

**Efectos De La Transformación Antrópica En Los Humedales Juan Amarillo y
Jaboque, En Base A Los Índices De Calidad Ambiental Urbanos Desde El Año 2010 Hasta
El Año 2019.**

Santiago Alejandro Páez Contreras

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela De Ciencias Básicas Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C
2021

Efectos De La Transformación Antrópica En Los Humedales Juan Amarillo y Jaboque,
En Base A Los Índices De Calidad Ambiental Urbanos Desde El Año 2010 Hasta El Año 2019.

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero
Ambiental**

Proyecto de Investigación

Asesor:

Pablo Alberto Quintero Cotes

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)
Ingeniería Ambiental
Escuela De Ciencias Básicas Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Bogotá

2021

Nota de aceptación

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Agradecimientos

En primero lugar quiero agradecer a mi madre quien a pesar de los altibajos que tuve a lo largo de este proceso de formación jamás dejo de apoyarme y confiar en mí, permitiéndome cumplir este sueño de ser profesional, a mi familia quien también me apoyo cuando más los necesitaba y también hicieron que esto fuese posible.

Deseo expresar también un agradecimiento especial a mi novia quien fue uno de los principales apoyos, motores y motivantes en momentos en los cuales las cosas no salían como yo esperaba o en el tiempo que yo esperaba

Quiero agradecer también a todos los docentes, compañeros y amigos con los que compartí en este proceso de formación en la UNAD a quienes aportaron también para lograr cumplir este objetivo tanto a nivel profesional como personal.

Mi agradecimiento también se extiende a mi director de grado el ingeniero Pablo Quintero por haberme apoyado en este proceso educativo.

Por último quiero agradecer a la Administradora del humedal Jaboque Yina Ramírez por su amabilidad y rapidez a la hora de compartir la información sobre los humedales Juan Amarillo y Jaboque, y también quiero agradecer al ingeniero Julián Segura por todo el apoyo que me brindo a lo largo de este proceso.

Resumen

Por medio de esta investigación se evaluaron los efectos causados por la intervención antrópica que han sufrido los humedales Juan Amarillo y Jaboque pertenecientes a la ciudad de Bogotá D.C., en donde por medio del uso de indicadores ambientales urbanos (cantidad de áreas verdes por habitante, cantidad de agua superficial, porcentaje de espacio público efectivo, porcentaje de áreas protegidas y porcentaje de población urbana vinculada a estrategias de educación ambiental de áreas urbanas).

Realizando un análisis en el cambio histórico de cada indicador desde el año 2010 hasta el año 2019 se evaluaron los cambios ocurridos en los dos humedales. Con el uso de los SIG (sistemas de información Geográfico) se representaron de forma visual los cambios físicos ocurridos en la temporalidad trabajada para de esta manera generar una cartografía ambiental urbana enfocada a estos dos ecosistemas, dicha cartografía se elaboró con intervalo de 3 años para cada humedal desde el año 2010 hasta el año 2019.

Finalmente, se diseñaron tres estrategias virtuales de prevención ecosistémica enfocada a los humedales Juan Amarillo y Jaboque con el fin de generar nueva información que pueda ser usada como herramienta sobre la toma decisiones futuras de estos dos humedales.

Palabras clave: Espejo de agua, ecosistémico, ecosistema, impacto ambiental, SIG, antrópico, cuenca

Abstract

Through this research, the aim was to evaluate the effects caused by the anthropic intervention suffered by the Juan Amarillo and Jaboque wetlands belonging to the city of Bogotá. This research will focus on the use of urban environmental quality indicators (Number of green areas per inhabitant, amount of surface water, percentage of effective public space, percentage of protected areas and percentage of urban population linked to environmental education strategies in urban areas).

where, through the analysis of the change in each indicator from 2010 to 2019, the changes that occurred in the two wetlands will be evaluated, with the use of GIS (Geographic Information Systems) these changes were be visually represented making use of urban environmental cartography where the physical changes that occurred in temporalities with an interval of 3 years will be represented, these physical changes of each one of the wetlands and their interaction with the city of Bogotá.

Finally, the design of three virtual ecosystem prevention strategies focused on wetlands in the city of Bogotá in order to propose new preservation strategies for these wetlands.

This document will serve as base information for future decision making about these ecosystems, it will help to assess and measure the environmental conditions of these wetlands.

The research seeks to generate information that achieves awareness in people about the importance of preserving wetlands and making decisions about these ecosystems

Keywords: Water mirror, ecosystem, ecosystem, environmental impact, GIS, anthropic, basin.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	4
Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción	15
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
Descripción y planteamiento del problema.....	18
Justificación	21
Marco conceptual y teórico.....	26
Indicadores Ambientales De Primera Generación Año 1980	36
Indicadores De Desarrollo Sostenible O De Segunda Generación Año 1990	36
Indicadores De Sostenibilidad O Tercera Generación año 2000	36
Metodología	41
Áreas Verdes Por Habitante	41
Porcentaje De Espacio Público Efectivo De Los Humedales Por Habitante	48
Porcentaje De Áreas Protegidas	50
Porcentaje De Población Urbana Vinculada A Estrategias De Educación Ambiental De Áreas Urbanas.....	51
Elaboración Cartografía Ambiental Urbana.....	53

Estrategias De Preservación Ecosistémica Enfocada A Humedales	55
Resultados, Análisis de resultados	58
Cantidad De Áreas Verdes Por Habitante	58
Calidad Del Agua Superficial	66
Porcentaje De Espacio Público Efectivo Por Habitante (EPEH)	106
Porcentaje De Áreas Protegidas	116
Porcentaje De Población Vinculada A Estrategias De Educación Ambiental En Áreas Urbanas	124
Cartografía ambiental Urbana	133
Estrategias De Prevención Ecosistémica Enfocadas Hacia Humedales.....	148
Conclusiones	155
Recomendaciones	163
Referencias.....	165
Anexo	180
Anexo A	180
Anexo B.....	181

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1	19
Ilustración 2	20
Ilustración 4	58
Ilustración 5	66
Ilustración 6	68
Ilustración 7	68
Ilustración 8	69
Ilustración 14	85
Ilustración 15	85
Ilustración 17	89
Ilustración 18	89
Ilustración 19	90
Ilustración 20	90
Ilustración 21	91
Ilustración 22	94
Ilustración 23	95
Ilustración 24	98
Ilustración 25	102

Ilustración 26	102
Ilustración 27	103
Ilustración 28	104
Ilustración 29	105
Ilustración 30	106
Ilustración 31	107
Ilustración 32	117
Ilustración 33	117
Ilustración 34.	124
Ilustración 35.	125
Ilustración 36.	125
Ilustración 37.	126
Ilustración 38.	127
Ilustración 39.	128
Ilustración 40.	129
Ilustración 41	130
Ilustración 42	149
Ilustración 43	149
Ilustración 44	150
Ilustración 45	150

Ilustración 46	151
Ilustración 47	151
Ilustración 48	151
Ilustración 49	152
Ilustración 50	152
Ilustración 51	153

Lista de tablas

Tabla 1. Variables ICA	45
Tabla 2. Áreas verdes por habitante.....	58
Tabla 3. Valores de referencia áreas verdes por habitante.....	59
Tabla 4. Índice ICA humedal Juan Amarillo	67
Tabla 5. Resultados ICA	88
Tabla 61. Espacio público efectivo.....	107
Tabla 72. Valores de referencia EPE	108
Tabla 8. Porcentaje de áreas protegidas por habitante	118
Tabla 9. valores de referencia para porcentaje de áreas verdes protegidas	118
Tabla 10. Porcentaje de población vinculada a estrategias de educación ambiental	130
Tabla 11.. Valores de referencia	130

Tabla de mapas

Mapa 1 Gran Cuenca Río Bogotá	133
Mapa 2 Cuenca Salitre Y Cuenca Jaboque	134
Mapa 3 Localidades Humedales Juan Amarillo y Jaboque	135
Mapa 3 Humedal Juan Amarillo	136
Mapa 4 Humedal Juan Amarillo 2010-2013.....	137
Mapa 5 Humedal Juan Amarillo 2013-2016.....	139
Mapa 6 Humedal Juan Amarillo 2016-2019.....	140
Mapa 7 Humedal Jaboque.....	142
Mapa 8 Humedal Jaboque 2010-2013	143
Mapa 9 Humedal Jaboque 2013-2016	145
Mapa 10 Humedal Jaboque 2016-2019	146

Tabla de ecuaciones

Ecuación 1.....	42
Ecuación 2.....	43
Ecuación 3.....	43
Ecuación 4.....	45
Ecuación 5.....	46
Ecuación 6.....	46
Ecuación 7.....	46
Ecuación 8.....	46
Ecuación 9.....	47
Ecuación 10.....	47
Ecuación 11.....	47
Ecuación 12.....	47
Ecuación 13.....	47
Ecuación 14.....	47
Ecuación 15.....	48
Ecuación 16.....	49
Ecuación 17.....	51
Ecuación 18.....	52

Introducción

Los humedales son ecosistemas de suma importancia ecológica pues estos brindan un gran número de bienes y servicios ambientales a las personas ya que estos no solo aportan en procesos bioquímicos del agua, contribuyen a la diversidad en flora y fauna, prestan servicios paisajísticos importantes que ayudan a la relajación y el bienestar de las personas además de que ayudan a combatir el cambio climático y regular las emisiones de CO₂ en las grandes ciudades como es el caso de la ciudad de Bogotá.

En la ciudad de Bogotá existen 15 humedales en donde 11 de ellos están reconocidos por Ramsar, estos humedales históricamente han sido lugares sagrados por los indígenas que habitaban en lo que hoy se conoce como la ciudad de Bogotá, como es el caso del humedal Juan Amarillo el cual antes de la llegada de los españoles en la época de la colonia era un lugar sagrado en donde se adoraba y preservaba la naturaleza, sin embargo con la llegada de los españoles se comenzó un proceso de desecación con fines de siembra, construcciones de haciendas y también con la finalidad de acabar con la cultura indígena e imposición de símbolos religiosos y creencias. Caso parecido ocurrió en el humedal Jaboque el cual era el hogar de indígenas muiscas que habitaban en este territorio los cuales se encargaban del cuidado de este y los recursos naturales que este brindaba a su comunidad.

Estos ecosistemas fueron gravemente afectados en la época colonial en donde fueron contaminados y desecados, el proceso de urbanización de la ciudad de Bogotá fue otro factor que influyó en la afectación ecológica que sufrieron estos ecosistemas, pues los procesos de urbanización en especial en el humedal Jaboque acrecentaron la interacción antrópica desfavorable que ese estaba presentando, pues en este humedal se vio especialmente afectado por la creación de barrios ilegales en sus inmediaciones, en donde se construyeron viviendas en

zonas que eran consideradas como humedal por lo que se presentó una pérdida de flora y fauna importante en estos procesos.

Si bien en la actualidad todos los humedales de la ciudad son considerados como zonas protegidas en donde está prohibido realizar actividades que puedan afectar de forma negativa la flora y fauna que habita en estos espacios o que altere el entorno que está dentro de esta zonas protegida, sin embargo esto no se cumple con exactitud ya que si bien el humedal Juan Amarillo se encuentra relativamente bien cuidado pues tiene un cerramiento con malla que impide el acceso a este por personal no autorizado y para poder ingresar a este se debe contar con un permiso por parte de la secretaria de ambiente o de la administración del humedal, caso contrario ocurre con el humedal Jaboque, el cual se encuentra totalmente expuesto, pues no cuenta con ningún tipo de cerramiento por lo cual está totalmente expuesto al arrojado de basuras y escombros lo que incrementa el daño ecológico y social, pues al verse afectado este entorno causa un impacto desfavorable en los recursos ecosistémicos que este puede brindar a la ciudad y a los habitantes de la localidad de Engativá.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la transformación antrópica que han sufrido los humedales Juan Amarillo y Jaboque, teniendo en cuenta los índices de calidad ambiental urbana desde 2010 hasta 2019, haciendo uso de los SIG.

Objetivos específicos

Recopilar información que permita la elaboración de los indicadores ambientales urbanos teniendo en cuenta la temporalidad seleccionada para este estudio.

Construir cartografía ambiental urbana teniendo en cuenta la información obtenida a partir de los indicadores ambientales urbanos haciendo uso del software Qgis.

Diseñar estrategias de prevención ecosistémica, enfocado hacia humedales; teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los indicadores ambientales urbanos y la cartografía ambiental urbana.

Descripción y planteamiento del problema

Los humedales Juan Amarillo y Jaboque son humedales que pertenecen a las localidades de Suba y Engativá respectivamente, estos humedales están situados dentro del área urbana de la ciudad de Bogotá, los cuales se han visto expuestos a lo largo del paso del tiempo a presión por parte de la actividad antrópica que ejerce sobre el ecosistema presente, incluyendo la reducción de la vegetación endémica, contaminación del espejo de agua por vertimientos de aguas residuales domésticas, arrojo de sedimentos y basuras, pérdida de biodiversidad, afectación de fauna endémica, sedimentación para construcción de viviendas y jarillones, introducción de flora exótica.

En el caso del humedal Juan Amarillo la transformación antrópica data desde la época de la colonia, con la llegada de los españoles se comenzó un proceso de desecación, contaminación y urbanización sobre la zona de influencia del humedal, además de la introducción de especies no endémicas como por ejemplo el eucalipto esto ayudó a contribuir con el proceso de desecación de este, además de la construcción de unos jarillones lo que conllevó a que el cuerpo de agua del humedal se viera seriamente afectado y reduciendo el área de este. Esta transformación y deterioro se han mantenido hasta la actualidad, pues con el desarrollo urbano de las localidades de Suba y Engativá con fines de expansión y urbanización, se han realizado rellenos ilegales, invasiones ilegales de lotes y construcciones de viviendas (Montenegro, 2011)

Ilustración 1



[Fotografía de Julián Segura]. (Humedal Juan Amarillo, 2020)

El humedal Jaboque fue el hogar de los muisca quienes cuidaban y protegía al humedal, sin embargo, con la llegada de los españoles este lugar comenzó a ser lugar de fuertes enfrentamientos entre indígenas y españoles, lo que comenzó con su deterioro ambiental. Debido a su proximidad con la ciudad de Bogotá la cual se encontraba a tan solo 17 km de distancia y con los primeros asentamientos españoles en inmediaciones al humedal, fue así como nació lo que es conocido como Engativá Pueblo. Con el paso de los años fue creciendo tanto el poblado de Engativá como la ciudad de Bogotá sin embargo debido al conflicto armado vivido en el país y el desplazamiento forzado de personas Engativá comenzó a albergar a la población desplazada, por lo cual comenzó un proceso de expansión desmedido lo que conllevó a que en el año de 1954 Bogotá absorbió al pueblo de Engativá y lo transformó en una localidad de la ciudad y acrecentó la expansión a los alrededores del humedal, lo que incrementó el deterioro ambiental (Castiblanco A, 2019). Actualmente el humedal se encuentra muy deteriorado y lleno de basuras.

Por lo cual es necesario fomentar nuevas estrategias que ayuden a la conservación y cuidado de estos humedales, estas estrategias deben ser de fácil acceso para toda la población que se encuentre tanto en la zona de influencia de los humedales, así como la población flotante que también está en contacto con estos ecosistemas en su día a día.

Ilustración 2



[Fotografía de Santiago Páez]. (humedal Jaboque, 2021)

Justificación

Los humedales pueden definirse como sistemas abiertos con características de alta productividad vegetal, los cuales pueden alimentar subsecuentemente una red trófica conformada por artrópodos, zooplancton, macro invertebrados, reptiles, mamíferos y aves, los cuales pueden estar directamente o no relacionados con el espejo de agua (Sanchez & Amat, 2005) por lo cual en los humedales conviven un gran tipo de especies las cuales en gran medida alguna son endémicas de este tipo de ecosistemas, algunas otras son especies migratorias que están de paso en el lugar por un corto período de tiempo, pero que sin estos lugares no tendrían donde poder descansar en sus largos procesos de migración.

Según la convención de Ramsar los humedales son lugares en donde el agua es el principal factor que controla la vida y el medio, en donde los humedales contemplan a las (marismas, pantanos, tuberías y superficies cubiertas por agua ya sean de origen natural o artificial, los cuales pueden estar de forma permanente o temporal, presentado corriente o simplemente estando estancado y que pueden ser de agua salada o dulce). Además de esto Ramsar reconoce 5 tipos de humedales diferentes los cuales son: humedales marinos, estuarinos, lacustres, ribereños y palustres. Además de esto también se pueden identificar los humedales artificiales los cuales pueden ser lagos de pesca, estanques de granjas, embalses, piletas de agua, entre otros (Ramsar, 2006).

Los humedales desempeñan varias funciones dentro de nuestro medio a escala mundial, regional o local según (Alexander & McInnes, 2012) las funciones principales de éstos son: proporcionar hábitat a especies silvestres, satisfacer necesidades básicas del ser humano, regulación de procesos atmosféricos, ciclos geoquímicos retención de aguas pluviales, amortiguación hidráulica de las crecientes, regulación del flujo de nutrientes. Cada humedal

proporciona valiosos servicios, estos están ligados a su tamaño y ubicación, sin embargo, cada humedal es de suma importancia, es por esto que cuando se deteriora un humedal todos los beneficios que pueden aportar estos al medio comienzan a desaparecer. “Se define la degradación de un humedal como la alteración de un humedal existente o intacto de modo que lleva a una simplificación o alteración en su estructura, función y composición y, a su vez, a la pérdida de biodiversidad y servicios de los ecosistemas.” (Alexander & McInnes, 2012) por lo general la afectación o alteración de forma negativa de un humedal se debe a la afectación del hombre sobre este en donde se afecta el medio a tal punto que no permite una recuperación natural del mismo.

En Bogotá existen un gran número de humedales en donde en la gran mayoría de los casos lamentablemente se encuentran en un mal estado, debido a que son usados como vertederos de escombros en algunos casos, son invadidos para realizar construcciones ilegales, todo esto ha ocasionado una interacción negativa con los humedales, es por esto que se debe buscar un plan de mejoramiento con ayuda de los indicadores ambientales urbanos que ayuden a ver a los humedales como ejes ecológicos los cuales se pueden aprovechar gracias a los recursos ecosistémicos que estos brindan como por ejemplo el aprovechamiento paisajístico que estos brindan el cual puede servir como espacio pedagógico invitando a la calma y la reflexión (fundación Humedales Bogotá, 2021) de esta forma incentivar el turismo ecológico.

Los humedales que se van a analizar en este estudio son los humedales Juan Amarillo y Jaboque debido a la importancia de estos dos humedales ya que son los dos más grandes que tiene la ciudad de Bogotá. Estos humedales están ubicados en las localidades de Suba y Engativá respectivamente, además se seleccionaron con el fin de evidenciar el relación que existe en la transformación antrópica de estos dos, pues a pesar de estar geográficamente muy cerca al uno

del otro pertenecen a localidades diferentes, pues el Juan Amarillo está ubicado en la Localidad de suba limitando al sur con la localidad de Engativá, mientras el humedal Jaboque pertenece a la localidad de Engativá por lo cual comparten ciertas características.

Los indicadores son metodologías económicamente viables que sirven en las ciudades para evaluar y generar información con el fin de poder determinar las condiciones ambientales que puedan lograr una mejora continua de las condiciones ambientales logrando así un bienestar humano (Morales, 2018).

Los indicadores ambientales en megaciudades como es el caso de Bogotá son muy importantes ya que gracias a estos se pueden valorar y medir las condiciones ambientales, así como la sostenibilidad en zonas urbanas. Es por esto que para este estudio la determinación de indicadores ambientales urbanos es de suma importancia pues lo que se busca es la protección del ecosistema y el aprovechamiento de los recursos ecosistémicos que brindan en este caso los humedales Juan Amarillo y Jaboque para la ciudad de Bogotá.

Los indicadores ambientales con los que se van a trabajar en este estudio fueron tomados directamente de los índices ambientales urbanos planteados por el ministerio de ambiente consignados en el “reporte índice de calidad ambiental urbana periodo 2016-2017”. Estos índices se seleccionaron de tal manera que permitieron hacer un seguimiento a los cambios de elementos relevantes para la calidad ambiental urbana debido a la interacción antrópica que ha ocurrido en los humedales teniendo en cuenta una temporalidad desde el 2010 hasta el 2019.

El establecimiento de indicadores ambientales urbanos (cantidad de áreas verdes por habitante, calidad del agua superficial, porcentaje de espacio público efectivo por habitante, porcentaje de áreas protegidas y porcentaje de población urbana vinculada a estrategias de educación ambiental de áreas urbanas) para estos dos humedales nos permitió monitorear no

solo los recursos ecosistémicos que brindan estos humedales si no también la afectación que han tenido estos humedales debido a la interacción antrópica a los que son sometidos a diario, transformando esta información que se obtiene en conocimiento social. Estos indicadores son usados como herramientas que aportaron información valiosa, lo cual ayudo a conocer el estado de los ecosistemas que representan los humedales Juan Amarillo y Jaboque dentro de la temporalidad implementada en este estudio. Elaborando una evidencia que permita la toma de decisiones futuras sobre éstos.

Otro aspecto importante que se tomó en cuenta en este proyecto fue la cartografía, específicamente la cartografía ambiental urbana, la cual nos ayudó a entender de una forma visual los cambios ocurridos en los humedales Juan Amarillo y Jaboque.

La cartografía ambiental es en realidad bastante antigua, ya que el contenido está directamente relacionado con la cartografía temática pues las incertidumbres ambientales han estado siempre presentes en el ser humano en donde una de las formas de expresar este interés ha sido cartográficamente, pues con el pasar del tiempo y el descubrimiento de nuevos territorios o hallazgos genera nuevas dudas y necesidades. La generación de estas nuevas dudas ha ocasionado que se tenga una necesidad de generar nuevo conocimiento (García, 2002) es así mismo como ocurre con la cartografía ambiental en donde con el paso del tiempo se ha visto la necesidad de generar mapas cada vez más especializados en ámbitos ambientales, en donde por medio de la recolección de información como es el uso de indicadores ambientales se puede recolectar dicha información para su posterior análisis.

Es por esto que en este estudio se desarrollaron un total de 11 mapas correspondientes a la cartografía ambiental urbana, la cual muestra de una forma visual el estado de los humedales Juan Amarillo y Jaboque con el pasar del tiempo entre los años 2010 y 2019.

