación de cobertura natural, afecta la calidad y cantidad del recurso. Esto genera cambios en los ecosistemas, y altera el orden natural ya sea por presiones en el suelo, acumulación de residuos, estancamientos del recurso hídrico superficial y subterráneo, aunque geo espacialmente, los humedales se encuentran delimitados correctamente, no se está exento a que se presente pérdidas de área, siendo necesario actualizar la información geográfica de estos ecosistemas. En síntesis, analizar el conflicto de usos del suelo en diferentes líneas de tiempo aporta una línea base para el ordenamiento territorial y a su vez contribuye en la construcción de

políticas enfocadas al desarrollo sostenible del país, resaltando el apoyo de la comunidad para el mejoramiento de los ecosistemas.

Referencias

- [1] Orimoloye, I., Kalumba, A., Mazinyo, S. & Nel, W. (2018). Geospatial analysis of wetland dynamics: Wetland depletion and biodiversity conservation of Isimangaliso Wetland, South Africa. *Journal of King Saud University – Science*, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.03.004>
- [2] Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293–301. 7
- [3] Rojas, C., Sepúlveda, E., Barbosa, O. & Rojas, O. (2015). Urban Patterns and Biodiversity in Urban Wetland. *Annual Meeting of American Geographer*, Chicago, E.E.U.U.
- [4] Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65 (10), 934–941.
- [5] DAMA, (2000). *Historia de los Humedales de Bogotá*. DAMA, Bogotá D.C., Colombia.
- [6] Secretaría Distrital de Ambiente. Consultado el 15 de abril de 2018. En: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/humedales>.
- [7] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Conservación Internacional Colombia (2015).

- Plan de Manejo Ambiental del Parque Ecológico Distrital Humedal Meandro del Say*. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, Colombia.
- [8] Secretaría Distrital de Ambiente, (2010). *Plan de Manejo Ambiental del Parque Ecológico Distrital de Humedal Santa María del Lago*. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, Colombia.
- [9] Andrade, G. I., Remolina, F. & Wiesner, D. (2013). Assembling the Pieces. A framework for the integration of the integration of multi-functional ecological main structure in the emerging urban region of Bogotá, Colombia. *Urban Ecosyst.* 16 (4), pp.1 –17.
- [10] CONAE, (2005). *Conocimientos básicos sobre tele observación satélites NOAA*. Publicaciones Didácticas CONAE, Buenos Aires, Argentina.
- [11] Miraglia, M., Flores, A. P., Rivarola y Benitez, M., D´Liberis, M., Galván, L., Natale, D. & Rodríguez, M. (2010). *Manual de cartografía Tele-observación y Sistemas de Información Geográfica*. 1ª ed. Universidad Nacional de General Sarmiento. Los Polvorines, Prov. de Buenos Aires, Argentina.
- [12] Hernández, Y. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿Un instrumento para el desarrollo sustentable? *Revista Colombiana de Geografía*, 19, 97–109.
- [13] Rincón Castellanos, M. (2011). Procesos de transformación urbana: El caso de Tunja 1900-2005. *Perspectiva Geográfica*, 1(14), 13 – 44. Recuperado a partir de <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/perspectiva/article/view/1716>.
- [14] Grimble, R. & Wellard, K. (1997). Stakeholder Methodologies in Natural Resource Management: A Review of Principles, Contexts, Experiences and Opportunities. *Agricultural Systems*, 55,173 – 103.
- [15] Bryson, J. (2004). What to do when stakeholders matter: stakeholder identification and analysis techniques. *Public Management Review*, 6, 21– 53.
- [16] IGAC & Corpoica (2002). Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá D.C, Colombia.
- [17] Lambin, (1997). *Modelling deforestation processes a review tropical ecosystem environment observation by satellites*. European Commission Joint Research Centre- Institute for Remote Sensing Applications – European Space Agency; Luxembourg, Luxembourg.
- [18] Hernández, A., Rosario, R. y Sánchez, F., (2013). Cambios en el uso del suelo asociados a la expansión urbana y la planeación en el corregimiento de Pasquilla, zona rural de Bogotá (Colombia). *Cuadernos de geografía*, 22.
- [19] DANE & SDP, (2015). Bogotá proyecciones de población 2005-2015, según edades quinquenales y simples por sexo» Convenio específico

- de cooperación técnica N° 096-2007, Bogotá, D.C., Colombia.
- [20] Pineda, N., Bosques, J., Gómez, M., & Plata, W. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de Mexica mediante Sistemas de Información geográfico y técnico de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*.
- [21] Suba y Kennedy superan el millón de habitantes (16 de mayo de 2012). *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/suba-y-kennedy-superaron-el-millon-de-habitantes-articulo-346556>.
- [22] Gómez D. & Serna, A. (2016). Procesos de construcción de ciudad y vivienda informal. El caso de las barriadas informales de los cerros orientales, Bogotá Colombia. *Artículos Arbitrados*, 20 (20), 95 – 118.
- [23] Flores, G. (18 de febrero 2017). El 70% de la vivienda de Bogotá está construida en altura. *Portafolio*. Recuperado de <https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/el-70-de-la-vivienda-de-bogota-esta-construida-en-altura-503480>.
- [24] Alcaldía Municipal de Cómbita Boyacá, (2001). Esquema de Ordenamiento Territorial de Combita. Combita, Colombia.
- [25] Wenger. S. (1999). *A review of scientific literature of riparian buffers width, extend and vegetation*. University of Georgia, Georgia, Estados Unidos.
- [26] Esri Maps. ArcGIS Resources. Consultado 2 de marzo de 2018. En <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>.