Con la ayuda de los indicadores de calidad ambiental urbana (cantidad de áreas verdes por habitante, calidad de agua superficial, porcentaje de espacio público efectivo por habitante, porcentaje de áreas protegidas y porcentaje de población urbana vinculada a estrategias de educación ambiental de áreas urbanas), se diseñó este proyecto con la expectativa de generar un documento escrito que logre analizar las afectaciones antrópicas que han sufrido los humedales Juan Amarillo y Jaboque entre los años 2010 y 2019, para de esta forma tener un conocimiento claro de los cambios físicos ocurridos con la finalidad de poder determinar si la interacción antrópica ha generado impactos ambientales positivos o negativos sobre estos ecosistemas acuáticos

Marco conceptual y teórico

Los humedales ocupan apenas entre un 5% y un 8% de la superficie terrestre, estos humedales son de gran importancia debido a que han contribuido a lo largo de la historia de la humanidad como sitios de gran atracción en donde se han asentado o se han generado importantes culturas debido a los recursos y servicios ecosistémicos que estos generan (Kandus, 2010)

Según (Kandus, 2010) los servicios eco sistemáticos se definen como los beneficios que se pueden obtener de un ecosistema los cuales se pueden clasificar según su nivel de aprovechamiento de este como por ejemplo provisión de agua o alimento. Servicio de regulación como por ejemplo el control del nivel de agua evitando así inundaciones o sequías. Servicios de apoyo como la formación del suelo, el ciclado de nutrientes y por último los servicios culturales los cuales comprenden la recreación, la contribución paisajística, cultura, etc. De todos estos servicios el más importante es la generación de agua dulce debido a que los humedales almacenan en ellos gran parte de agua la cual puede ser aprovechada por el ser humano, al igual que el aprovechamiento de los demás servicios que estos brindan, en ese sentido la relación entre nuestra necesidad de sustracción de estos servicios o recursos para su aprovechamiento y los esfuerzos por no generar una sobre explotación de los mismos, generando una relación humano-naturaleza de sostenibilidad ambiental generando avances regulatorios y políticos en el manejo de los recursos. Los servicios ecosistémicos generados por los humedales son únicos y diversos (McInnes, 2012)

En líneas generales los servicios ecosistémicos pueden englobar bienes y servicios en donde los humedales se encuentran como los ecosistemas más productivos y como generadores de estos servicios, y paradójicamente son los ecosistemas más amenazados y afectados en

especial por el uso del suelo, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de sus espejos de agua (Izquierdo, 2018). Los servicios ecosistémicos asociados a la economía hídrica son de gran importancia debido a la dependencia de la población de influencia al medio natural en donde dicha población se ve beneficiada por estos recursos, pero a su vez puede llegar a amenazar el medio dependiendo del uso y abuso que se le dé a este. Un ejemplo de esto son los ríos los cuales cumplen una función de regulación y abastecimiento de servicios hídricos ya que son los principales corredores de biodiversidad del medio acuático, estos ríos son el hogar de cientos de especies de flora y fauna y aquí se puede ver una interacción del hombre con la naturaleza en donde este obtiene servicios y recursos de estos ríos lo que lo provee de beneficios los cuales se ven reflejados en la obtención de recursos económicos generados de lo que toma de este ecosistema.

En este orden de ideas el valor que los individuos le pueden dar a la contribución que genera la naturaleza como el alimento, considerando los procesos de evolución de biodiversidad, la adaptación que han sufrido los ecosistemas en su adaptación y la continua interacción del hombre con la naturaleza se puede describir como el valor económico que se le da al medio. Teniendo en cuenta que esta interacción dependiendo el manejo que se tenga en términos de manejo y producción va a ser el pilar de la sostenibilidad del medio ambiente.

El conjunto de contribuciones que presta la naturaleza a los seres vivos que habitan en el medio ambiente es llamado un ecosistema, el manejo adecuado de estos ecosistemas asegura la sostenibilidad del medio, el manejo adecuado a escala de cuencas es clave al momento de diseñar acciones que beneficien el objetivo de desarrollo sostenible (Ramsar , 1971)

Los humedales se entienden según Ramsar como zonas donde existe una presencia de agua la cual es el principal factor que controla el medio y la vida tanto animal como vegetal los

cuales estan asociados a este, los humedales se originan en la capa freatica de la tierra en la superficie terrestre o cerca de esta (Ramsar, 1971).

Entonces la convension de Ramsar define a los humedales como “ las extensiones de marisma, pantanos y tuberias, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permamentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”(Ramsar, 1971).

En los Andes colombianos en especial en la sabana bogotana se pueden encontrar humedales naturales los cuales se encuentran amenazados debido a la expansion urbana de la ciudad de Bogotá D.C. Dentro de la ciudad de Bogotá se encuentran 15 humedales de los cuales 11 son reconocidos por Ramsar, 19 que no se encuentran reconocidos y mas de 30 cuerpos de agua dentro de la ciudad, sin embargo la contruccion ilegal cerca a estos humedales y debido a la ampliación de la maya vial en la contrucción de avenidas que ocasiones fragmentan los cuerpos de agua de los humedales, así como el vertimiento de aguas contaminadas han contribuido al deterioro ambiental de estos ecosistemas. Lo cual resulta sumamente preocupante pues los humedales que hacen parte de la ciudad de Bogotá tienen un rol importante en la transformación de material biológico y químico, que ayuda a mantener la red trofica, lo que ayuda a facilitar la presencia de artrópodos y aves endémicas acuáticas, estas condiciones atraen a aves migratorias provenientes del emisferio norte como por ejemplo la reinita gorginaranja y la tangara veranera visiten estos humedales como parte de su ruta migratoria cada año en el mes de septiembre (Rico, 2017).

Estos ecosistemas además son el hogar de especies y subespecies endémicas, amenazadas o migratorias que sin estos ecosistemas no encontrarian refugio en otro entorno, algunos

ejemplos de especies que necesitan estos ecosistemas para poder subsistir son la tingua bogotana, el cucarachero de pantano o el pato turrio entre otros (Rico, 2017)

Es por esto que desde el año 2003 los 15 humedales reconocidos areas importantes de conservacion de aves no solo para Colombia si no para el mundo entero por el IAvH (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt) y también por la organización BirdLife international (Rico, 2017).

Además de esto desde el 2 de agosto del 2018 la ciudad de Bogotá se convirtio en la primera ciudad del pais en tener la máxima certificación ambiental mundial con la designación de 11 complejos de humedales urbanos Ramsar, los cuales cuentan con un área total de 667.38 hectareas y esta integrado por los siguientes humedales: Tibanica, la Vaca norte, El Burro, El Tunjo, Capellanía, Santa María del Lago, Córdoba, Jaboque, Juan Amarillo, La Conejera y Torca-Guaymaral. Por lo cual estos humedales ahora cuentan con el apoyo internacional para su conservación (Ministerio de Ambiente, s.f)

Con este reconocimiento se refuerza el valor ecologico que estos espacios brindan a la ciudad como ecosistemas urbanos que son refugio de especies endemicas y migratorias de aves, especies vegetales y mamiferos pequeños (Ministerio de Ambiente, s.f)

El humedal Juan amarillo o también conocido como Tibabuyes está ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. en la zona noroccidental en la localidad de Suba el cual cuenta con condiciones ambientales sobresalientes como lo son los cerros de Suba, el rio Juan Amarillo. El humedal cuenta con un área aproximada de 11.062 hectáreas las cuales comprenden subcuencas que se originan en los cerros orientales, las cuales en su recorrido desde los cerros orientales a través de la ciudad hasta llegar al humedal se encuentra al rio Arzobispo el cual montaña abajo toma el nombre del rio Salitre, a este río aguas abajo se le une el río Negro y aún más adelante se

encuentra con las aguas del humedal Córdoba las que son alimentadas por el canal Córdoba, por los ríos Callejas y Molinos, continuando su marcha por el río Salitre en donde en este punto toma el nombre de río Juan Amarillo, al pasar por el humedal con el cual comparte su nombre para aguas más abajo desembocar en el río Bogotá (Cárdenas Montenegro, 2011) aunque como tal el humedal Juan amarillo cuenta con un área de 222 hectáreas siendo el humedal más grande la ciudad de Bogotá.

Este humedal tiene límites en su parte norte con el barrio Rubí, San cayetano y Villa Rincón pertenecientes a la localidad de Suba, al este limita con los barrios Jaime Bermeo y Quiriguá, al sur limita con la localidad de Engativá mientras que al oeste limita con la transversal 91. El humedal Juan Amarillo es en realidad un gran lago que en la antigüedad se extendía a lo largo de lo que hoy se conoce como la Sabana Bogotana, este humedal es un humedal de planicie el cual se encuentra a una altura de 2.700msnm. presenta un espejo de agua único múltiple con áreas inundables no uniformes. Además, que guarda en él una herencia cultural importante debido a que durante la época precolonial fue el hogar de los indígenas Muisca (Montenegro, 2011). En cuanto a las condiciones fisicoquímicas actuales presenta una gran afectación debido a que el río arzobispo el cual es el principal río del que se alimenta presenta condiciones desfavorables como DBO5, DQO, SST elevados, presencia de coliformes fecales y presencia de aguas residuales domésticas lo cual evidencia la gran problemática con la que se cuenta en este humedal

El humedal Jaboque está ubicado en la ciudad de Bogotá hace parte de la localidad de Engativá teniendo una cercanía al aeropuerto internacional El Dorado, cuenta con un área de aproximadamente 147.5 hectáreas con una altitud promedio de 2560m.s.n.m, este humedal pertenece a la cuenca del río Juan Amarillo limita al occidente con el río Bogotá, por el lado sur

limita con el barrio Las Mercedes, Puerto Amor, Bolivia, Villa del Mar y la vía que conduce al parque la Florida. Por su costado Oriental limita con los barrios Álamos Norte, Álamos sur y Bosques de Marina, en su costado norte limita con el barrio Villas de Granada, el barrio Los Ángeles y zonas destinadas al pastoreo y cultivo (Beltrán, Rangel, 2013).

Este humedal ha tenido una interacción antrópica importante en los últimos 40 años en donde se ha visto afectado de forma negativa, ya que se ha reducido de forma importante la extensión de drenaje de este, debido a la desecación con fines de construcción lo que ha generado que se vea fragmentado lo cual ha influido en la reducción de los recursos ecosistémicos que puede brindar este humedal a la ciudad. (Beltrán y Rangel, 2013). La urbanización en la localidad de Engativá data del año 1956 en donde se ha visto una interacción con el humedal, presentado contaminación por vertimientos de aguas residuales doméstica y vertimientos procedentes de las industrias ubicadas en cercanías al humedal Jaboque, se ha observado que esta actividad antrópica también ha causado la pérdida de biota, invasión de especies no endémicas del humedal y cambios en la flora endémica (Salgado y Triana, 2019).

Estos humedales se han visto afectados por la urbanización de la ciudad y las actividades antrópicas generadas sobre los mismos, lo que genera problemas ambientales, generando residuos y desechos que afectan a los humedales, la expansión de la ciudad alrededor de estos también genera una transformación paisajística importante, causando un cambio en el uso del suelo y la cobertura vegetal de los humedales (Ortiz, 2014), ocasionando en el caso del humedal Juan Amarillo afectación por la actividad humana desde la época la conquista española que debido a su interés en la búsqueda de riquezas y la explotación de la fauna y flora local, cambiando el concepto que tenían los Muiscas de la preservación y adoración del agua por un total descuido y abandono hacia ésta, acrecentando el problema justo después de la conquista

española, toda esta área se vio afectada por el cambio de uso de suelo ya que en esta zona se crearon varias fincas y haciendas lo que generó que se realizara un proceso de desecación de la sabana bogotana, causando un grave impacto ambiental pues no solo se generó una desecación si no también se importaron flora que no era endémica de la zona como es el caso del pino y el eucalipto con el fin de lograr secar la tierra (Cárdenas Montenegro, 2011).

En el caso del humedal Jaboque esta afectación se presenta desde los años 50 cuando la localidad de Engativá fue anexada a la ciudad de Bogotá, en este proceso de urbanización y construcción de los barrios que se ubican actualmente en esta localidad.

Esto causó un impacto negativo en el humedal Jaboque el cual comenzó a verse afectado con la construcción del Aeropuerto Internacional El Dorado y la avenida el Dorado la cual comunica la ciudad con el aeropuerto causando una reducción en la extensión del humedal debido a las obras de drenaje que se realizaron para la construcción de parte de la pista. Esta afectación conllevó a que en la década de los sesenta en el costado sur del humedal se comenzara un proceso de urbanización de forma dispersa que se fueron fortaleciendo con el paso del tiempo debido a la situación de violencia que se ha vivido históricamente en el país lo que generó desplazamiento forzado en masa de personas que buscaban huir de esta violencia y comenzaron a llegar a la ciudad de Bogotá, lo que ocasionó que se generara una urbanización de tipo privado que dio pie a la construcción de los barrios Villas de Granada y la Perla, pero también se generó un tipo de urbanización ilegal como lo fueron los barrios de San José y Villa teresita, los cuales después de un tiempo fueron reconocidos como barrios de forma legal ante la Alcaldía.(Salgado y Triana 2019).

Sin embargo en los últimos años se han diseñado en diferentes partes del mundo estrategias de gestión de cobertura vegetal urbana realizando un constante monitoreo y gestión

las coberturas haciendo uso de tecnologías como el uso de sensores remotos como satélites y fotografías aéreas ya que con el uso de las fotografías aéreas o las imágenes satelitales se elabora una digitalización y georreferenciación de la información ya que de este modo se puede analizar el tipo de cobertura vegetal, los espejos de agua, ríos, tipo de suelo, entre otros aspectos de un lugar determinado y así hacer una comparativa temporal de los posibles cambios que este haya tenido a través del tiempo, esto se hace con ayuda de los sistemas de información geográficos SIG, (Achicanoy, 2018) como pilar para analizar la transformación de dichas coberturas y poder elaborar así diversos escenarios de proyección con el fin de poder mitigar esto.

Un claro ejemplo de esto es el trabajo desarrollado por Achicanoy, Rojas y Sánchez 2018 en dónde buscan implementar lineamientos metodológicos haciendo uso de herramientas geográficas y teledetección con el fin de detectar cambios en la expansión urbana y los cambios que se generan en las coberturas vegetales, en la localidad de Suba en la ciudad de Bogotá. Para este fin utilizaron una metodología de evaluar cuatro períodos de tiempo que comprendió los años de 1985, 1995, 2005 y 2015, para lo cual hicieron uso de fotografías aéreas e imágenes satelitales, así como el uso de información de datos espaciales. En donde realizaron un pre procesamiento de imágenes en donde corrigieron errores en las imágenes por error del sensor o factores ambientales, y para la clasificación y segmentación de la cobertura terrestre en los periodos de tiempo de estudio se utilizó el programa eCognition ya que este programa había sido utilizado en diversas investigaciones sobre cambio de cobertura vegetal y para el desarrollo del pre procesamiento se utilizó el software PCI geométrica 2016 en donde se implementó el método de corrección geométrica con modelo polinomial de primer orden (Achicanoy, 2018) así como para el análisis espacial en este estudio hicieron uso del programa ArcGis para realizar el respectivo modelamiento y la proyección de las coberturas se utilizó TerrSet, así como para la

corrección geometría se utilizó el sistema de coordenadas “WGS84 UTM zona 18N como datum de referencia para la corrección geométrica” (Achicanoy, 2018) se realizó la clasificación del suelo. Como resultado lograron generar información valiosa como la generación de mapas de cobertura de tierra en donde encontraron la reducción cobertura forestal en un 56% desde el año de 1985 hasta el año 2015, resaltando el crecimiento de las zonas urbanas del 432% incrementando de 385 Ha en 1985 a 1667 Ha en 2015.

En el humedal Juan Amarillo específicamente también se han realizado estudios sobre la dinámica del mismo con una temporalidad comprendida entre los años 1950 y 2005 en donde se analizó la configuración paisajística del ecosistema analizando el cambio del mismo en la temporalidad descrita en donde se pudo ver la disminución que ha tenido en su espejo de agua y el aumento de los pastos (Bejarano, 2008). El diseño y la construcción de datos de este estudio se realizó a partir de la elaboración de datos personales generando una geodatabase personal usando el software ArcGIS 9 siguiendo una metodología planteada en otro estudio McDonald 2001. También se realizó el uso de fotografías aéreas provenientes del IGAC entre los años 1949 y 2006 las cuales pueden apreciarse en la ilustración 1.

Ilustración 3

Sobre	Vuelo	Fecha de toma			Escala aproximada
		Día	Mes	Año	
2281	C-525	2	12	49	1:20.000
2282	C-525	2	12	49	1:20.000
20017	C-619	21	3	52	1:18.000
20018	C-619	21	3	52	1:18.000
2850	C-742	18	1	55	1:9.000
2851	C-742	18	1	55	1:9.000
2852	C-742	18	1	55	1:9.000
2853	C-742	18	1	55	1:9.000
2854	C-742	18	1	55	1:9.000
2913	C-769	19	1	56	1:9.000
29019	C-1782	1	12	77	1:8.100
29020	C-1782	1	12	77	1:8.300
20023	C-620	22	3	52	1:18.000
30196	C-1926	11	11	79	1:7.700
30198	C-1926	11	11	79	1:7.200
34915	C-2362	3, 4	1	89	1:4.310
34917	C-2362	3, 4	1	89	1:4.525
34919	C-2362	3, 4	1	89	1:4.825
8788	SAV-415		2	98	1:20.450
39296	C-217		11	04	1:20.000
39297	C-217		11	04	1:20.000

Nota. Fotografías aéreas humedal Juan Amarillo (Bejarano, 2008)

En la tabla anterior se puede apreciar la cantidad de vuelos realizados, la fecha en que se realizaron y la escala de la fotografía la cual fue utilizada para dicho estudio.

Por otro lado los indicadores ambientales demuestran información importante y compleja la cual está diseñada por datos recopilados por diferentes autores enfocados en los recursos naturales en donde se busca identificar e indicar el estado del recurso natural, brindando la posibilidad de establecer bases donde pueden intervenir diversos actores que pueden contribuir en la búsqueda de soluciones. Los indicadores también pueden ser fuente de información cuantitativa en busca de evaluar la efectividad de alternativas en la toma de decisiones. (Quiroga, 2007).

Los indicadores deben ser visto de una forma dinámica y están sujetos al cambio de una perspectiva política y los conocimientos actuales que se tienen sobre la problemática ambiental

la cual es generada debido a los procesos antrópicos. Los indicadores se puede comprender como una serie de datos ordenados los cuales son seleccionados para diferentes propósitos (Quiroga,2007).

Indicadores Ambientales De Primera Generación Año 1980

Los primeros indicadores ambientales que se diseñaron correspondieron a los de sostenibilidad ambiental, estos indicadores se desarrollaron a finales del siglo XX. El diseño de los mismos fue debido a la necesidad de desarrollar programas y proyectos que contribuyan a la preservacion de los recursos naturales en sectores productivos como minería, agricultura y forestal. Sin embargo estos indicadores son catalogados como indicadores parciales ya que no tenían en cuenta aspectos socioeconómicos sin embargo estos indicadores sirvieron como punto de partida ya que implicaron el diseño e implementacion de datos que antes no existian (Quiroga,2007).

Indicadores De Desarrollo Sostenible O De Segunda Generación Año 1990

En este aspecto los indicadores entran a formar parte de datos de una vision multidimensional de desarrollo sostenible en donde se tienen datos de índole ambiental, social, económica e institucional, estos indicadores cuentan con cuatro dimensiones de desarrollo sostenible (Quiroga,2007).

Indicadores De Sostenibilidad O Tercera Generación año 2000

Estos indicadores aún se encuentran en su fase de desarrollo y se basan en la visión de idear información sobre el proceso que se lleva a cabo en sostenibilidad de recursos naturales sin importar cual sea, buscando que este impacte de forma positiva en la comunidad en este aspecto se desarrollan avances científicos importantes (Quiroga,2007).

El diseño y aplicación de indicadores ambientales urbanos nos ayudan a medir diversos

factores que reflejan la situación ambiental de un lugar o una zona determinada, la cual en este caso son los humedales Juan Amarillo y Jaboque, lo cual va a permitir poder realizar una medición del cambio, un seguimiento o un control a elementos que se consideren relevantes en la calidad del ambiente. El ministerio de Ambiente de Colombia ha planteado algunos indicadores con los cuales se puede realizar esta medición (Ministerio de Ambiente, 2018). Dichos indicadores son:

- Cantidad de áreas verdes por habitante
- Calidad del agua superficial y del aire
- Espacio público efectivo
- Residuos sólidos aprovechables
- Consumos residenciales de agua y energía
- Población urbana vinculada a estrategias de educación ambiental
- Longitud de sistemas alternativos y masivos de transporte

La elaboración de indicadores de este tipo permitirá soportar la toma de decisiones relacionadas con implementación de políticas de gestión ambiental urbana en busca de mejorar la calidad ambiental urbana, teniendo en cuenta el comportamiento del indicador el cual se podrá medir a través del tiempo.

Los indicadores son vitales a la hora de evaluar la situación de la ciudad de Bogotá en relación con los humedales y la infraestructura ecológica de estos, así como de los servicios ecosistémicos que estos brindan hacia la ciudad, por medio de la implementación de estos indicadores se puede cuantificar estos beneficios sobre la base de la estructura de quien los provee o sobre las funciones de estos. (Karis, 2019).

En el caso de Bogotá la cual ha sido una ciudad que se ha visto afectada debido a la

migración personas de forma desmedida debido principalmente a el conflicto armado interno por el cual atraviesa el país desde hace varias décadas han generado que la ciudad se urbanice de una forma desorganizada, en donde en ocasiones se ha presentado urbanizaciones ilegales, los cuales han afectado los ecosistemas presentes en la ciudad debido a la apropiación de terrenos y la autoconstrucción son problemáticas con las cuales ha crecido la ciudad en los últimos años, dando lugar a que la afectación de los espacios verdes sea importante, pues los espacios verdes resultantes de la urbanización son espacios verdes residuales los cuales no fueron aptos para la urbanización. Esto dio lugar a que en los años 90 se comenzara a realizar esfuerzos por parte del distrito de concientización y planificación lo que dio lugar a los primeros indicadores utilizados en la ciudad los cuales median la superficie del espacio público efectivo (EPE) por habitante, así como también la implementación del indicador de espacio público verde por habitante guiándose bajo las recomendaciones de la organización mundial de la salud OMS como estándar mínimo para realizar la medición (Castillo, 2013).

La formulación y aplicación de indicadores permite que se pueda realizar una medición con estudios que se hayan formulado con anterioridad y los estándares internacionales, no solo a escala regional si no también global. Es por esto que los indicadores deben ser diseñados a medir o enfrentar problemáticas específicas de cada lugar y de este modo los indicadores serán utilizados para hallar resultados en pro de encontrar soluciones (Castillo, 2013).

Algunos de los índices de calidad ambiental urbana que podemos encontrar son los adoptados para reflejar la situación ambiental en las zonas urbanas de la ciudad de Bogotá y de esta forma poder medir los cambios cuantitativos de elementos importantes para el ambiente, para esto se realizó la construcción de los ICAU (Índices de Calidad Ambiental Urbana), con ayuda de estos ICAU se puede hacer seguimiento y control de:

- Hacer seguimiento a cambios cuantitativos de elementos de la calidad ambiental
- Evaluar el comportamiento de un indicador simple
- Evaluar el comportamiento de un área urbana
- Soporta la toma de decisiones relacionadas con el mejoramiento de la calidad ambiental urbana
- Soportar la toma de decisiones relacionadas con el mejoramiento de la calidad ambiental urbana
- Incidir en la sociedad mediante la comunicación de los resultados

Para poder realizar el cálculo de estos ICAU se debe tener en cuenta que estos indicadores de calidad ambiental son correspondientes a indicadores mínimos de gestión ambiental y que estos están directamente relacionados con aspectos de desarrollo sostenible como la calidad del aire, la calidad del recurso hídrico, zonas que se encuentren protegidas dentro del POT y cuenten con plan de manejo ambiental, con residuos sólidos que sean aprovechables (Ministerio de Ambiente, 2018).

Tendiendo en cuenta lo anterior el cálculo de los ICAU se desarrolla asignando valores de referencia los cuales servirán para para cada indicador, el cálculo de los ICAU se realiza con la sumatoria de los valores de los grupos de indicadores directos (Estos indicadores se relacionan con las funciones y las políticas de carácter ambiental) y los indicadores indirectos (estos indicadores se relacionan con competencias y políticas no relacionadas al ambiente), para esto se realiza una escala de colores que entre muy alta verde oscuro > a 80 puntos, alta verde claro entre 60.1 a 80 puntos , media amarillo 40.1 a 60 puntos, baja naranja entre 20.1 y 40 puntos y roja muy baja < a 20 puntos y finalmente se elabora el reporte del ICAU el cual es enviado al

Ministerio de Ambiente(Ministerio de Ambiente, 2018).

Metodología

El tipo de estudio metodológico que se utilizó en este proyecto fue un estudio de correlación de tipo cuantificativo en donde se buscó evidenciar si existía una relación entre los resultados obtenidos de los diversos índices de calidad ambientales seleccionados, relacionando la información dada a cada indicador año a año la cual se analizó y tabulo con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados.

En el diseño de este proyecto se llevaron a cabo varias fases con el fin de dar cumplimiento a los objetivos establecidos partiendo desde el objetivo general planteado en este proyecto hacia sus objetivos específicos, por lo cual se llevó a cabo lo siguiente.

Con el fin de poder llevar a cabo el desarrollo de los indicadores ambientales urbanos planteados en el presente documento se debió consultar información secundaria en donde se consultaron fuentes oficiales de la alcaldía de Bogotá, así como como una consulta bibliográfica de artículos científicos que hubiesen trabajado temas relacionados con la temática de esta investigación, por lo cual se requirió de un amplio campo de búsqueda.

Los indicadores ambientales urbanos trabajados en el presente documento fueron (Cantidad de áreas verdes por habitante, calidad del agua superficial, porcentaje de espacio público efectivo por habitante, porcentaje de áreas protegidas y porcentaje de población urbana vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas). Para lo cual a cada indicador se le aplicó una formula con el fin de hallar los valores para cada indicador en la temporalidad del año 2010 hasta el año 2019.

Áreas Verdes Por Habitante

Este indicador representa el área verde por cada habitante de las localidades de Suba y Engativá las cuales son las zonas de influencia de los humedales Juan Amarillo y Jaboque

respectivamente, por ende, se toman como zona de influencia al igual que la población que en ellas habitan (Ministerio de Ambiente, 2018).

Para poder llevar a cabo este indicador es necesario conocer la población que está presente en las localidades de Suba y Engativá en cada uno de los años dentro de la temporalidad seleccionada para este estudio, así como también es necesario conocer extensión de los humedales Juan Amarillo y Jaboque en cada uno de los años, esta información es recopilada de fuentes secundarias como el Plan de manejo ambiental de cada humedal, publicaciones científicas y páginas gubernamentales encargadas del manejo de estos ecosistemas. Posterior a esto se debe aplicar la fórmula de áreas verdes por habitante la cual se representa de la siguiente manera:

Ecuación áreas verdes por habitante

Ecuación 1

$$AVU_{pc} = \frac{AVU}{PUT} \quad (1)$$

En donde:

AVU_{pc}= áreas verdes urbanas por habitante (m²)

AVU= total de áreas verdes urbanas (m²)

PUT= población urbana total (número de personas)

Una vez aplicada la fórmula correspondiente al indicador de áreas verdes por habitante fue necesario tabular los resultados en una tabla que permitiera ver los resultados del indicador año a año y permitirá de esta forma elaborar una gráfica que muestre dichos resultados, los cuales deben ser clasificados según los rangos dados por el Ministerio de ambiente.

Calidad del agua superficial

Este indicador se logra determinar a partir del índice de calidad del agua (ICA-IDEAM) en donde se establecen las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua, en un lugar específico y en la temporalidad desde el año 2010 hasta el año 2019, para esto se debe emplear la formula dada por el ministerio de ambiente en donde:

Ecuación 2

$$ICA_{i,j} = \sum_{i=1}^n W_i I_{ijt} \quad (2)$$

Ecuación 3

$$ICA_{promedio\ i,j} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n W_i I_{ijt}}{m} \quad (3)$$

En donde

ICA= índice de calidad el agua para una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo j, en tiempo t

Wi= peso o ponderador asignado a cada variable de calidad i

I_{ijt}= subíndice de calidad de la variable I, de acuerdo con las curvas funcionales 0

n= el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5 o 6 dependiendo de la medición ICA que se seleccione.

m= es el número de muestreos en los cuales se midieron las variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador $1 \leq m \leq 4$ si el periodo es anual

Para la realización de este indicador fue necesario solicitar los parámetros fisicoquímicos

por años de los humedales Juan Amarillo y Jaboque ante la Secretaría de Ambiente.

Para la obtención de la información necesaria para este indicador fue requerido establecer comunicación con la Secretaria Distrital de Ambiente, en donde por medio de un oficio presentado el 23 de abril del 2021, se solicitó información correspondiente al humedal Juan Amarillo y Jaboque en la temporalidad entre los años 2010 a 2019 y se asignó un radicado con el numero 2021ER59445, posterior a esto la SDA indicó que se debía hablar con las encargadas de los humedales Jun Amarillo y Jaboque las profesionales María Helena Rabeya y Yina Paola Ramírez administradoras de los humedales, quienes dieron respuesta por medio del radicado 2021EE70991 en donde adjuntaron la información solicitada, sin embargo se evidencio que la información suministrada solo se encontraron datos correspondientes al año 2017 y 2019 de parámetros fisicoquímicos medidos en estos humedales por lo cual se procedió a trabajar con estos datos para poder obtener el indicador ICA-IDEAM.

En donde es necesario contar con 5 variables para poder obtener dicho indicador, dichas variables aparecen en la tabla 1. Estas variables se obtienen a partir de la información suministrada por la secretaria Distrital del Ambiente.

Debido a que solo se encontraron informes del año 2017 para los humedales Juan Amarillo y Jaboque, solo se pudieron realizar cálculos para este año, en el caso del año 2019 la SDA envió un documento con el cálculo del indicador ICA, sin embargo en dicho documento hacían falta datos importantes como la conductividad eléctrica C.E. el cual es requerido para poder obtener el índice ICA, es por esto que se tomaron para el año 2019 los datos ICA suministrados en el “informe Calidad de agua e Hidrobiología PEDHs 2019-2020” y no se realizaron cálculos para este año.

Tabla 1. Variables ICA

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto, OD.	% Saturación	0,2
Sólidos suspendidos totales, SST.	mg/l	0,2
Demanda química de oxígeno, DQO.	mg/l	0,2
Conductividad eléctrica, C.E.	μS/cm	0,2
pH	Unidades de pH	0,2

Nota. variables que están involucradas en el cálculo del indicador (SDA, 2006)

Para poder trabajar con estas 5 variables es necesario realizar el cálculo de valor de cada variable para determinar la medición que se haya registrado para cada variable de calidad I, u estimar el valor I_{ikt} . A continuación, se muestran las ecuaciones a utilizar.

Oxígeno disuelto:

Ecuación 4

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p} \quad (4)$$

OX: Es el oxígeno disuelto medido en campo (mg/l) asociado a la elevación, caudal y capacidad de desoxigenación

Cp: es la concentración de equilibrio de oxígeno (mg/l), a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación

Ecuación para obtener Cp:

Ecuación 5

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right] \quad (5)$$

Donde:

C*: concentración de equilibrio de oxígeno (mg/l), a la presión estándar de una atmosfera

P: presión no estándar (atmosfera)

PW: presión parcial de vapor de agua (atmosferas)

ø: factor de corrección de la temperatura (°C) a condiciones estándar

El cálculo de la concentración de equilibrio de oxígeno se hace a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 6

$$\ln C^* = -139.3441 + (157570.1/TE) - (66423080/TE^2) + 12438000000/TE^3 - (862194900000/TE^4) \quad (6)$$

$$C^* = e^{C^*}$$

La presión en condiciones no estándar corresponde al valor de

Ecuación 7

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A} \quad (7)$$

$$P = 1.00616$$

El valor de presión no estándar al igual que la fórmula de Cp se toman del documento del IDEAM “Informe final contrato 111/2007”

Presión parcial de vapor de agua

Ecuación 8

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2} \quad (8)$$

Factor de corrección de temperatura

Ecuación 9

(9)

$\theta = \text{promedio de temperatura} + \text{factor de corrección}$

I_{OD} se calcula con la siguiente fórmula

Ecuación 10

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD}) \quad (10)$$

Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%

Ecuación 11

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD} - 1) \quad (11)$$

Sólidos disueltos totales SST:

Ecuación 12

$$I_{SST} = 1 - (-0.02 + 0.003 * SST) \quad (12)$$

Si $SST \leq 4.5$ entonces $I_{SST} = 1$

Si $SST \geq 320$ entonces $I_{SST} = 0$

Demanda química de oxígeno DQO:

Ecuación 13

Si $DQO \leq 20$, entonces $I_{DQO} = 0.91$ (13)

Si $DQO \leq 25$, entonces $I_{DQO} = 0.71$

Si $DQO \leq 40$, entonces $I_{DQO} = 0.51$

Si $DQO \leq 80$, entonces $I_{DQO} = 0.26$

Si $DQO > 80$, entonces $I_{DQO} = 0.125$

Conductividad eléctrica C.E

Ecuación 14

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \text{Log}_{10} CE)} \quad (14)$$

Cuando $I_{CE} < 0$, entonces $I_{C:E} = 0$

pH

Ecuación 15

$$\text{si } \text{pH} < 4, \text{ entonces } I_{\text{pH}} = 0 \quad (15)$$

$$\text{si } \text{pH} \leq 4 \text{ pH} \leq 7, \text{ entonces } I_{\text{pH}} = 0.02628419e^{(\text{pH} * 0.50025)}$$

$$\text{sí } \text{pH} \leq 7 \text{ pH} \leq 8, \text{ entonces } I_{\text{pH}} = 1$$

$$\text{sí } \text{pH} \leq 8 \text{ pH} \leq 11, \text{ entonces } I_{\text{pH}} = 1 * e^{[(\text{pH}-8) * 0.5187742]}$$

$$\text{sí } \text{pH} > 11, \text{ entonces } I_{\text{pH}} = 0.1$$

Una vez que se establecieron los ICA de los humedales Juan Amarillo y Jaboque se realiza la tabulación de los datos obtenidos en una tabla que permita reflejar dichos resultados y facilite la elaboración de una gráfica que muestre de forma visual dichos resultados.

Porcentaje De Espacio Público Efectivo De Los Humedales Por Habitante

Este es un indicador que mostrará la relación existente entre el espacio público efectivo y la población habitante de las localidades de Suba y Engativá. Este espacio público tiene un estatus de espacio permanente y está conformado por zonas verdes, parques, plazas y plazoletas (Observatorio Publico de Bogotá, 2021).

Para lo cual fue necesario consultar información sobre el espacio público efectivo de cada una de las localidades (suba y Engativá) esta información se puede consultar desde año 2016 hasta el año 2020 a través del reporte técnico de indicadores de espacio público de la ciudad de Bogotá, elaborado por la Alcaldía Mayor de Bogotá. Para los años del 2010 a 2015 fue necesario consultar otras fuentes oficiales como documentos expuestos por la contraloría de Bogotá en donde están consagrados estos datos sobre espacios públicos efectivos por localidades.

En este indicador se busca evidenciar la importancia que tienen los humedales para estas localidades en cuanto espacio público efectivo, por lo cual se diseñó una ecuación que permitiese reflejar la importancia de las áreas verdes por habitante sobre el espacio público de cada una de las localidades donde se encuentran ubicados estos humedales teniendo en cuenta la población

que está en la zona de influencia de estos humedales.

De esta forma se puede crear una relación entre el primer indicador el cual muestra las áreas verdes por habitante y los espacios públicos efectivos resaltando de esta forma el área que representa los humedales dentro de los espacios públicos efectivos

En donde para el humedal Juan Amarillo debido a que su ubicación geográfica está en el límite entre las localidades de Suba y Engativá, se tomó como población del área de influencia los habitantes de ambas localidades, mientras que para el humedal Jaboque se tomó como población del área influencia solo la población de la localidad de Engativá.

La ecuación diseñada para poder reflejar la importancia de los humedales como espacios públicos efectivos es la siguiente:

Ecuación 16

$$EPEH = (\sum EPE) - AVU_{pc} \quad (16)$$

En donde:

EPEH= espacio público por habitante enfocado a determinar el espacio público que representan los humedales

ΣEPE = zonas verdes, parques, plazas y plazoletas

AVU_{pc}= superficie de áreas verdes de los humedales por habitante

Posterior a la aplicación de la fórmula para los dos humedales en cada uno de los años de la temporalidad seleccionada con el fin de facilitar la tabulación de resultados y el diseño de la gráfica para este indicador de calidad ambiental urbana.

Porcentaje De Áreas Protegidas

Este indicador muestra el porcentaje área protegidas en donde se debe tener en cuenta que el presente indicador se desarrolla con datos de los planes de manejo ambiental existentes y vigentes que para el caso del humedal Juan Amarillo data del año 2010 y para el humedal Jaboque data del 2006, los cuales son los últimos documentos oficiales presentados por parte del acueducto de Bogotá y de la secretaria Distrital de Ambiente. También se tiene en consideración que, según la vigencia del plan de ordenamiento territorial para la ciudad de Bogotá, este tendrá una vigencia de 12 años. El cual fue presentado en el año 2000 por parte de administración de Antanas Mockus quién a su vez expidió un decreto de revisión el cual finalizo el 31 de diciembre de 2003 y dictaminaba que “Los cuatro períodos constitucionales de gobierno de las próximas administraciones distritales se refieren a las administraciones de los Alcaldes Luis Eduardo Garzón (2004-2007), Samuel Moreno Rojas (2008-2011, con el encargo de la Dra. Clara López Obregón de junio a diciembre de 2011), Gustavo Petro Urrego (2012-2015) y el siguiente de 2016 a 2019. En consecuencia, el componente general del POT de Bogotá D.C. quedó con vigencia hasta el 31 de diciembre de 2019.” (Consejo de estado, 2019). Por ende para este estudio se trabaja con la hipótesis de que los humedales han mantenido sus áreas de protección de la misma forma con el paso del tiempo es decir no ha ganado ni perdido áreas protegidas, por lo cual se toman como referencia los datos y valores encontrados en el indicador de “áreas verdes por habitante”

Debido a lo anterior y con finalidad de dar una mayor exactitud a la realidad se tomó la decisión de aplicar a la formula una sumatoria del área halla de los humedales anteriormente en el primer indicador y realizar una sumatoria al área establecida en el APEPOT, dando como resultado la siguiente formula la cual se aplicó para este indicador:

Ecuación 17

$$APEUP = \frac{APEPE}{APEPOT + \text{área actual}} * 100 = \quad (17)$$

En donde:

APEUP= Porcentaje de áreas protegidas con plan de manejo ambiental en ejecución y estrategias complementarias de conservación incluidas en el POT %

APEPE= Superficie de áreas protegidas con plan de manejo ambiental en ejecución y estrategias complementarias de conservación incluidas en el POT

APEPOT= Superficie total de áreas protegidas y estrategias de conservación incluidas en el POT

AREA ACTUAL= Área determinada para cada año del humedal.

En este indicador una vez se obtuvieron los valores de resultado de cada año se procedió a la tabulación de estos en una tabla que facilitara la comprensión de los mismos y la elaboración de la gráfica que muestra los resultados de forma visual.

Porcentaje De Población Urbana Vinculada A Estrategias De Educación Ambiental De Áreas Urbanas

Este es un indicador que se utilizó para poder establecer la relación existente entre la población que se encuentra vinculada a las posibles estrategias de educación ambiental que se presentan en las zonas urbanas correspondientes al área de influencia de los humedales, con respecto al total de la población que hace parte de las localidades de Suba y Engativá, para lo cual se requiere saber con exactitud el número de personas que están vinculadas a estas estrategias de educación ambiental enfocada hacia el humedal, es por esto que se solicitó esta información a la Secretaría de Ambiente con el fin de tener la mayor exactitud en estos datos y

poder así aplicar una fórmula que nos muestre el porcentaje de la población total de cada localidad que apoya en estas estrategias en los humedales con el fin de poder proteger estos ecosistemas que son de gran valor para la ciudad. La fórmula que se aplica con el fin de poder aplicar este indicador ambiental urbano es el siguiente:

Ecuación 18

$$\%PVEA = \frac{PVEA}{PUT} * 100 \quad (18)$$

En donde:

%PVEA= Porcentaje de población vinculada a estrategias de educación ambiental en el área de influencia del humedal

PVEA= Población vinculada a estrategias de educación ambiental en el área de influencia del humedal (número de personas)

PUT= Población urbana total (número de personas)

Al igual que en los anteriores indicadores una vez que se obtuvo la información correspondiente a los valores de los años en donde se pudo obtener información para la elaboración del indicador, se procedió a la elaboración de la tabla de resultado y a la elaboración de la gráfica que muestra los resultados del indicador

Cabe aclarar que para la realización de este indicador fue necesario enviar un derecho de petición a la secretaria Distrital de Ambiente, la cual nos ha remitido a comunicarnos con las administraciones de los humedales Juan Amarillo y Jaboque con el número de radicado 2021EE70991. Ya que estas administraciones son las encargadas de suministrar dicha información, por lo cual se entablo comunicación vía telefónica con las administradoras María Helena Rabeya administradora del humedal Juan Amarillo y con la administradora Yina Paola

Rodríguez administradora del humedal Jaboque, en donde se gestionó el envío de la información con la cual contaban estas dos administraciones, en donde se envió información de la cantidad de personas que participaban en estrategias de educación ambiental relacionada con estos humedales desde el año 2017 a 2020 en el caso del humedal Juan Amarillo y del año 2016 al año 2020 en el caso del humedal Jaboque.

Se aclara que para los años anteriores trabajados en este proyecto las administraciones de los humedales y SDA no cuentan con datos por lo cual para el caso de este indicador de calidad ambiental urbana solo se trabajara desde el año 2017 al año 2019 para el humedal Juan Amarillo y desde el año 2016 hasta el año 2019.

Una vez se han aplicado los indicadores ambientales urbanos y se han obtenido los resultados de cada uno de estos se procedió a realizar la tabulación de los datos, con el fin de poder diseñar graficas que permitieran expresar de una forma visual la información generada con dichos indicadores y de esta forma sea más fácil entender dichos resultados.

Elaboración Cartografía Ambiental Urbana

La siguiente fase que se llevó a cabo en este estudio fue la elaboración de la cartografía ambiental urbana, en donde se seleccionaron los años 2010, 2013, 2016 y 2019 para elaborar dicha cartografía, con la finalidad de corroborar si lo hallado en los indicadores ambientales urbanos corresponde a la situación actual de los humedales Juan Amarillo y Jaboque. Para lo cual se consultó el sistema de datos abiertos de Bogotá, el cual es un lugar en donde se almacenan geodatabase y shapefiles de la ciudad de Bogotá de diversos años, por lo cual se descargaron las 4 geodatabase correspondientes a los años seleccionados para esta elaboración cartográfica, una vez descargadas estas geodatabase se procedió a realizar el procesamiento de

los datos requeridos por medio del software Qgis en donde se abrieron cada una de estas y se seleccionaron los shapefiles necesarios para la elaboración de la cartografía ambiental urbana.

Una vez seleccionados los shapefiles (humedal, cobertura vegetal, cuerpos de agua, manzanas y localidad), se extraen de la geodatabase dichos shapefiles y se procede a realizar su análisis, manejo y tratamiento para poder reflejar la situación de los dos humedales en la temporalidad requerida.

Cabe resaltar que en el caso de la cobertura vegetal se presentaron varias coberturas vegetales (arbustales, áreas endurecidas correspondientes a las zonas en donde por efectos antrópicos se ha perdido la cobertura vegetal, espejo de agua, pastos, vegetación acuática y vegetación herbácea) las cuales se analizaron con el fin de poder entender como la interacción antrópica ha modificado con el tiempo estos ecosistemas, por otra parte los cuerpos de agua también presentan varios tipos de cobertura tanto al interior como al exterior del humedal los cuales son (canales y ríos presentes en cada mapa).

Para efectos de este trabajo se manejó un sistema de coordenadas geográficas Magna GRS 1980 (IUGG, 1980) el cual era el que venía por defecto en las geodatabase descargadas y usadas para la cartografía ambiental urbana, por otro lado, para los mapas correspondientes al humedal Jaboque se utilizó una escala de 1:8.000 en todos los mapas y para el caso de los mapas del humedal Juan Amarillo se manejó una escala de 1:10.000

Se realiza una sobreposición del área de los humedales con el fin de poder apreciar mejor si se ha presentado o no un cambio en el aspecto físico de los humedales con el paso del tiempo ya sea en su extensión física, en la cobertura vegetal o en el espejo de agua de cada humedal por lo cual se diseñaron 4 mapas por cada humedal un mapa general en donde se sobre pusieron las capas que muestran el cuerpo del humedal para poder identificar si desde año 2010 a el año 2019

había ocurrido mayor cambio en sus estructuras físicas y otros tres mapas en donde se reflejó la sobreposición en las temporalidades 2010 a 2013, 2013 a 2016 y 2016 a 2019 para los dos humedales.

También se diseñaron otros mapas de ubicación de las localidades donde se encuentran geográficamente los humedales, se elaboró un mapa que muestra la gran cuenca del río Bogotá dentro del perímetro urbano de la ciudad de Bogotá, reflejando dentro de esta la cuenca salitre, la cual es la cuenca que alberga a los humedales Juan Amarillo y Jaboque y finalmente se elaboró un mapa que muestra las cuencas Salitre y Jaboque pues dentro del distrito capital se maneja una distribución diferente de las cuencas hidrográficas que existen esto con el fin de facilitar la planificación y uso adecuado de las aguas, la flora y la fauna de cada cuenca en cuanto a la ejecución de posibles obras dentro del territorio a fin de mantener un equilibrio entre el aprovechamiento económico y social de estos ecosistemas (Amaya J, 2015).

Estrategias De Preservación Ecosistémica Enfocada A Humedales

La tercera fase que se desarrolló consistió en el diseño de las estrategias de educación de preservación ecosistema enfocadas hacia los humedales en donde se mostrara la importancia que tienen los humedales para la ciudad y los resultados de los índices de calidad ambiental urbana, para lo cual teniendo en cuenta la emergencia sanitaria por la cual atraviesa el país en especial la ciudad de Bogotá, se decidió desarrollar estrategias virtuales las cuales sean de fácil acceso para toda la comunidad interesada y de esta forma prevenir posibles aglomeraciones.

Las estrategias de preservación de ecosistemas acuáticos como lo son los humedales, los cuales están ubicados en zonas urbanas, como es el caso de los humedales Juan Amarillo y Jaboque, deben ser enfocados principalmente a la población que este ubicada principalmente en la zona de influencia de estos humedales, pues esta población es la que está en contacto frecuente

con los humedales tienen una mayor interacción con los mismos, sin embargo las estrategias diseñadas permiten que la población flotante a las zonas donde están ubicados los humedales también puedan acceder a dichas estrategias. Podemos entender la población del área de influencia como la población que habita en las localidades de Suba y Engativá en el caso del humedal Juan Amarillo, pues si bien el humedal está ubicado en la localidad de Suba, este está en la línea limítrofe entre las localidades de Suba y Engativá por lo cual, al estar en esta zona limítrofe, también se toma como población de área de influencia a la localidad de Engativá. En el caso del humedal Jaboque este se encuentra ubicado en la mitad de la localidad de Engativá.

Se entiende que la población perteneciente a la zona de influencia de los humedales no son solo la población que por la distribución demográfica la ciudad su vivienda, trabajo o colegio este cerca al humedal, sino también a personas que visitan estos humedales con regularidad tomándolos como un área de esparcimiento y recreación.

Es por esto que se crea la necesidad de presentar estrategias de prevención enfocada a preservar los humedales, la cual abarque a toda la población que presenta una interacción antrópica con los humedales de una forma innovadora y didáctica, la cual pueda estar al alcance de toda la población y que informe y muestre los resultados obtenidos en los indicadores ambientales urbanos, que fueron objeto de estudio en esta investigación y los cuales se desarrollaron con el fin de determinar si la interacción antrópica que ha tenido objeto entre el año 2010 a 2019 ha inferido de forma positiva o negativa en estos humedales.

Por lo cual se diseñaron 3 estrategias las cuales fueron pensadas de una forma didáctica y de fácil comprensión para todo tipo de personas y de todas las edades que estén interesados en saber un poco más acerca de estos ecosistemas.

La primera estrategia consistió una presentación sobre los humedales Juan Amarillo y Jaboque, la cual está colgada en la web y es de acceso libre para cualquiera que desee verla. De esta presentación se derivan dos juegos los cuales son totalmente virtuales y gratis, uno de ellos fue desarrollado en la plataforma de Kahoot en donde por medio de preguntas de selección múltiple se desarrollará el juego, cada pregunta respondida correctamente y en el menor tiempo posible asignará una puntuación, el juego consta de varias preguntas y se puede jugar tanto por equipos como de forma individual.

El siguiente juego que se elaboro fue una sopa de letras en donde se abordan los conceptos mostrados en la presentación sobre los humedales, esta sopa de letras se puede jugar de forma online o descargar para imprimir y jugar.

La siguiente estrategia de prevención ecosistémica enfocada hacia humedales consiste en la elaboración de un poster en donde están expuestos los resultados obtenidos de esta investigación, de tal forma que sea más fácil realizar su análisis y que sea de una forma más visual y didáctica

La siguiente estrategia utilizada en este estudio fue la elaboración de un video haciendo uso de la cartografía ambiental urbana que se desarrolló en este proyecto, en donde se busca dar una perspectiva sobre la interacción antrópica que han sufrido los humedales entre los años 2010 a 2019, se busca explicar mejor los cambios físicos ocurridos al interior de los humedales y si estos han presentado o no un cambio en su extensión física, esta estrategia se implementó en la página web de YouTube la cual es de libre acceso para cualquier persona interesada.

Resultados, Análisis de resultados

Cantidad De Áreas Verdes Por Habitante

En la ilustración 4 se puede apreciar el indicador de áreas verdes por habitante el cual muestra el resultado obtenido para dicho indicador en la temporalidad desde el año 2010 hasta el año 2019, este indicador muestra la relación entre el aumento o disminución de m²/habitante con el paso del tiempo en las áreas de los humedales Juan Amarillo y Jaboque.

Ilustración 4

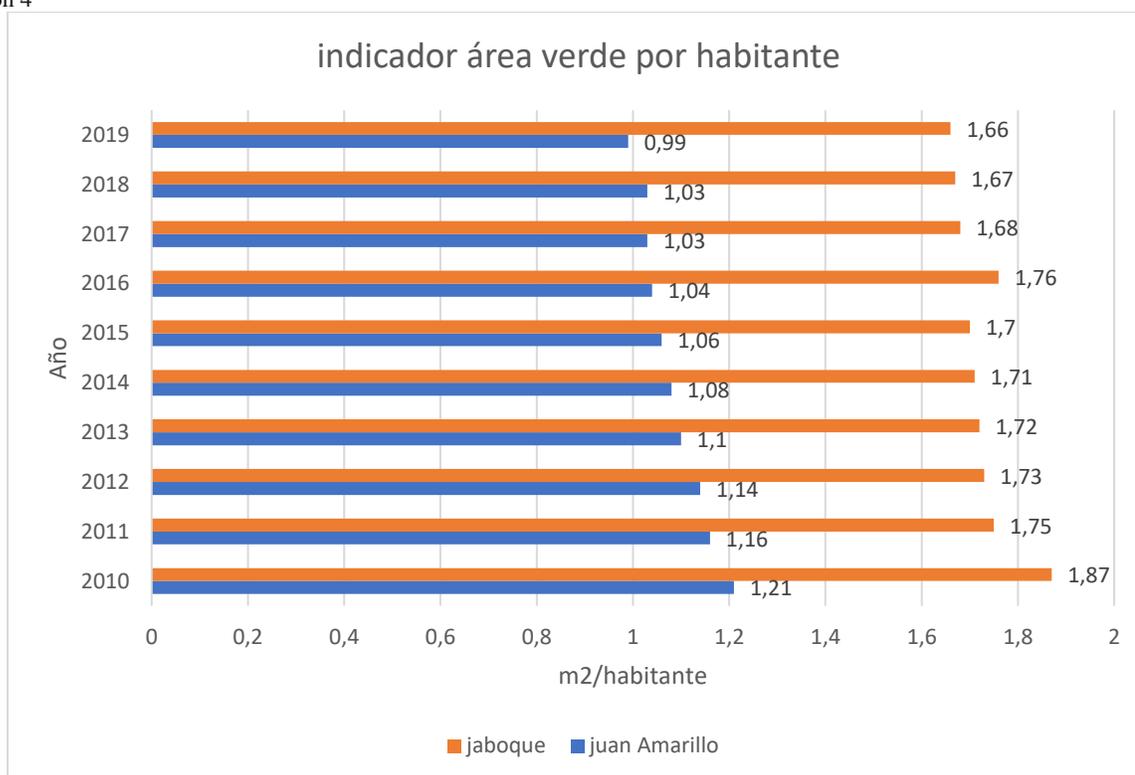


Tabla 2. Áreas verdes por habitante

Humedales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Juan Amarillo	1.21	1.16	1.14	1.10	1.08	1.06	1.04	1.03	1.013	0.99
Jaboque	1.87	1.75	1.73	1.72	1.71	1.70	1.76	1.68	1.67	1.66
Calificación Juan Amarillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calificación Jaboque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados obtenidos del indicador de áreas verdes por habitante especificada por año

Tabla 3. Valores de referencia áreas verdes por habitante

VALOR DE REFERENCIA	CALIFICACIÓN
Menor o igual a 3,00 m ² / habitante	0
Entre 3,01 m ² / habitante y 4,50 m ² / habitante	0,3
Entre 4,51 m ² / habitante y 6,00 m ² / habitante	0,5
Entre 6,01 y 7,50 m ² / habitante	0,8
Mayor a 7,51 m ² / habitante	1

Nota. (secretaria de Ambiente, 2018) Esta tabla muestra los valores de referencia en donde se clasifican los resultados obtenidos del indicador de áreas verdes por habitante

Durante este estudio se observó en la ilustración 3 que la cantidad de áreas verdes por

Cálculos

Humedal Juan amarillo 2010

Población de suba: 1'044.006 habitantes

Población Engativá: 795.105 habitantes

Extensión: 222.76ha= 2'227.600m²

$$AVUpc = \frac{AVU}{PUT}$$

PUT=1'044.006hab+795.105hab=1'839.111hab

$$AVUpc = \frac{2'227.600m^2}{1'839.111hab} = 1.211m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2010

Población Engativá: 795.105 habitantes

Extensión: 148.71 ha= 1'487.100m²

$$AVUpc = \frac{1'487.100m^2}{795.105hab} = 1.87m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2011

Población suba: 1'069.114hab

Población Engativá: 843.722 hab

Extensión: 222.58ha= 2'225.800m²

PUT=1'069.114+843.722= 1'912.836 habitantes

$$AVUpc = \frac{2'225.800m^2}{1'912.836hab} = 1.163m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2011

Población Engativá: 843.722 hab

Extensión: 148 ha= 1'480.000m²

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{843.722hab} = 1.75m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2012

Población Suba: 1'094.488hab

Población Engativá: 851.270

extensión: 222.76ha=2'227.600m²

PUT=1'094.488hab+851.270hab=1'945.758

$$AVUpc = \frac{2'227.600m^2}{1'945.758hab} = 1.14m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2012

Población Engativá: 851.270hab

Extensión: 148.07ha=1'480.700m²

$$AVUpc = \frac{1'480.700m^2}{851.270hab} = 1.739$$

Humedal Juan Amarillo 2013

Población suba: 1'157.514 hab

Población Engativá: 856.996 hab

Extensión: 222.76 ha=2'227.600m²

$$PUT=1'157.514hab+856.996hab=2'014.510ha$$

$$AVUpc = \frac{2'227.600m^2}{2'014.510hab} = 1.10m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2013

Población Engativá: 856.996 hab

Extensión: 148ha= 1'480.000m²

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{856.966hab} = 1.72m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2014

Población suba: 1'188.071 hab

Población Engativá: 862.557 hab

Extensión: 222.5 ha= 2'225.000m²

$$PUT= 1'188.071+862.557=2'050.628$$

$$AVUpc = \frac{2'225.000m^2}{2'050.628hab} = 1.08m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2014

Población Engativá: 862.557 hab

Extensión; 148 ha=1'480.000m²

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{862.557hab} = 1.71m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2015

Población Suba: 1'219.135 hab

Población Engativá: 867.976 hab

extensión: 222.5 ha=2'225.000m²

$$PUT=1'219.135+867.976=2'087.111hab$$

$$AVUpc = \frac{2'225.000m^2}{2'087.111hab} = 1.06m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2015

Población Engativá: 867.976hab

Extensión: 148 ha=1'480.000m²

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{867.976hab} = 1.70m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2016

Población suba: 1'250.734 hab

Población Engativá: 873.243 hab

Extensión: 222.76ha=2'227.600m²

$$PUT=1'250.734+873.243= 2'123.977hab$$

$$AVUpc = \frac{2'227.600m^2}{2'123.977hab} = 1.04m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2016

Población Engativá: 873.243 hab

Extensión 151.9 ha= 1'519.000m²

$$AVUpc = \frac{1'519.000m^2}{873.243hab} = 1.73m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2017

Población suba: 1'282.978hab

Población Engativá: 878.434 hab

extensión: 222.76ha= 2'227.600m²

$$PUT= 1'282.978+878.434=2'161.412hab$$

$$AVUpc = \frac{2'227.600m^2}{2'161.412hab} = 1.03m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2017

Población Engativa:878.434hab

Extensión:148 ha= 1'480.000m²

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{878.434hab} = 1.68m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2018

Población suba: 1'315.509 hab

Población Engativá: 883.319 hab

Extensión: 222.80ha= 2'228.000m²

PUT=1'315.509+883.319=2'198.828hab

$$AVUpc = \frac{2'228.000m^2}{2'198.828hab} = 1.013m^2/hab$$

Humedal Jaboque 2018

Población Engativá 883.319 hab

Extensión: 148.00ha=1'480.000

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{883.319hab} = 1.67m^2/hab$$

Humedal Juan Amarillo 2019

Población suba: 1'348.372hab

Población Engativá: 887.886hab

Extensión: 222.80ha= 2'228.000m²

PUT=1'348.372hab+887.886hab=2'236.258hab

$$AVUpc = \frac{2'228.000m^2}{2'236.258hab} = 0.99m^2hab$$

Humedal Jaboque 2019

Población Engativá: 887.886hab

Extensión: 148.00ha=1'480.000m²

$$AVUpc = \frac{1'480.000m^2}{887.886hab} = 1.66m^2/hab$$

En caso de los dos humedales presenta una leve reducción año a año, esto se debe principalmente a la interacción antrópica que se ha venido presentando en donde la expansión de la ciudad ha generado una presión sobre estos ecosistemas; si bien estos humedales están catalogados como áreas protegidas en la ciudad de Bogotá y por ende se prohíben las construcciones, arrojo de basuras o cualquier actividad que pueda generar un impacto ambiental negativo sobre estos humedales, la interacción que se presenta entre el entorno y el hombre son en su mayoría ilegal ya que infringen con las restricciones dispuestas para estos lugares, lo cual sumado a la falta de vigilancia por parte de las autoridades competentes propician el acelerado desgaste ambiental de estos ecosistemas.

Se aprecia también que en el año 2016 se presenta un leve incremento en las áreas verdes por habitante respecto al área del humedal Juan Amarillo, esto se puede deber a que en diciembre del año 2016 se realizaron jornadas de recuperación y limpieza en el humedal donde se lograron retirar del cuerpo de agua alrededor de 20 toneladas de basuras (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016). Sin embargo y a pesar de dichos esfuerzos de recuperación en general se presenta una tendencia constante en la cantidad de áreas verdes por habitante.

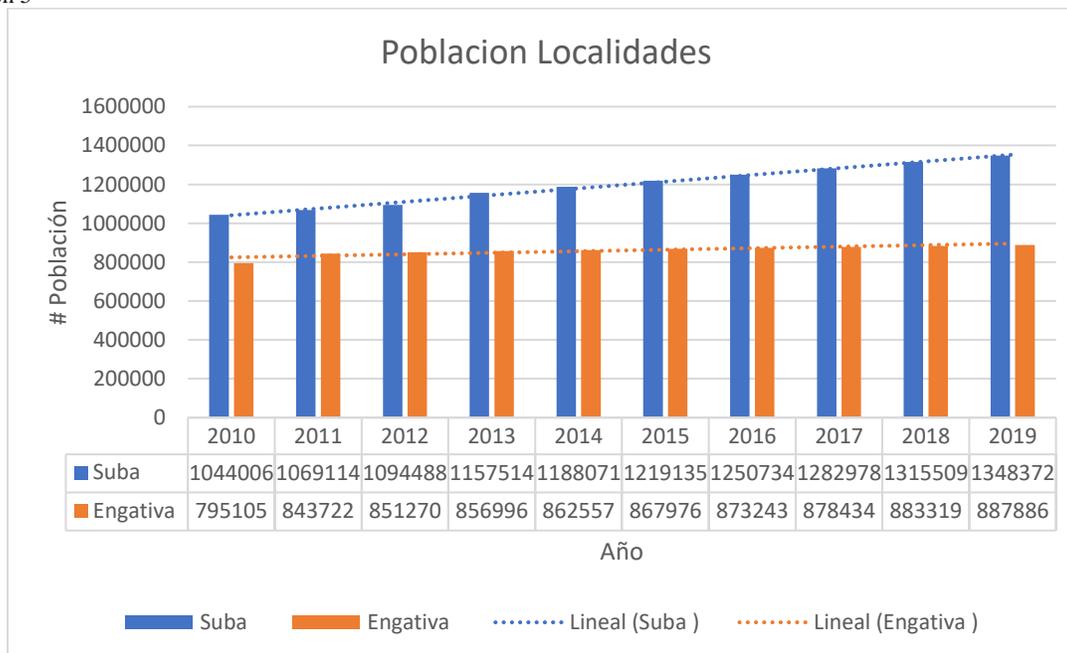
Según la tabla de clasificación dada por el ministerio de ambiente se puede apreciar que todos los valores dados por el indicador se encuentran en la escala de menor o igual a 3.00m² por

habitante por lo cual se clasifican en 0 lo que indica que este valor está muy por debajo de lo sugerido por la Organización Mundial de la salud que recomienda 9 m²/Hab.

Esto se debe principalmente a que la superficie de área verde existente en los humedales es finita, es decir tiene un área establecida que no aumenta con el pasar del tiempo, sin embargo si se puede ver reducida, debido a la interacción antrópica que puede causar pérdidas en las áreas de los humedales, además de esto la población de cada una de las localidades donde se encuentran los humedales presentan una tendencia al incremento como se puede ver en la ilustración 5 en donde se ve como la localidad con mayor tendencia al incremento en su población es la localidad de Suba y Engativá, si se tiene en cuenta que también población satélite provenientes de otras localidades y de otras ciudades también visita estos humedales la cual no es medible y para efectos de este estudio solo se contempló la población local de cada localidad donde estos humedales tienen influencia directa.

Por lo cual es indispensable la protección y manutención de estos espacios los cuales son zonas no solo de gran biodiversidad de flora y fauna, si no también son espacios que mantienen un equilibrio ambiental dentro de la ciudad, aportan a enriquecimiento paisajístico, sirven como filtros ambientales en la ciudad lo que ayuda en la prevención de enfermedades y en general mejoran la calidad de vida de los ciudadanos.

Ilustración 5



Nota. Ilustración donde se muestra la población de las localidades de Suba y Engativá desde el año 2010 hasta el año 2019.

Calidad Del Agua Superficial Humedal Juan Amarillo

Como se muestra en la ilustración 6 se reflejan los ICA hallados con base a la información suministrada por la SDA para el año 2017 por medio de los informes No. 1414, 1417, 1415 y 1666 correspondiente a los informes individuales enviados por la entidad, para el año 2019 se utilizaron los ICAS enviados por la SDA a través del “informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en los parques ecológicos distritales de humedal PEDH 2019-2020” en donde se asignaron los nombres según el punto de monitoreo donde fue sacada la muestra para realizar el ICA.

En la tabla 4 se muestra la tabulación de los resultados obtenidos en el indicador de calidad de agua superficial para el humedal Juan Amarillo en donde (1414, 1417, 1415 y 1666) corresponden a los informes enviados por parte de la SDA con los que se elaboró el indicador en

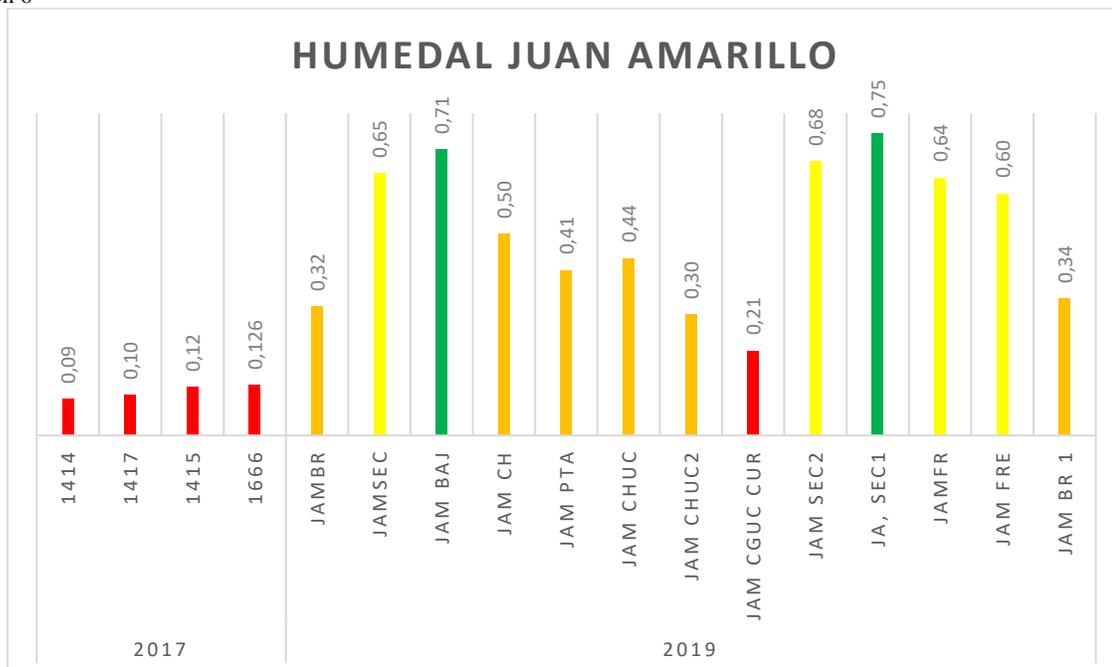
el año 2017, mientras que (JAM BR, JAM SEC, JAM BAJ, JAM CH, JAM PTA, JAM CHUC, JAM CHUC2, JAM CGUC CUR, JAM SEC2 JA, SEC1, JAM FR, JAM FRE Y JAM BR1) corresponden a los resultados de las mediciones del ICA dada por la SDA para el año 2019 en documento “Informe De Calidad Del Agua Superficial Y Comunidades Hidrobiológicas En Los Parques Ecológicos Distritales De Humedal (PEDH) 2019-2020” correspondiente al año 2019

Tabla 4. Índice ICA humedal Juan Amarillo

	2017				2019												
Informe	14 14	14 17	14 15	16 66	JA M B R	JA M S E C	JA M B A J	JA M C H	JA M P T A	JA M C H U C	JA M C H U C 2	JA M C G U C U C U R	JA M S E C 2	JA, S E C 1	JA M F R	JA M F R E	JA M B R 1
Humedal Juan Amarillo	0,09	0,10	0,12	0,126	0,32	0,65	0,71	0,50	0,41	0,44	0,30	0,21	0,68	0,75	0,64	0,60	0,34
Calificación	0	0	0	0	0,33	0,55	0,88	0,33	0,33	0,3	0,3	0	0,5	0,8	0,5	0,5	0,3

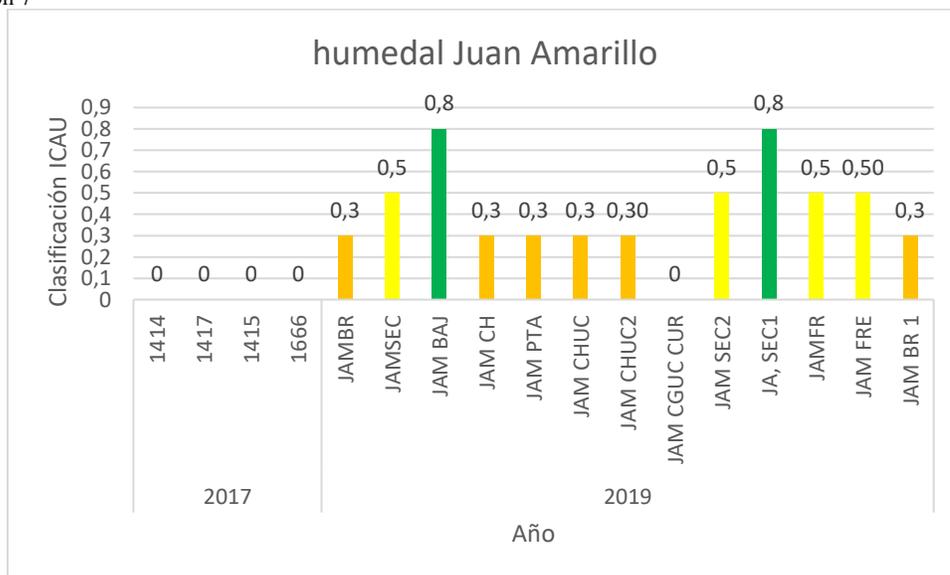
Nota. En esta tabla se muestra los resultados obtenidos del indicador de Calidad del agua superficial para el humedal Juan Amarillo en los años 2017 y 2019

Ilustración 6



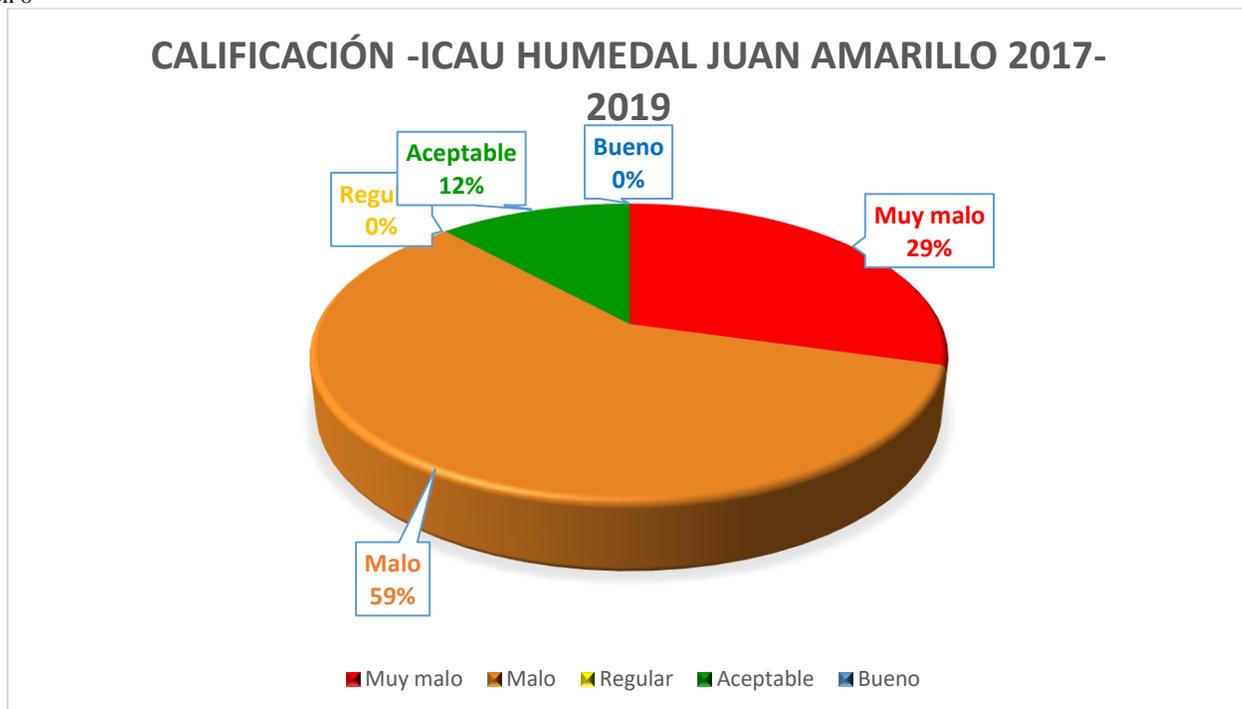
A continuación, en la ilustración 7 se muestran los resultados obtenidos teniendo en cuenta la clasificación dada por el Ministerio de Ambiente

Ilustración 7



A continuación, se muestra una gráfica de torta ilustración 8 donde se ve el estado del humedal Juan Amarillo general para los años 2017 y 2019

Ilustración 8



Juan Amarillo 08/09/2017 informe 1414

Ilustración 9

Nº	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha	LCT / LCM	LÍMITE NORMALIDAD	MUESTRAS Nº.		
							3643-17	3644-17	3645-17
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-09-06	LCM		753 +/- 1,95	789 +/- 1,94	75,1 +/- 8,19
16	D&D *	mg O ₂ / L	Inyección a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-D G	2017-09-07	LCM	2,0	116 +/- 9	139 +/- 11	12 +/- 8,8
18	DOO *	mg O ₂ / L	Reflujo Abierto (SM 5220 B) Modificado-menor cantidad Reactivos	2017-09-08	LCM	10	1709 +/- 2045		23,0 +/- 8,3
9	DQO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 B	2017-09-08	LCM	70	258 +/- 48	283 +/- 51	
27	Fósforo Total*	mg-P / L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2017-09-12	LCM	0,850	4,716 +/- 8,377	5,122 +/- 0,418	<0,060
29	N- Total Kjeldahl (NTI)*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrica, SM 4500-N _{org} B y SM 4500-NH ₄ B, C	2017-09-13	LCM	1,8	42,8 +/- 1,9	44,6 +/- 2,8	<1,0
42	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-09-08	LCM		0,13 +/- 0,006	0,08 +/- 0,0004	3,66 +/- 8,818
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrica (SM 4500 H ⁺ H)	2017-09-08	LCM	NA	7,43 +/- 8,037	7,15 +/- 0,035	6,60 +/- 8,033
46	Sólidos Sedimentables*	mL SS / L	Volumétrico - Cona Imhoff, SM 2540 F	2017-09-08	LCM	0,1	<0,1	0,1 +/- 0,005	<0,1
47	Sólidos Suspendedos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-09-11	LCM	4,8	43,3 +/- 1,9	29,8 +/- 1,3	7,3 +/- 0,3
54	SAAM (SAN PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16255-2009, IDT)	2017-09-06	LCM	0,40	2,49 +/- 0,317	4,01 +/- 0,529	<0,40
56	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-09-07	LCM	1,0	48,4 +/- 2,4	79,6 +/- 4,0	4,7 +/- 0,2
58	Coliformes Totales *	NMP / 100 mL	Ensayo de sustrato enzimático, SM 92239	2017-09-07	LCM	<1	2,4E+87 **	1,3E+07 **	5,7E+02 **
Temperatura agua		°C					18,4	20,1	21,5

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1414 (SDA, 2017)

1. Oxígeno disuelto

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

Temperatura promedio: $18.4^\circ\text{C} + 20.1^\circ\text{C} + 21.6^\circ\text{C} / 3 = 20.03^\circ\text{C} + 273.15\text{k} = 293.18\text{k}$

$$\begin{aligned} \ln C^* = & -139.3441 + (157570.1/TE) - (66423080/TE^2) + (12438000000/TE^3) \\ & - (862194900000/TE^4) \end{aligned}$$

$$C^* = e^{C^*}$$

$$\begin{aligned} \ln C^* = & -139.3441 + (157570.1/293.18) - (66423080/293.18^2) \\ & + (12438000000/293.18^3) - (862194900000/293.18^4) \end{aligned}$$

$$\ln C^* = -139.3441 + (537.45) - (772.77) + (493.56) - (116.69)$$

$$C^* = e^{2.2059}$$

$$C^* = 9.07$$

Temperatura=

$$TE = T + 273.15$$

Presión condiciones no estándar

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A}$$

$$P = 1.00616$$

Presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{P_w}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{293.18k} - \frac{216961}{293.18^2}$$

$$P_w = e^{-3.76}$$

$$P_w = 0.02$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 20.03^\circ C + 1.25 = 21.28 + 273.15 = 294.43k$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.07 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.02}{1.00616}\right) * (1 - 294.43k * 1.00616)}{(1 - 0.02) * (1 - 294.43k)} \right]$$

$$C_p = 9.12 \left[\frac{(0.98) * (-295.24)}{(0.98) * (-293.43)} \right]$$

$$C_p = 9.17$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

$$\text{Promedio OD: } 0.13 + 0.08 + 3.66 / 3 = 1.29$$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{C_p}$$

$$PS_{OD} = \frac{1.29 * 100}{9.17}$$

$$PS_{OD} = 14.06$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 14.06)$$

$$I_{OD} = 0.14$$

2. Sólidos suspendidos totales SST

Promedio SST: $43.3+29.8+7.3/3=26.8$

$$I_{sst} = 1 - 0.02 + 0.003 * 26.8 = 0.89 = 1$$

3. Demanda química de oxígeno DQO

Promedio DQO: 283

Si DQO >80, entonces $I_{DQP} = 0.125$

4. Conductividad eléctrica C.E

Promedio C.E: $753+769+75.1=532.36$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10CE))}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10*532.36))}$$

$$I_{C:E} = -53.08 = 0$$

5. pH

pH promedio: $7.43+7.15+6.60/3=7.06$

Si $7 < \text{pH} \leq 8$, entonces $I_{\text{pH}} = 1$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n 0.2 * (0.14 + 1 + 0.125 + 0 + 1) \right)$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (0.2) * (2.265)}{5} = 0.09$$

$$ICA \text{ Promedio} = 0.09$$

Juan Amarillo 06/09/2017 informe 1417

Ilustración 10

RESULTADOS ANALISIS AGUA									
N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha	LCT/LCM	LIMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.		
							3653-17	3654-17	3655-17
13	Conductividad de campo*	µS/cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-09-06	LCM		375 +/- 0,75	401 +/- 0,88	737 +/- 1,47
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-09-07	LCM	2,0	29,5 +/- 2,3	9,0 +/- 0,7	44,0 +/- 3,4
19	DOO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 D	2017-09-08	LCM	70	77 +/- 53	115 +/- 21	265 +/- 46
7	Fósforo Total*	mg-P/L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2017-09-19	LCM	0,060	2,156 +/- 0,173	0,341 +/- 0,027	6,896 +/- 0,552
29	N- Total Kjeldahl (NTK)*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrica, SM 4500-N _{org} B y SM 4500-NH ₃ B, C		LCM	1,8	7,40 +/- 0,30	8,80 +/- 0,40	38,70 +/- 1,70
42	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-09-06	LCM		9,56 +/- 0,03	0,09 +/- 8,00	13,38 +/- 0,05
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-09-06	LCM	NA	7,29 +/- 0,02	6,89 +/- 0,02	7,03 +/- 0,02
46	Sólidos Sedimentables*	ml SS / L	Volumétrico - Ceno Imhoff, SM 2540 F	2017-09-08	LCM	0,1	9,7 +/- 0,036	0,2 +/- 0,005	<0,1
47	Sólidos Suspendidos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-09-11	LCM	4,0	76 +/- 3,3	28 +/- 1,1	66 +/- 2,9
54	SAAM (SAN-PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-18252 (CFA) (ISO 18265:2006, IDT)	2017-09-06	LCM	0,40	<0,40	<0,40	0,40 +/- 0,053
55	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-09-07	LCM	1,0	58,2 +/- 2,9	20,2 +/- 1,0	41,6 +/- 2,0
56	Coliformes Totales *	NMP / 100 mL	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223B	2017-09-07	LCM	<1	2,8E+04	2,1E+04	3,2E+05

Temperatura agua	* C	<40	16,9	17,7	10,3
Temperatura agua	* C	<40	22,3		

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha	LCT/LCM	LIMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.	
							3658-17	
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-09-06	LCM		373 +/- 0,75	
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-09-07	LCM	2,0	6,0 +/- 0,5	
19	DOO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 D	2017-09-08	LCM	70	134 +/- 24	
7	Fósforo Total*	mg-P/L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2017-09-19	LCM	0,060	1,305 +/- 0,104	
29	N- Total Kjeldahl (NTK)*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrica, SM 4500-N _{org} B y SM 4500-NH ₃ B, C	2017-09-13	LCM	1,0	4,4 +/- 0,2	
42	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-09-06	LCM		14,5 +/- 0,05	
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-09-06	LCM	NA	8,94 +/- 0,03	
46	Sólidos Sedimentables*	ml SS / L	Volumétrico - Ceno Imhoff, SM 2540 F	2017-09-08	LCM	0,1	<0,1	
47	Sólidos Suspendidos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-09-11	LCM	4,0	21 +/- 0,9	
54	SAAM (SAN-PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-18252 (CFA) (ISO 18265:2006, IDT)	2017-09-06	LCM	0,40	<0,40	
55	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-09-07	LCM	1,0	10,9 +/- 0,5	
56	Coliformes Totales *	HMP / 100 mL	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223B	2017-09-07	LCM	<1	1,8E+04	**

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1417 (SDA, 2017)

1. Oxígeno Disuelto OD

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

Temperatura promedio: $19.9^\circ\text{C} + 17.7^\circ\text{C} + 10.3^\circ\text{C} + 22.3^\circ\text{C} / 4 = 16.8^\circ\text{C} + 273.15\text{k} = 289.95\text{K}$

$$\begin{aligned} \ln C^* &= -139.3441 + (157570.1/289.95\text{k}) - (66423080/289.95\text{k}^2) \\ &+ (12438000000/289.95\text{k}^3) - (862194900000/289.95\text{k}^4) \end{aligned}$$

$$C^* = e^{C^*}$$

$$\ln C^* = -139.3441 + (543.43) - (790.08) + (510.24) - (121.98) = 2.26$$

$$C^* = e^{2.26}$$

$$C^* = 9.58$$

Temperatura=

$$TE = T + 273.15$$

Presión condiciones no estándar

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A}$$

$$P = 1.00616$$

Presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{P_w}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{289.95} - \frac{216961}{289.95^2}$$

$$P_w = e^{-3.96}$$

$$P_w = 0.01$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 16.8^\circ\text{C} + 1.17 = 17.97 + 273.15 = 291.12\text{k}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.58 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.01}{1.00616}\right) * (1 - 291.12k * 1.00616)}{(1 - 0.01) * (1 - 291.12k)} \right]$$

$$C_p = 9.63 \left[\frac{(0.99) * (-291.9)}{(0.99) * (-290.12)} \right]$$

$$cp = 9.68$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

Promedio OD: $9.56+0.09+13.38+14.5/4=9.38$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{Cp}$$

$$PS_{OD} = \frac{9.38 * 100}{9.68}$$

$$PS_{OD} = 96.90$$

$I_{OD}=1-(1-0.01*PS_{OD})$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 96.90)$$

$$I_{OD} = 0.969$$

2. Solidos suspendidos totales SST

Promedio SST: $76+66+21/3=54.33$

$$I_{sst} = 1 - 0.02 + 0.003 * 54.33 = 0.85 = 1$$

3. Demanda Química de oxígeno DQO

Promedio: $115+255+134/3=168$

Si DQO >80, entonces $I_{DQP} = 0.125$

4. Conductividad eléctrica C.E

Promedio C.E: $375+401+737+373/4=471.5$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10CE))}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10*471.5))}$$

$$I_{C:E} = -44.96 = 0$$

5. pH

promedio pH: $7.29+8.89+7.03+8.94/4=8.03$

si $8 < \text{pH} \leq 11$, entonces $I_{\text{pH}} = 1 * e^{[(\text{pH}-8)-0.5187742]} = 0.613$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n 0.2 * (0.969 + 1 + 0.125 + 0 + 0.613) \right)$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (0.2) * (2.707)}{5} = 0.09$$

$$ICA \text{ Promedio} = 0.10$$

Juan Amarillo 05/09/2017 informe 1415

Ilustración 11

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha	LCT / LCM	LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.					
							3645-17	3647-17	3648-17			
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrica, SM 2510 B	2017-09-08	LCM		170,7	+/- 0,8	79,2	+/- 0,4	79,9	+/- 0,4
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-09-07	LCM	2,0	2,0	+/- 0,2	<2,0		<2,0	
18	DOO *	mg O ₂ / L	Reflujo Abierto (SM 5220 B) Modificado-menor cantidad Reactivos	2017-09-08	LCM	10	30,8	+/- 0,3	18,5	+/- 0,2	20,5	+/- 0,2
27	Fósforo Total*	mg-P/L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P, B, E	2017-09-19	LCM	0,060	0,374	+/- 0,030	<0,060		0,154	+/- 0,012
29	N- Total Kjeldahl (NTK)*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrica, SM 4500-N _{org} B y SM 4500-NH ₃ B, C	2017-09-13	LCM	1,0	3,2	+/- 0,1	<1,0		<1,0	
42	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-09-08	LCM		1,41	+/- 0,00	5,12	+/- 0,01	4,35	+/- 0,01
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-09-09	LCM	NA	6,40	+/- 0,03	6,91	+/- 0,03	6,93	+/- 0,03
46	Sólidos Sedimentables*	ml SS / L	Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-09-08	LCM	0,1	<0,1		<0,1		<0,1	
47	Sólidos Suspendedos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-09-11	LCM	4,0	7,5	+/- 0,3	4,2	+/- 0,2	<4,0	
54	SAAM (SAN-PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16265-2009 IDT)	2017-09-08	LCM	0,40	<0,40		<0,40		<0,40	
55	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-09-07	LCM	1,0	5,8	+/- 0,2	3,9	+/- 0,2	3,3	+/- 0,1
56	Coliformes Totales *	NMP / 100 ml	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223B	2017-09-07	LCM	<1	4,4E+04		1,3E+01		>2,4E+04	

Temperatura agua	° C	<40	15,4	19,3	20,1
Temperatura agua	° C	<40	19,8	20,5	

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1415 (SDA, 2017)

Ilustración 12

RESULTADOS ANALISIS AGUA											
N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha	LCT / LCM	LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.				
							3649-17	3650-17	0		
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-09-06	LCM		77,4	+/- 0,4	76,7	+/- 0,4	0
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-09-07	LCM	2,0	4,3	+/- 0,3	2,3	+/- 0,2	
18	DOO *	mg O ₂ / L	Reflujo Abierto (SM 5220 B) Modificado-menor cantidad Reactivos	2017-09-08	LCM	10	<10		12,8	+/- 0,1	
17	Fósforo Total*	mg-P/L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P, B, E	2017-09-19	LCM	0,060	<0,060		0,070	+/- 0,006	
29	N- Total Kjeldahl (NTK)*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrica, SM 4500-N _{org} B y SM 4500-NH ₃ B, C	2017-09-13	LCM	1,0	<1,0		<1,0		
42	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-09-06	LCM		3,82	+/- 0,01	3,67	+/- 0,01	
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-09-06	LCM	NA	5,61	+/- 0,03	6,63	+/- 0,03	
46	Sólidos Sedimentables*	ml SS / L	Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-09-08	LCM	0,1	<0,1		<0,1		
47	Sólidos Suspendedos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-09-11	LCM	4,0	8,0	+/- 0,4	11,0	+/- 0,5	
54	SAAM (SAN-PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16265-2009 IDT)	2017-09-06	LCM	0,40	<0,40		<0,40		
55	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-09-07	LCM	1,0	5,1	+/- 0,2	6,2	+/- 0,3	
56	Coliformes Totales *	NMP / 100 ml	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223B	2017-09-07	LCM	<1	2,4E+02		1,5E+03		

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1415B (SDA, 2017)

1. Oxígeno disuelto OD

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

Temperatura promedio:

$$15.4^\circ\text{C} + 19.3^\circ\text{C} + 20.1^\circ\text{C} + 19.8^\circ\text{C} + 20.5^\circ\text{C} / 5 = 18.86^\circ\text{C} + 273.15\text{k} = 292.01\text{k}$$

$$\begin{aligned} \ln C^* &= -139.3441 + (157570.1/292.01\text{k}) - (66423080/292.01\text{k}^2) \\ &+ (12438000000/292.01\text{k}^3) - (862194900000/292.01\text{k}^4) \end{aligned}$$

$$C^* = e^{C^*}$$

$$\ln C^* = -139.3441 + (539.6) - (778.97) + (499.525) - (118.58) = 2.23$$

$$C^* = e^{2.23}$$

$$C^* = 9.29$$

Temperatura=

$$TE = T + 273.15$$

Presión condiciones no estándar

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A}$$

$$P = 1.00616$$

Presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{P_w}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{292.01} - \frac{216961}{292.01^2}$$

$$P_w = e^{-3.83}$$

$$P_w = 0.02$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 18.86^\circ\text{C} + 1.17 = 20.03 + 273.15 = 293.18\text{k}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.29 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.02}{1.00616}\right) * (1 - 293.18\text{k} * 1.00616)}{(1 - 0.02) * (1 - 293.18\text{k})} \right]$$

$$C^p = 9.63 \left[\frac{(0.98) * (-293.98)}{(0.98) * (-292.18)} \right]$$

$$c_p = 9.68$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

$$\text{Promedio OD: } 1.41+5.12+4.35+3.82+3.67/5=3.67$$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{C_p}$$

$$PS_{OD} = \frac{3.67 * 100}{9.68}$$

$$PS_{OD} = 37.91$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD})$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 37.91)$$

$$I_{OD} = 0.379$$

2. Solidos Suspendidos Totales SST

$$\text{Promedio SST: } 7.5+4.2+4.0+8.0+11.0/5=6.94$$

$$I_{sst} = 1 - 0.02 + 0.003 * 6.94 = 0.99 = 1$$

3. Demanda química de Oxígeno DQO

Promedio DQO: $30.8+18.5+20.6+10+12.8/5= 18.54$

Si $DQO \leq 20$ entonces $I_{DQO} = 0.91$

4. Conductividad eléctrica

Promedio: $170.7+79.2+79.9+77.4+76.7/5=96.78$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10CE))}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10*96.78))}$$

$$I_{C:E} = -3.18 = 0$$

5. pH

Promedio pH: $6.40+6.91+6.93+5.51+6.63/5=6.4$

Si $4 < \text{pH} \leq 7$, entonces $I_{\text{pH}} = 0.02628419^{e(\text{pH}*0.520025)} = 0.73$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt} \right)$$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n (0.2) * (0.379 + 1 + 0.91 + 0 + 0.73) \right)$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt})}{m}$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (0.2) * (3.019)}{5} = 0.120$$

$$ICA \text{ promedio} = 0.120$$

Juan Amarillo 12/10/2017 informe 1666

Ilustración 13

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha Análisis	LCT/ LCM	LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.		
							4509-17	4510-17	4511-17
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Potenciométrico, SM 2510 B	2017-10-12	LCM		84,6 +/- 0,42	87,2 +/- 0,40	85,8 +/- 0,43
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-10-12	LCM	2,0	2,8 +/- 0,20	2,3 +/- 0,20	2,4 +/- 0,20
18	DQO *	mg O ₂ / L	Reflujo Abierto (SM 5220 B) Modificado-menor cantidad Reactivos	2017-10-17	LCM	10	13,2 +/- 0,10	13,4 +/- 0,10	18,4 +/- 0,20
27	Fósforo Total*	mg-P/L	Digestión Ácida - Acido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2017-1e-12	LCM	0,060	<0,060	<0,060	<0,060
29	N- Total Kjeldahl (NTK)*	mg N-N _{tot} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumetría, SM 4500-N _{tot} B y SM 4500-NH ₃ B, C	2017-10-18	LCM	1,0	<1,0	<1,0	<1,0
42	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-10-12	LCM		2,15 +/- 0,01	2,21 +/- 0,01	3,30 +/- 0,01
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H B)	2017-10-12	LCM	NA	6,48 +/- 0,02	6,57 +/- 0,02	8,67 +/- 0,02
46	Sólidos Sedimentables*	ml, SS / L	Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-10-13	LCM	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
47	Sólidos Suspendidos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 G	2017-10-17	LCM	4,0	<4,0	<4,0	5,5 +/- 0,20
54	SAAM (SAN-PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Filjo Continuo, (ISO 16265 2009)	2017-10-12	LCM	0,40	<0,40	<0,40	0,44 +/- 0,06
55	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-10-13	LCM	1,0	5,3 +/- 0,30	6,2 +/- 0,30	7,3 +/- 0,40
56	Coliformes Totales *	NMP / 100 mL	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223E	2017-10-12	LCM	<1	7,0E+02	6,9E+03	>2,4E+04 **

Temperatura agua*	° C	<40	16,1	18,2	16,3
-------------------	-----	-----	------	------	------

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1666 (SDA, 2017)

1. Oxígeno disuelto OD

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

Temperatura promedio: $16.1^{\circ}\text{C} + 18.2^{\circ}\text{C} + 16.3^{\circ}\text{C} + 3 = 16.86^{\circ}\text{C} + 273.15\text{k} = 290.01\text{k}$

$$\ln C^* = -139.3441 + (157570.1/290.01\text{k}) - (66423080/290.01\text{k}^2)$$

$$+ (12438000000/290.01\text{k}^3) - (862194900000/290.01\text{k}^4)$$

$$C^* = e^{C^*}$$

$$\ln C^* = -139.3441 + (543.32) - (789.75) + (509.93) - (121.88) = 2.27$$

$$C^* = e^{2.27}$$

$$C^* = 9.67$$

Temperatura=

$$TE = T + 273.15$$

Presión condiciones no estándar

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A}$$

$$P = 1.00616$$

Presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{P_w}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{290.01} - \frac{216961}{290.01^2}$$

$$P_w = e^{-3.96}$$

$$P_w = 0.01$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 16.86^\circ C + 1.17 = 18.03^\circ C + 273.15 = 291.18k$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.67 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.01}{1.00616}\right) * (1 - 291.18k * 1.00616)}{(1 - 0.01) * (1 - 291.18k)} \right]$$

$$C^p = 9.72 \left[\frac{(0.99) * (-291.97)}{(0.99) * (-290.18)} \right]$$

$$c_p = 9.77$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

Promedio OD: $2.15+2.21+3.30/3=2.55$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{C_p}$$

$$PS_{OD} = \frac{2.55 * 100}{9.77}$$

$$PS_{OD} = 26.10$$

$I_{OD}=1-(1-0.01*PS_{OD})$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 26.10)$$

$$I_{OD} = 0.261$$

2. Sólidos Suspendidos Totales SST

Promedio SST: $4.0+4.0+5.5/3=4.5$

$$I_{sst} = 1 - 0.02 + 0.003 * 4.5 = 1.0 = 1$$

3. Demanda química de Oxígeno DQO

Promedio: $13.2+13.4+18.4/3=15$

Si DQO ≤ 20 entonces $I_{DQO} = 0.91$

4. Conductividad eléctrica C.E

Promedio: $84.6+87.2+85.8/3=85.86$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10CE))}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}(10*85.86))}$$

$$I_{C:E} = -3.69 = 0$$

5. pH

promedio: $6.48+6.57+8.67/3=7.24$

Si $7 < \text{pH} \leq 8$, entonces $I_{\text{pH}} = 1$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt} \right)$$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n (0.2) * (0.261 + 1 + 0.91 + 0 + 1) \right)$$

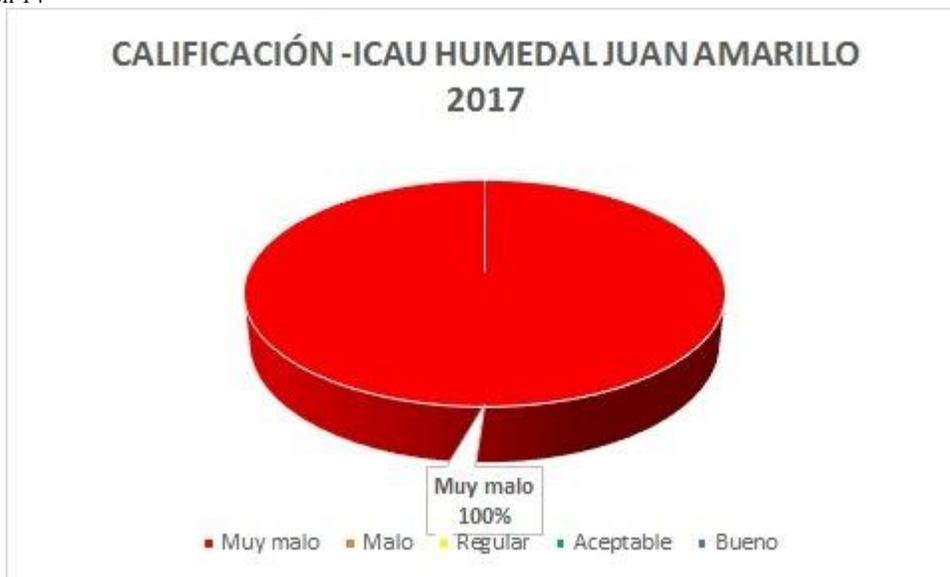
$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt})}{m}$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (0.2) * (3.171)}{5} = 0.126$$

$$ICA \text{ promedio} = 0.120$$

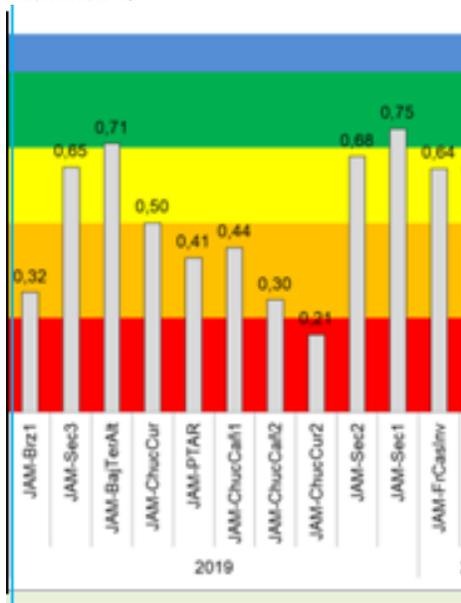
En la ilustración 8 se refleja en una gráfica de torta el estado de la calidad del agua superficial para el humedal Juan Amarillo en el año 2017

Ilustración 14



2019 Juan Amarillo

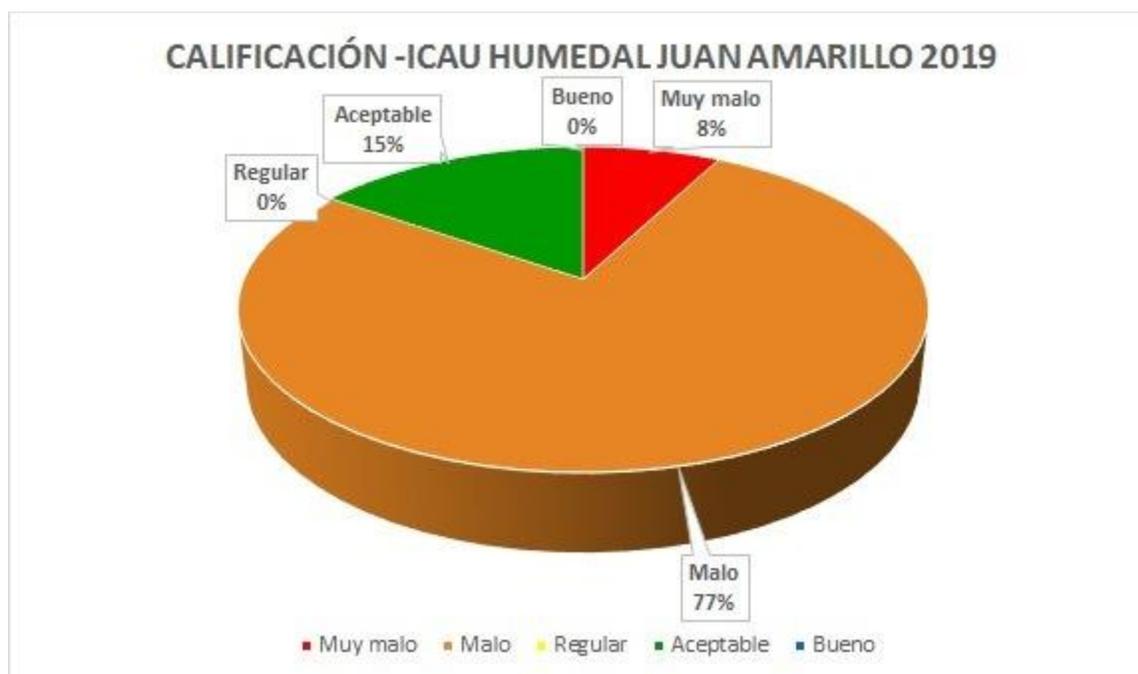
Ilustración 15



Nota. En esta ilustración se muestra los ICA hallados por la SDA para el año 2019.

En la ilustración 16 se ve el estado de la calidad de agua superficial para el humedal Juan Amarillo representado en una gráfica de torta la cual muestra de forma más específica el estado de la calidad de agua para este año

Ilustración 16



En el caso del humedal Juan Amarillo se ha evidenciado que en el año 2017 la calidad del agua superficial es muy deficiente como se puede apreciar en la ilustración 6, estando clasificada según la clasificación dada por el Ministerio de ambiente como muy mala ya que los valores obtenidos en los 3 reportes del año 2017 reflejan un clasificación entre 0-0.25 estando en el color rojo el cual es una asignación de muy malo recibiendo una calificación ICAU de 0, por otra parte en el año 2019 se refleja una leve mejoría, sin embargo en el reporte JAMBR el cual es el primero del años 2019 se ve que aun la situación del humedal es mala pues el valor de 0.32 según la escala ICA IDEAM estaría en un rango de color naranja el cual es una calificación de mala con una ponderación de 0.3. En el segundo reporte del año se observa mejorías pues el valor ICA obtenido en este informe es de 0.65 lo cual lo clasifica como regular en la escala de color Amarilla esta tendencia a la mejora se mantiene hasta el informe JAMBAJ en donde se observa el segundo mejor valor obtenido en este humedal con un valor de 0.71 lo cual lo clasifica en el color verde dándole una ponderación de 0.8.

Sin embargo, después de esto se refleja un claro deterioro pues en los siguientes 5 informes se observa que la calificación ICA para estos está dentro de la escala naranja malo, lo cual los deja con una calificación ICA de 0.3, sin embargo en el reporte JAMSEC2 se presenta una nueva mejoría en la calidad del agua superficial clasificándose dentro del rango regular con una ponderación de 0.5, para el reporte JAMSEC 1 se ve el mejor resultado del indicador de calidad de agua superficial para el humedal Juan Amarillo, pues en este caso se obtuvo un dato de 0.75 lo cual deja este reporte en la sección de Aceptable de color verde con una calificación ICA de 0.8 finalmente se mantiene una tendencia entre regular y malo en los siguientes informes por lo cual se aprecia que en general la calidad del agua superficial en este humedal es malo , esto se puede atribuir a la presencia de grasas y aceites en las aguas del humedal, lo cual afecta de forma significativa la calidad del agua

Humedal Jaboque

Como se muestra en la ilustración 11 se muestran los informes enviados por la SDA utilizados para hallar en indicador de calidad del agua superficial para el año 2017 designados con la numeración 1304, 1303 y 1665. Para el año 2019 se utilizaron los ICAS suministrados por la SDA a través del “Informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en los parques ecológicos distritales de humedal PEDH 2019-2020” en donde se les asigno el nombre del ICA encontrado según el punto donde se realizó la muestra.

En la tabla 17 se puede ver los informes dados por parte de la SDA (1304, 1303, 1665) en donde se realizaron las mediciones y se obtuvieron los datos necesarios para poder realizar el índice de calidad de agua superficial, para el año 2019 se utilizaron los puntos de monitoreo (JAB-CAI, JAB-SC- JAB-BR, JAB-TER, JAB-ISI, JAB-REB, JAB-ISI2, JAB-ISI3, JAB-CAI-JAB-CR1, JAB-BRV) dados por la SDA en el documento de “Informe De Calidad Del Agua Superficial

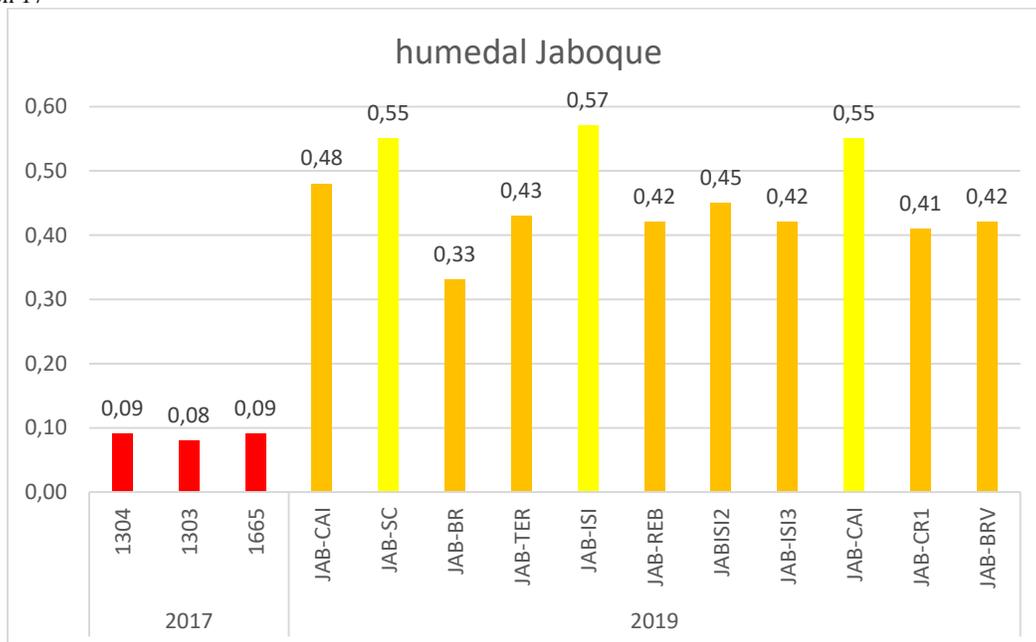
Y Comunidades Hidrobiológicas En Los Parques Ecológicos Distritales De Humedal (PEDH)
2019-2020”

Tabla 5. Resultados ICA

	2017			2019										
informe	1304	1303	1665	JAB-CAI	JAB-SC	JAB-BR	JAB-TER	JAB-ISI	JAB-REB	JAB-ISI2	JAB-ISI3	JAB-CAI	JAB-CR1	JAB-BRV
humedal Jaboqu e	0,91	0,08	0,09	0,48	0,55	0,33	0,43	0,57	0,42	0,45	0,42	0,55	0,41	0,42
Clasificación humedal Jaboqu e	0	0	0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3

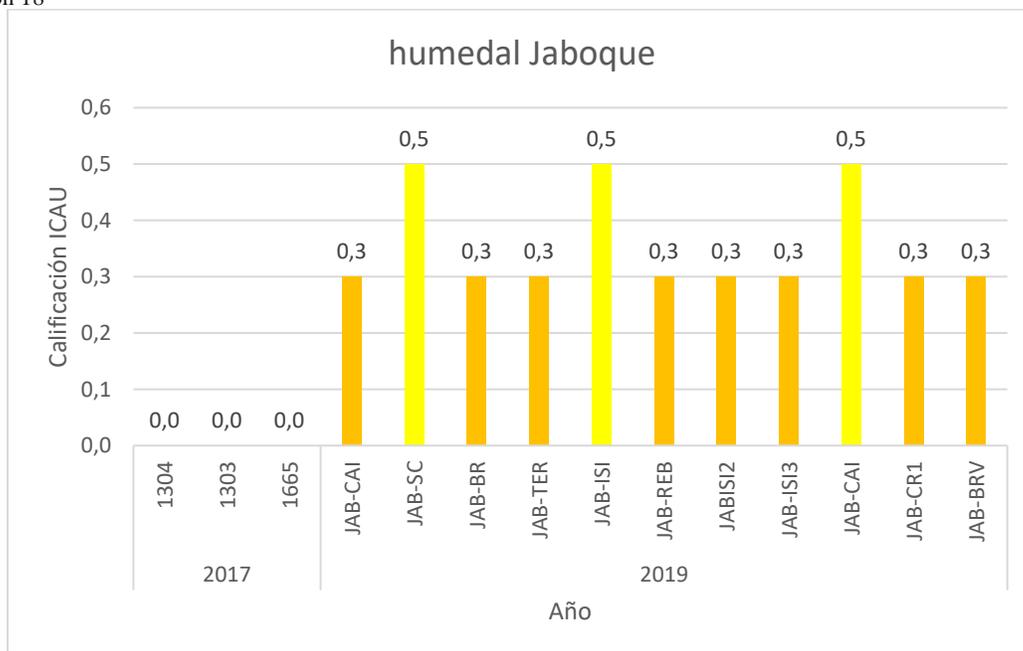
Nota. En esta tabla se muestra los resultados obtenidos del indicador de Calidad del agua superficial para el humedal Juan Amarillo en los años 2017 y 2019

Ilustración 17



A continuación, se muestra la ilustración 18 en donde se muestran los resultados obtenidos según la clasificación ICAU dada por el ministerio de Ambiente

Ilustración 18



A continuación, se muestra el estado general de la calidad del agua superficial en el humedal Jaboque representado a través de una gráfica de torta para la temporalidad 2017 - 2019 representado en la ilustración 19

Ilustración 19



Jaboque 16/08/2017 informe 1304

Ilustración 20

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha Análisis	LCT / LCM	LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.		
							3219-17	3220-17	3221-17
13	Conductividad de campo*	$\mu\text{S} / \text{cm}$	Electrométrico, SM 2510 B	2017-08-16	LCM		230 +/- 1,22	390 +/- 2,01	381 +/- 2,02
16	DBO *	$\text{mg O}_2 / \text{L}$	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-08-17	LCM 2,0		46 +/- 3,5	79 +/- 6,1	58 +/- 4,5
18	DQO *	$\text{mg O}_2 / \text{L}$	Reflujo Abierto (SM 5220 B) Modificado- menor cantidad Reactivos	2017-08-22	LCM 10,0		49,0 +/- 0,5		
9	DQO *	$\text{mg O}_2 / \text{L}$	Reflujo Cerrado – Colométrico, SM 5220 D	2017-08-18	LCM 70,0			103 +/- 18	173 +/- 31,0
27	Fósforo Total*	$\text{mg P} / \text{L}$	Digestión Ácida - Acido Ascórbico, SM 4500- P B, E	2017-08-24	LCM 0,060		0,316 +/- 0,025	0,793 +/- 0,063	0,634 +/- 0,051
29	N. Total Kjeldahl*	$\text{mg N-N}_{\text{org}} / \text{L}$	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumetría, SM 4500-NOrg B y SM 4500-NH3 B, C	2017-08-24	LCM 1,0		1,7 +/- 0,1	7,8 +/- 0,4	9,2 +/- 0,4
39	Oxígeno Disuelto en campo*	$\text{mg O}_2 / \text{L}$	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-08-16	LCM		0,96 +/- 0,00	6,74 +/- 0,02	0,06 +/- 0,00
41	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-08-16	LCM		6,63 +/- 0,02	7,79 +/- 0,02	7,44 +/- 0,02
43	Sólidos Sedimentables*	$\text{mL S} / \text{L}$	Volumétrico – Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-08-18	LCM 0,1		<0,1	<0,1	1 +/- 0,05
44	Sólidos Suspendedos *	$\text{mg SS} / \text{L}$	Gravimétrico – Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-08-18	LCM 4,0		17,0 +/- 0,7	37,8 +/- 1,7	45,0 +/- 2,0
51	Surfactantes*	$\text{mg S-AAM} / \text{L}$	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16265:2009,IDT)	2017-08-17	LCM 0,40		<0,40	<0,40	<0,40
52	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-08-17	LCM 1,0		17,2 +/- 0,9	31,4 +/- 1,6	63,3 +/- 3,2
53	Coliformes Totales *	NN/P / 100 MI	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223 B	2017-08-17	LCM <1		2,2E+04 **	2,1E+05 **	1,2E+05 **

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1304 (SDA, 2017)

Ilustración 21

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha Análisis	LCT / LCM	LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.		
							3222-17	3223-17	0
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-08-16	LCM		343 +/- 1.82	475 +/- 2.52	
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-08-17	LCM	2,0	57 +/- 4,4	72 +/- 5,5	
19	DQO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado – Colorimétrico, SM 5220 D	2017-08-18	LCM	70,0	123 +/- 22	182 +/- 33	
27	Fósforo Total*	mg-P / L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2017-08-24	LCM	0,060	0,843 +/- 0,067	1,538 +/- 0,123	
29	N- Total Kjeldahl*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumetría, SM 4500-NClrg B y SM 4500-NH3 B, C	2017-08-24	LCM	1,0	6,8 +/- 0,3	16,5 +/- 0,7	
39	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-08-16	LCM		0,08 +/- 0,00	0,18 +/- 0,00	
41	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-08-16	LCM		9,43 +/- 0,02	7,03 +/- 0,02	
43	Sólidos Sedimentables*	mL SS / L	Volumétrico – Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-08-18	LCM	0,1	<0,1	9 +/- 0,45	
44	Sólidos Suspendidos *	mg-SST / L	Gravimétrico – Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-08-18	LCM	4,0	76,0 +/- 3,3	144,6 +/- 6,3	
51	Surfactantes*	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16265:2009.IDT)	2017-08-17	LCM	0,40	<0,40	0,58 +/- 0,07656	
52	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-08-17	LCM	1,0	47,0 +/- 2,3	57,6 +/- 2,9	
53	Coliformes Totales *	NMP / 100 MI	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223 B	2017-08-17	LCM	<1	1,7E+05 **	2,6E+05 **	

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1304B (SDA, 2017)

1. Oxígeno Disuelto

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

El cálculo de la concentración de equilibrio de oxígeno se hace a partir de la siguiente ecuación

$$\begin{aligned} \ln C^* &= -139.3441 + (157570.1/TE) - (66423080/TE^2) + (12438000000/TE^3) \\ &\quad - (862194900000/TE^4) \\ C^* &= e^{C^*} \end{aligned}$$

Promedio T=13.7°C+18.5°C+17.8°C+19.6°C+18.3°C/5=17.58°C+273.15K=290.73K

$$\begin{aligned} \ln C^* &= -139.3441 + \left(\frac{157570.1}{290.73k}\right) - \left(\frac{66423080}{290.73k^2}\right) + \left(\frac{12438000000}{290.73k^3}\right) - \left(\frac{862194900000}{290.73k^4}\right) \\ &= \\ \ln C^* &= -139.3441 + (541.98) - (785.84) + (506.15) - (120.68) = 2.2659 \\ C^* &= e^{2.2659} \\ C^* &= 9.63 \end{aligned}$$

Temperatura=

TE= T + 273.15

presión condiciones no estándar

$$P=1.001629e^{-0.00012125A}$$

P=1.00616

presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{pw}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{290.73k} - \frac{216961}{290.73K^2} = -3.92$$

$$pw = e^{-3.92}$$

$$pw = 0.01$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 17.58^\circ C + 1.17 = 18.75^\circ C + 273.15 = 291.9k$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.63 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.01}{1.00616}\right) * (1 - 291.9k * 1.00616)}{(1 - 0.01) * (1 - 291.9k)} \right]$$

$$C^p = 9.68 \left[\frac{(0.99) * (-292.69)}{(0.99) * (-290.9)} \right]$$

$$cp = 9.73$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

$$\text{Promedio OD: } 0.96 + 6.74 + 0.06 + 0.08 + 0.18 / 5 = 1.60$$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{Cp}$$

$$PS_{OD} = \frac{1.60 * 100}{9.73}$$

$$PS_{OD} = 16.44$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD})$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 16.44)$$

$$I_{OD} = 0.16$$

1. sólidos disueltos totales SST

Promedio SST: $17.0+37.8+45.0+76.0+144.6/5=64.08$

$$I_{sst} = 1 - (-0.02 + 0.003 * SST)$$

$$I_{sst} = 1 - (-0.02 + 0.003 * 64.08)$$

$$I_{sst} = 0.82 = 1$$

Si $SST \leq 4.5$ entonces $I_{sst} = 1$

Si $SST \geq 320$ entonces $I_{sst} = 0$

2. Demanda química de oxígeno DQO

Promedio DQO: $103+173+123+182/4=145.25$

Si $DQO > 80$, entonces $I_{DQO}=0.125$

3. conductividad eléctrica C.E

Promedio conductividad: $230+390+381+343+475/5=363.8$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}_{10}CE)}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}_{10}*363.8)}$$

$$I_{C:E} = -31.47 = 0$$

Cuando $I_{C:E} < 0$, entonces $I_{CE} = 0$

4. PH

Promedio pH: $6.63+7.79+7.44+9.43+7.03/5=7.66$

Si $7 < \text{pH} \leq 8$ entonces $I_{\text{pH}} = 1$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt} \right)$$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n (0.2) * (0.16 + 1 + 0.125 + 0 + 1) \right)$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt})}{m}$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (0.457)}{5} = 0.0914$$

$$ICA \text{ Promedio} = 0.09$$

Jaboque 16/08/2017 informe 1303

Ilustración 22

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha Análisis	LCT / LCM		LIMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.		
								3192-17	3193-17	3194-17
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-08-16	LCM			549 +/- 2,74	546 +/- 2,73	437 +/- 2,18
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500 O.G	2017-08-17	LCM	2,0		52,2 +/- 4	62 +/- 4,8	16,4 +/- 1,3
19	DQO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 D	2017-08-18	LCM	70,0		294 +/- 53	106 +/- 19	137 +/- 24
27	Fósforo Total*	mg-P / L	Digestión Ácida - Acido Ascórbico, SM 4500-P.B.E	2017-08-22	LCM	0,060		3,376 +/- 0,270	2,132 +/- 0,171	1,015 +/- 0,081
29	N- Total Kjeldahl*	mg N-N ₂ / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrica, SM 4500-NOig B y SM 4500-NH3 B.C	2017-08-24	LCM	1,0		30,7 +/- 1,4	20,9 +/- 0,9	14,1 +/- 0,6
39	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O.G)	2017-08-16	LCM			1,10 +/- 0,004	0,05 +/- 0,000	2,13 +/- 0,008
41	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺ H)	2017-08-16	LCM			7,09 +/- 0,019	7,15 +/- 0,02	7,11 +/- 0,019
43	Sólidos Sedimentables*	mL SS / L	Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-08-23	LCM	0,1		0,4 +/- 0,02	<0,1	<0,1
44	Sólidos Suspendidos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-08-18	LCM	4,0		1040 +/- 4,6	6,5 +/- 0,3	<4,0
51	Surfactantes*	mg SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16265 2009, IDT)	2017-08-17	LCM	0,40		1,57 +/- 0,2070	1,70 +/- 0,2244	0,55 +/- 0,0726
52	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-08-17	LCM	1,0		55,0 +/- 2,7	12,8 +/- 0,6	6,7 +/- 0,3
53	Coliformes Totales *	NMP / 100 ML	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223 B	2017-08-17	LCM	<1		>24E+06 **	>24E+06 **	1,5E+05 **

Temperatura agua	° C	<40	16,0	16,4	17,5
------------------	-----	-----	------	------	------

Temperatura agua	° C	<40	17,1	
------------------	-----	-----	------	--

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1303(SDA, 2017)

Ilustración 23

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha Análisis	LCT / LCM	LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS N°.		
							3195-17	0	0
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Electrométrico, SM 2510 B	2017-08-16	LCM		408	+/- 2,04	
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2017-08-17	LCM	2,0	60	+/- 4,6	
19	DQO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado – Colorimétrico, SM 5220 D	2017-08-18	LCM	70,0	103	+/- 18	
27	Fósforo Total*	mg-P/L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2017-08-22	LCM	0,060	0,570	+/- 0,046	
29	N- Total Kjeldahl*	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumetría, SM 4500-NOrg B y SM 4500-NH3 B, C	2017-08-24	LCM	1,0	6,7	+/- 0,3	
39	Oxígeno Disuelto en campo*	mg O ₂ / L	Electrodo de membrana (4500-O G)	2017-08-16	LCM		0,6	+/- 0,002	
41	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺)	2017-08-16	LCM		6,93	+/- 0,019	
43	Sólidos Sedimentables*	mL SS / L	Volumétrico – Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-08-23	LCM	0,1	<0,1		
44	Sólidos Suspendidos *	mg-SST / L	Gravimétrico – Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-08-18	LCM	4,0	9,0	+/- 0,4	
51	Surfactantes*	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo, NEN-ISO-16252 (CFA) (ISO 16265-2009-IDT)	2017-08-17	LCM	0,40	<0,40		
52	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-08-17	LCM	1,0	5,5	+/- 0,3	
53	Coliformes Totales *	NMP / 100 ML	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223 B	2017-08-17	LCM	<1	1,7E+05	**	

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1303B (SDA, 2017)

1. Oxígeno disuelto OD

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{\left(1 - P_w\right) * (1 - \theta)} \right]$$

$$\begin{aligned} \ln C^* = & -139.3441 + (157570.1/TE) - (66423080/TE^2) + (12438000000/TE^3) \\ & - (862194900000/TE^4) \end{aligned}$$

Temperar promedio: $16.0+16.4+17.5+17.1/4= 16.75^\circ\text{C}+273.15\text{k}=289.9$

$$\begin{aligned} \ln C^* = & -139.3441 + (157570.1/289.9\text{k}) - (66423080/289.9\text{k}^2) + \\ & (12438000000/289.9\text{k}^3) - (862194900000/289.9\text{k}^4)=2.27 \end{aligned}$$

$$C^* = e^{2.27}$$

$$C^* = 9.67$$

Temperatura=

$$TE = T + 273.15$$

Presión condiciones no estándar

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A}$$

$$P = 1.00616$$

Presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{P_w}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{289.9k} - \frac{216961}{289.9^2}$$

$$P_w = e^{-3.97}$$

$$P_w = 0.01$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 16.75^\circ\text{C} + 1.17 = 17.92 + 273.15 = 291.07k$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.67 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.01}{1.00616}\right) * (1 - 291.07k * 1.00616)}{(1 - 0.01) * (1 - 291.07k)} \right]$$

$$C_p = 9.72 \left[\frac{(0.99) * (-291.86)}{(0.99) * (-290.07)} \right]$$

$$Cp = 9.77$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

$$\text{Promedio OD: } 1.10 + 0.05 + 2.13 + 0.6 / 4 = 0.97$$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{Cp}$$

$$PS_{OD} = \frac{0.97 * 100}{9.77}$$

$$PS_{OD} = 9.92$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD})$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 9.92) = 0.09$$

$$I_{OD} = 0.09$$

2. sólidos disueltos totales SST

$$\text{Promedio SST: } 1040 + 6.5 + 4.0 + 9.0 / 4 = 264.87$$

$$I_{sst} = 1 - 0.02 + 0.003 * 264.87 = 0.22 = 1$$

3. Demanda química de oxígeno DQO

$$\text{Promedio DQO: } 294 + 106 + 137 + 103 / 4 = 160 = 0.125$$

Si DQO > 80, entonces $I_{DQO} = 0.125$

4. Conductividad eléctrica C.E

$$\text{Promedio C.E: } 549 + 546 + 437 + 408 / 4 = 485$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \text{Log}_{10} CE)}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \text{Log}_{10} * 485)}$$

$$I_{C:E} = -46.74 = 0$$

Cuando $I_{C:E} < 0$, entonces $I_{CE} = 0$

5. pH

Promedio pH: $7.09+7.15+7.11+6.93/4=7.07=1$

Si $7 < \text{pH} \leq 8$, entonces $I_{ph}=1$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt} \right)$$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n (0.2) * (0.09 + 1 + 0.125 + 0 + 1) \right)$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n (0.443))}{5}$$

$$ICA \text{ Promedio} = 0.088$$

Jaboque 11/10/2017 informe 1665

Ilustración 24

Nº	PARÁMETRO	UNIDADES	Método Analítico	Fecha Análisis	LCT / LCM		LÍMITE NORMATIVIDAD	MUESTRAS Nº.			
								4498-17		4499-17	
13	Conductividad de campo*	µS / cm	Potenciométrico, SM 2510 B	2017-10-11	LCM			317		342	
16	DBO *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O-G	2017-10-12	LCM	2,0		12,6	+/- 1,0	21,3	+/- 1,6
19	DOO *	mg O ₂ / L	Reflujo Cerrado - Colorimétrico, SM 5220 D	2017-10-12	LCM	70		183	+/- 33,0	150	+/- 27,0
27	Fósforo Total*	mg-P / L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P-B, E	2017-10-12	LCM	0,060		1,01	+/- 0,081	1,02	+/- 0,081
29	N- Total Kjeldahl (NTK)*	mg N-N _{tot} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumetría, SM 4500-N _{tot} -B y SM 4500-NH ₄ -B, C	2017-10-18	LCM	1,0		9,7	+/- 0,4	9,9	+/- 0,4
41	Oxígeno Disuelto *	mg O ₂ / L	Modificación de Azida (Winkler), SM 4500-O-C	2017-10-12	LCM	NA		8,0	+/- 0,1	8,4	+/- 0,2
44	pH en campo*	Unidades	Electrométrico (SM 4500 H ⁺ B)	2017-10-11	LCM	NA		9,32		8,14	
46	Sólidos Sedimentables*	mL SS / L	Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	2017-10-12	LCM	0,1		<0,1		<0,1	
47	Sólidos Suspendedos *	mg-SST / L	Gravimétrico - Secado a 103-105°C, SM 2540 D	2017-10-17	LCM	4,0		31,0	+/- 1,4	76,0	+/- 3,3
54	SAAM (SAN-PLUS)* Surfactantes	mg-SAAM / L	Surfactantes Aniónicos por el Método de Flujo Continuo. (ISO 16265:2009)	2017-10-12	LCM	0,40		<0,40		<0,40	
55	Turbidez *	NTU	Nefelométrico, SM 2130 B	2017-10-12	LCM	1,0		26,8	+/- 1,3	44,5	+/- 2,2
56	Coliformes Totales *	NMP / 100 mL	Ensayo de sustrato enzimático, SM 9223B	2017-10-12	LCM	<1		2,0E-02	**	2,5E-03	**

Temperatura agua*	° C	<40	19,5	19,1
-------------------	-----	-----	------	------

Nota. Imagen que muestra los resultados obtenidos por la SDA en el informe 1665 (SDA, 2017)

1. Oxígeno Disuelto

$$PSod = \frac{OX * 100}{C_p}$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$\begin{aligned} \ln C^* = & -139.3441 + (157570.1/TE) - (66423080/TE^2) + (12438000000/TE^3) \\ & - (862194900000/TE^4) \end{aligned}$$

$$C^* = e^{C^*}$$

$$\text{Temperatura promedio} = 19.5^\circ C + 19.1^\circ C = 19.3^\circ C + 273.15k = 292.45k$$

$$\begin{aligned} \ln C^* = & -139.3441 + (157570.1/292.45k) - (66423080/292.45k^2) \\ & + (12438000000/292.45k^3) - (862194900000/292.45k^4) = \\ \ln C^* = & -139.3441 + (538.79) - (776.63) + (497.27) - (117.86) \end{aligned}$$

$$\ln C^* = 2.2259$$

$$C^* = e^{2.2259}$$

$$C^* = 9.26$$

Temperatura=

$$TE = T + 273.15$$

Presión condiciones no estándar

$$P = 1.001629e^{-0.00012125A}$$

$$P = 1.00616$$

Presión parcial de vapor de agua

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{TE} - \frac{216961}{TE^2}$$

$$P_w = e^{pw}$$

$$\ln(P_w) = 11.8571 - \frac{3840.7}{292.45k} - \frac{216961}{292.45k^2} = -3.81$$

$$P_w = e^{-3.81}$$

$$P_w = 0.02$$

Factor de corrección de la temperatura

$$\theta = 19.3^\circ\text{C} + 1.17 = 20.47 + 273.15 = 293.62k$$

$$C_p = C^* * P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_w}{p}\right) * (1 - \theta p)}{(1 - P_w) * (1 - \theta)} \right]$$

$$C_p = 9.26 * 1.00616 \left[\frac{\left(1 - \frac{0.02}{1.0016}\right) * (1 - 293.62k * 1.00616)}{(1 - 0.02) * (1 - 293.62k)} \right]$$

$$C_p = 9.31 \left[\frac{(0.98) * (-294.4)}{(0.98) * (-292.62)} \right]$$

$$C_p = 9.36$$

Promedio oxígeno disuelto en campo

$$\text{Promedio OD: } 8.0 + 8.4 / 2 = 8.2$$

$$PS_{OD} = \frac{Ox * 100}{C_p}$$

$$PS_{OD} = \frac{8.2 * 100}{9.36}$$

$$PS_{OD} = 98.60$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD})$$

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * 98.60) = 0.98$$

$$I_{OD} = 0.98$$

2. Sólidos suspendidos totales SST

Promedio SST: $31.0+76.0/2=53.5$

$$I_{sst} = 1 - 0.02 + 0.003 * 53.5 = 0.81 = 1$$

3. Demanda química de oxígeno DQO

Promedio DQO: $183+150/2=166.5$

Si DQO >80, entonces $I_{DQP} = 0.125$

4. Conductividad eléctrica C.E

Promedio C.E: $317+342/2= 329.5$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}_{10}CE)}$$

$$I_{C:E} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}_{10}*239.5)}$$

$$I_{C:E} = -27.43 = 0$$

5 pH

Promedio pH: $9.32+8.14/2=8.73$

Si $8 < \text{pH} \leq 11$, entonces $I_{\text{pH}} = 1 * e^{[(\text{pH}-8)-0.5187742]} = 1.23$

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n 0.2 * (0.98 + 1 + 0.125 + 0 + 1.23) \right)$$

$$ICA \text{ Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m (0.2) * (3.335)}{5} = 0.13$$

$$ICA \text{ Promedio} = 0.13$$

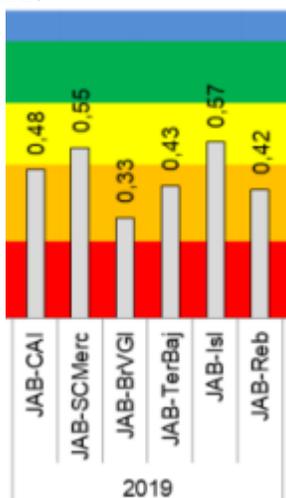
A continuación, se representa en una gráfica de torta los resultados obtenidos para la calidad del agua superficial en el humedal Jaboque en el año 2017

Ilustración 25



Jaboque 2019

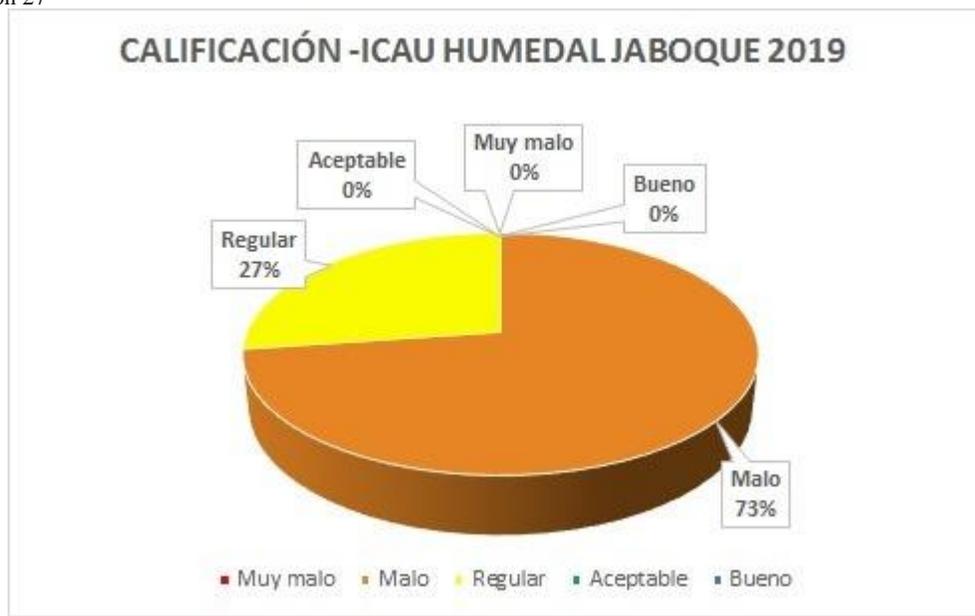
Ilustración 26



Nota. Se muestra los ICA encontrados por la SDA en el año 2019

A continuación, en la ilustración 27 se muestra la calidad del agua en el humedal Jaboque para el año 2019 representado en una gráfica de torta la cual ayuda a comprender mejor el estado de la calidad de agua en este año

Ilustración 27



Para el caso del humedal Jaboque se aprecia que en el indicador de calidad de agua superficial en general tiene una calidad del agua que va desde regular hasta muy mala en donde se aprecia que en el año 2017 el indicador de calidad de agua superficial muestra una ponderación roja muy mala con una clasificación de 0, sin embargo, para el año 2019 se ve una leve mejora en general, pues la calidad del agua para este humedal estuvo entre 0.3 y 0.5 lo cual lo deja entre regular y malo en este año.

El mejor resultado obtenido de este indicador para el caso del humedal Jaboque fue de 0.57 logrando una clasificación de 0.5, lo cual está por debajo del mejor resultado obtenido en el humedal Juan Amarillo el cual logró un registro de 0.75 lo cual logra una clasificación de 0.8 como mejor registro.

En general el ICA de los dos humedales refleja que la calidad del agua superficial de estos humedales es mala, esto puede deberse a la presencia de aceite y grasa en las aguas de estos humedales y a la conexión que tienen con el río Bogotá el cual es uno de los ríos más contaminados de la ciudad.

La presencia de gran cantidad de materia orgánica también es un factor determinante que afecta la calidad del agua de estos dos humedales, esto sumado a bajos índices de OD dan como resultado las calificaciones ICAU malas y regulares que se evidenciaron en este estudio.

En general se puede ver en la Ilustración 28 que el índice de calidad de agua superficial según la clasificación dada por el Ministerio de Ambiente está entre Regular y Mala para el humedal Jaboque.

Ilustración 28

Descriptor IDEAM	Ámbito numérico IDEAM	Color IDEAM	Calificación ICAU
Muy malo	0 – 0,25	Rojo	0
Malo	0,26 – 0,50	Naranja	0,3
Regular	0,51 – 0,70	Amarillo	0,5
Aceptable	0,71 – 0,90	Verde	0,8
Bueno	0,91 – 1,00	Azul	1,0

Nota. En esta ilustración se muestra la clasificación de los valores ICA obtenidos en el indicador de calidad del agua superficial (Secretaría de Ambiente 2018)

Ilustración 29



Nota. Grafica de torta donde se muestran los rangos ICA según la clasificación dada por el Ministerio de Ambiente para el indicador de calidad de agua superficial

Mantener una calidad de agua superficial optima es importante, pues de esto depende que los afluentes hídricos se mantengan dentro de parámetros óptimos para la vida en los mismos, en este caso se aprecia que en general la calidad de agua según el ICA para estos humedales fue muy variable pues en el humedal Juan Amarillo y en el humedal Jaboque se estableció que en la mayoría de los casos la calidad del agua es mala o regular, lo cual teniendo en cuenta el componente social afecta a la población pues los humedales de la cuenca Salitre están intercomunicados entre sí gracias a ríos y afluentes, esta contaminación en el agua propicia la generación de vectores, bacterias, hongos y malos olores, los cuales afectan a la población especialmente la que habita en los alrededores de los humedales y puede contraer enfermedades como el asma, la gripe, la neumonía, o Bronquitis (LESDASA, 2018)

Estas bacterias y hongos que se producen cuando existe una calidad de agua desfavorable se alimentan principalmente de elevados niveles de materia orgánica, como resultado de este proceso se producen gases fétidos (LESDASA, 2018). Esto sumado a las partículas de agua que

son diseminadas en el aire dan como resultado que la población circundante a los humedales se vea gravemente afectada

Porcentaje De Espacio Público Efectivo Por Habitante (EPEH)

En el caso del espacio público en la mayoría de los caso se encontraron los reportes técnicos de indicador de espacio público efectivo elaborado año a año por la Alcaldía Mayor de Bogotá, desde el año 2016 en donde se especifica el EPE de cada localidad de la ciudad de Bogotá, para los años 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 se recurrió a otros informes presentados por las alcaldías de las localidades, otras entidades oficiales u otros autores que trabajaron con el espacio público en estas localidades de la ciudad, en la Ilustración 30 se aprecia el resultado del indicador EPE con relación a los espacios públicos efectivos de la localidad de Suba y Engativá con respecto al porcentaje de área verde de cada humedal.

Ilustración 30

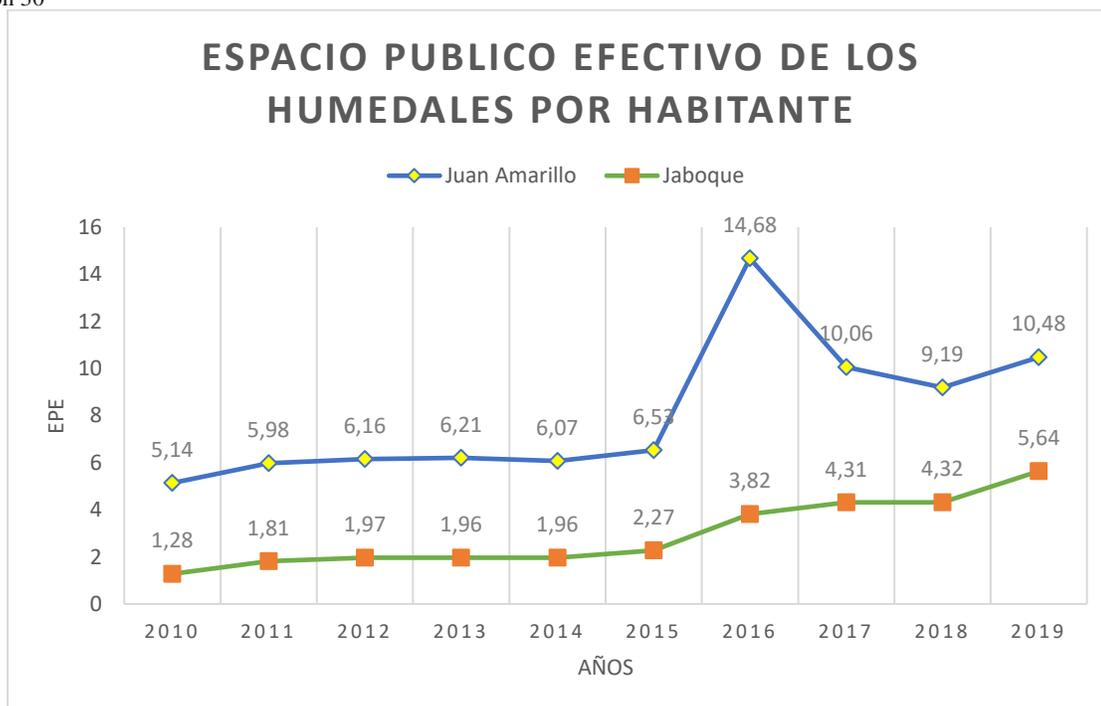


Tabla 61. Espacio público efectivo

Humedal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Juan Amarillo	5,14	5,98	6,16	6,21	6,07	6,53	14,68	10,06	9,19	10,48
Jaboque	1,28	1,81	1,97	1,96	1,96	2,27	4,31	4,31	4,32	5,64
Clasificación humedal Juan Amarillo	0,8	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1
Clasificación humedal Jaboque	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,8

Nota. En esta tabla se muestra los resultados obtenidos del indicador de espacio público efectivo por habitante en años.

En la ilustración 31 se muestran los resultados teniendo en cuenta la clasificación dada por el ministerio de Ambiente para el indicador de espacio público efectivo del Humedal.

Ilustración 31

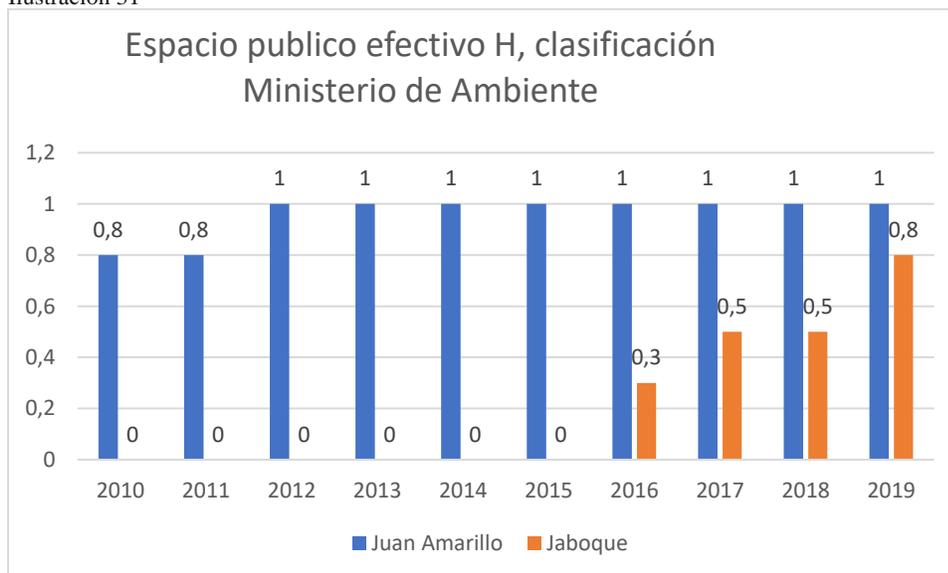


Tabla 72. Valores de referencia EPE

VALOR DE REFERENCIA	CALIFICACIÓN
Menor o igual a 3,00 m ² /habitante	0
Entre 3,01 y 4,00 m ² /habitante	0,3
Entre 4,01 y 5,00 m ² /habitante	0,5
Entre 5,01 y 6,00 m ² /habitante	0,8
Mayor a 6,00 m ² /habitante	1

Nota. (secretaria de Ambiente, 2018) Esta tabla muestra los valores de referencia en donde se clasifican los resultados obtenidos de espacio público efectivo por habitante

Humedal Juan Amarillo 2010

Población de suba: 1'044.006 hab

Población Engativá: 795.105 hab

Población total= 1'044.006hab+795.105hab=1'839.111hab

EPE suba= 3.20m²/hab

EPE= Engativá= 3.15m²/hab

EPE Total= 3.20m²/hab+3.15m²/hab=6.35m²/hab

EPEH= espacio público efectivo – AVUpc/población =

EPEH= 6.35m²/hab- 1.21m²/hab=5.14m²/hab

Humedal Jaboque 2010

Población Engativá: 795.105 hab

EPE= Engativá= 3.15m²/hab

EPE = espacio público efectivo – AVUpc

EPEH= 3.15m²/hab- 1.87m²/hab

EPEH= 1.28m²/hab

Humedal Jaboque 2010

Población Engativá: 795.105 hab

EPE= Engativá= 3.15m²/hab

EPE = espacio público efectivo – AVU_{pc}

EPEH= 3.15m²/hab- 1.87m²/hab

EPEH= 1.28m²/hab

Humedal Jaboque 2011

Población Engativá: 843.722 hab

EPE Engativá= 3.56m²/hab

EPE= espacio público efectivo – AVU_{pc}=

EPEH= 3.56m²/hab- 1.75m²/hab= 1.81m²/hab

Humedal Juan Amarillo 2012

Población de suba: 1'094.488hab

Población Engativá: 851.270 hab

Población total= 1'094.488hab+851.270hab=1'945.758

EPE suba= 3.6 m²/hab

EPE= Engativá= 3.7m²/hab

EPE Total= 3.6m²/hab+ 3.7m²/hab= 7.3m²/hab

EPE= espacio público efectivo – AVU_{pc}=

EPEH= 7.3m²/hab- 1.14m²/hab=6.16m²/hab

Humedal Jaboque 2012

Población Engativá: 851.270 hab

EPE= Engativá= 3.7m²/hab

EPE= espacio público efectivo – AVU_{pc}=

EPEH= 3.7m²/hab- 1.73m²/hab=1.97m²/hab

Humedal Juan Amarillo 2013

Población suba: 1'157.514 hab

Población Engativá: 856.996 hab

Población total: $1'157.514\text{hab} + 856.996\text{hab} = 2'014.510\text{hab}$

EPE Suba: $3.63\text{m}^2/\text{hab}$

EPE Engativá: $3.68\text{m}^2/\text{hab}$

EPE total: $3.63\text{m}^2/\text{hab} + 3.68\text{m}^2/\text{hab} = 7.31\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= espacio público efectivo- AVUpc

EPEH= $7.31\text{m}^2/\text{hab} - 1.10\text{m}^2/\text{hab} = 6.21\text{m}^2/\text{hab}$

Humedal Jaboque 2013

Población Engativá: 856.996 hab

EP: $3.68\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= espacio público efectivo – AVUpc=

EPEH= $3.68\text{m}^2/\text{hab} - 1.72\text{m}^2/\text{hab} = 1.96\text{m}^2/\text{hab}$

Humedal Juan Amarillo 2014

Población suba: 1'188.071 hab

Población Engativá: 862.557 hab

Población total= $1'188.071\text{hab} + 862.557\text{hab} = 2'050.628\text{hab}$

EPE Suba= $3.59\text{m}^2/\text{hab}$

EPE Engativá= $3.56\text{m}^2/\text{hab}$

EPE total= $3.59\text{m}^2/\text{hab} + 3.56\text{m}^2/\text{hab} = 7.15\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= espacio público efectivo – AVUpc

EPEH= $7.15\text{m}^2/\text{hab} - 1.08\text{m}^2/\text{hab} = 6.07\text{m}^2/\text{hab}$

Humedal Jaboque 2014

Población Engativá= 3.56 m²/hab

EPE= 3.56m²/hab

EPE= espacio público efectivo- AVUpc

EPEH= 3.56m²/hab- 1.71m²/hab= 1.85m²/hab

Humedal Juan Amarillo 2015

Población Suba: 1'219.135 hab

Población Engativá: 867.976hab

Población: 1'219.135+867.976=2'087.111hab

EPE suba:

EPE Engativá:

EPE= Ep suba+ EP Engativá

EPE=3.59 m²/hab+4m²/hab=7.59m²/hab

EPE Total= espacio público efectivo – Avupc

EPEH=7.59m²/hab-1.06m²/hab=6.53

Humedal Jaboque 2015

Población Engativá: 867.976hab

EP=4m²

EPE=espacio público efectivo – Avupc

EPEH=4m²/hab-1.73m²/hab=2.27m²/hab

Humedal Juan Amarillo 2016

Población suba: 1'250.734hab

Población Engativá: 873.243 hab

Población: $1'250.734+873.243= 2'123.977\text{hab}$

EPE suba: $10.17\text{m}^2/\text{hab}$

EPE Engativá: $5.55\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= EP suba+ EP Engativá=

$EPE=10.17\text{m}^2/\text{hab}+5.55\text{m}^2/\text{hab}=15.72\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= espacio público – AvupC

$EPEH=15.72\text{m}^2/\text{hab}-1.04=14.68\text{m}^2/\text{hab}$

Humedal Jaboque 2016

Población Engativá: 873.243 hab

EP: $5.55\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= espacio público efectivo – Avupc

$EPEH=5.55\text{m}^2/\text{hab}-1.73\text{m}^2/\text{hab}=3.82\text{m}^2/\text{hab}$

Humedal Juan Amarillo 2017

Población suba: $1'282.978\text{hab}$

Población Engativá: 878.434 hab

Población $1'282.978+878.434= 2'161.412\text{hab}$

EPE suba= $5.10\text{ m}^2/\text{hab}$

EPE Engativá= $5.99\text{m}^2/\text{hab}$

EPE total= $5.10\text{m}^2/\text{hab}+ 5.99\text{m}^2/\text{hab}= 11.09\text{m}^2/\text{hab}$

EPE= espacio público – AVUpC

$EPEH= 11.09\text{m}^2/\text{hab}- 1.03\text{m}^2/\text{hab}=10.06\text{m}^2/\text{hab}$

Humedal Jaboque 2017

Población Engativá: 878.434 hab

EPE Engativá= 5.99m²/hab

EPE= espacio público – AVUpc

EPEH= 5.99m²/hab- 1.68m²/hab=4.31m²/hab

Humedal Juan Amarillo 2018

Población suba: 1'315.509 hab

Población Engativá: 883.319 hab

Población total= 1'315.509hab+883.319hab=2'198.828hab

EPE suba= 4.22m²/hab

EPE Engativá= 5.99m²/hab

EPE total= 4.22m²/hab+ 5.99m²/hab= 10.21m²/hab

EPE= espacio público – AVUpc

EPEH= 10.21m²/hab- 1.013m²/hab= 9.197m²/hab

Humedal Jaboque 2018

Población Engativá: 883.319 hab

EPE Engativá= 5.99m²/hab

EPE= espacio público efectivo – AVUpc

EPEH= 5.99m²/hab-1.67m²/hab=4.32m²/hab

Humedal Juan Amarillo 2019

Población suba: 1'348.372hab

Población Engativá: 887.886hab

Población total= 1'348.372hab+887.886hab=2'236.258hab

EPE suba= 4.17m²/hab

EPE Engativá= 7.30m²/hab

$$\text{EPE total} = 4.17\text{m}^2/\text{hab} + 7.30\text{m}^2/\text{hab} = 11.47\text{m}^2/\text{hab}$$

$$\text{EPE} = \text{espacio público efectivo} - \text{AVUpc}$$

$$\text{EPEH} = 11.47\text{m}^2/\text{hab} - 0.99\text{m}^2/\text{hab} = 10.48\text{m}^2/\text{hab}$$

Humedal Jaboque 2019

$$\text{Población Engativá: } 887.886\text{hab}$$

$$\text{EPE Engativá} = 7.30\text{m}^2/\text{hab}$$

$$\text{EPE} = \text{espacio público efectivo} - \text{AVUpc}$$

$$\text{EPEH} = 7.30\text{m}^2/\text{hab} - 1.66\text{m}^2/\text{hab} = 5.64\text{m}^2/\text{hab}$$

Se puede apreciar que en ambos humedales se tiene una tendencia al incremento en el espacio público efectivo que está en las zonas de influencia de los humedales en este caso para el humedal Juan Amarillo sus áreas de influencia comprenden las localidades de Suba y Engativá, mientras que para el humedal Jaboque el área de influencia comprende la localidad de Engativá. Para dar validez a este indicador se restó el porcentaje de áreas verdes de los humedales menos el espacio público efectivo reportado para estas localidades, esto con el propósito de demostrar que el área de estos humedales es importante para estas localidades y sirve como aporte al espacio público efectivo.

Se puede entender que este crecimiento en los espacios públicos efectivos se debe al proceso de expansión y urbanización de la ciudad, pues recordemos que el espacio público efectivo según el observatorio del espacio público de Bogotá es entendido como “la relación entre el Espacio Público Efectivo frente a la población habitante; se define Espacio Público Efectivo como el *“espacio público de carácter permanente, conformado por zonas verdes, parques, plazas y plazoletas”* (Observatorio del espacio público de Bogotá, 2021). Teniendo esto en cuenta al presentarse una urbanización se generan espacios nuevos que antes no existían como

lo son los parques o plazoletas en especial en el caso de la construcción de conjuntos residenciales en donde se generan parques que son denominados por la secretaria de recreación y deporte como parques de bolsillo los cuales son áreas libres a escala vecinal y que cuentan con un área inferior a 1.000m² destinadas principalmente a la recreación de niños y personas de la tercera edad según lo dictado en el artículo 243 del decreto 190 de 2004. Ahora bien, al presentarse esta expansión que en su mayoría es de carácter residencial también incentiva la generación de comercio y la necesidad de crear nuevos espacios para albergar este comercio, por lo cual se ve también la aparición de plazas y plazoletas en donde las personas se reúnen con el fin de tener un espacio de recreación y deporte.

Los humedales están dentro de lo que es considerado como espacio público efectivo, pues son zonas verdes que no solo son ecosistemas de gran valor, si no también son espacios que pueden ser utilizados para la recreación y el deporte de forma responsable y sostenible en donde las personas los pueden utilizar como un espacio para la contemplación, la reflexión o la meditación, y en general para la recreación pasiva de todos aquellos que visitan estos ecosistemas; esta es una de las razones por la cual se debe procurar e incentivar la preservación de estos ecosistemas.

En este caso se observa como en el caso del humedal Juan Amarillo entre los años 2010 y 2011 tiene índice de EPE que se clasifica en 0.8 según la tabla de clasificación de este indicador, mientras que a partir del año 2012 los valores dados por el indicador muestran que estarían en una clasificación de 1 lo que es el valor de referencia máximo por este indicador por lo cual se infiere que está en un rango óptimo

Por otro lado, en el humedal Jaboque se evidencia un caso contrario en donde los valores obtenidos en el indicador muestran que entre los años 2010 a 2015 la clasificación sería de 0

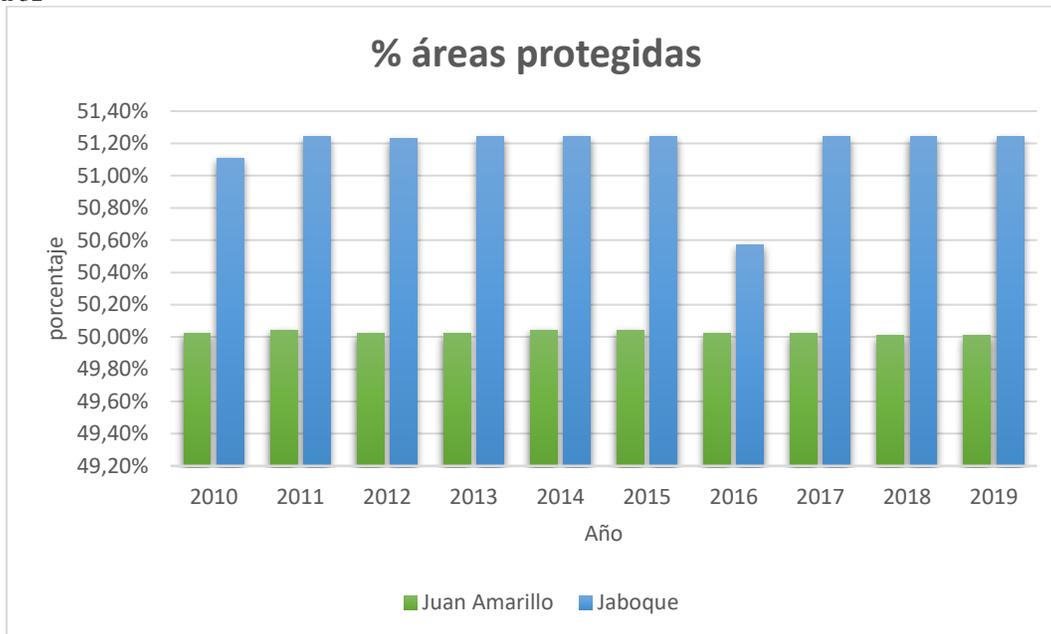
mientras que los años 2016 a 2019 la clasificación sería 0.8 por lo cual se evidenciaría una clara mejoría para este indicador.

En el caso de los espacios públicos efectivos son espacios que las personas utilizan como lugares de recreación y descanso, si se tiene en cuenta que los humedales por ser zonas verdes están dentro de estos espacios públicos a los cuales la gente tiene derecho de disfrutar de una forma sostenible en donde no se ve afectado el medio ambiente de tal forma que se puedan realizar caminatas y recorridos guiados con el fin de apreciar la flora y fauna que habita en estos lugares, como forma de ejercicio o simplemente en busca de paz e inspiración, es posible entender que los humedales son parte fundamental de la dinámica de la ciudad y de la recreación y el deporte de los ciudadanos, pues estos son zonas que se acoplan a estas actividades, además de ser lugares que aportan a la meditación, contribuyen con el mejoramiento paisajístico de la zona y son ideales para la toma de fotografías entre otras actividades de recreación y deporte.

Porcentaje De Áreas Protegidas

En la ilustración 32 se puede ver el resultado obtenido en el caso del indicador de áreas protegidas para los humedales Juan Amarillo y Jaboque

Ilustración 32



En la ilustración 33 se muestra los resultados obtenidos para el indicador de porcentaje de áreas protegidas para los humedales Juan Amarillo y Jaboque, teniendo en cuenta la clasificación dada por el Ministerio de Ambiente

Ilustración 33

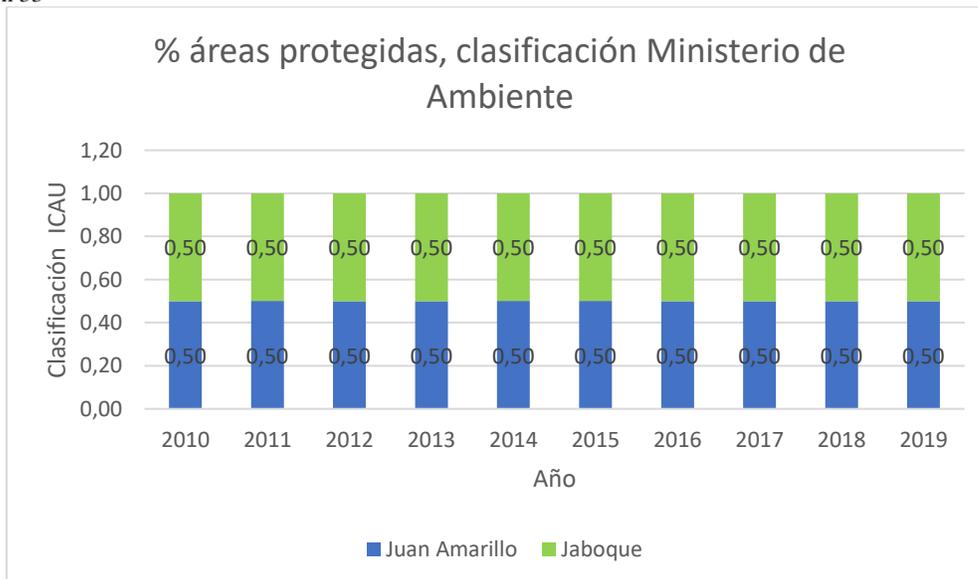


Tabla 8. Porcentaje de áreas protegidas por habitante

Humedales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Juan Amarillo	50,02 %	50,04 %	50,02 %	50,02 %	50,04 %	50,04 %	50,02 %	50,02 %	50,01 %	50,01 %
Jaboque	51,11 %	51,24 %	51,23 %	51,24 %	51,24 %	51,24 %	50,57 %	51,24 %	51,24 %	51,24 %
Calificación Juan Amarillo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Calificación Jaboque	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Nota. En esta tabla se muestra los resultados obtenidos del indicador de porcentaje de áreas protegidas especificadas por año

Tabla 9. valores de referencia para porcentaje de áreas verdes protegidas

VALOR DE REFERENCIA	CALIFICACIÓN
Menor o igual al 40% de la superficie total de áreas protegidas y Estrategias complementarias de conservación urbanas incluidas en el POT, frente al total de áreas incluidas en el POT.	0
Entre 40,01-50% de la superficie total de áreas protegidas y Estrategias complementarias de conservación urbanas incluidas en el POT, frente al total de áreas incluidas en el POT.	0,3
Entre el 50,01 y el 60% de la superficie total de áreas protegidas y Estrategias complementarias de conservación urbanas incluidas en el POT, frente al total de áreas incluidas en el POT.	0,5
Entre el 60,01 y el 70% de la superficie total de áreas protegidas y Estrategias complementarias de conservación urbanas incluidas en el POT, frente al total de áreas incluidas en el POT.	0,8
Mayor al 70% de la superficie total de áreas protegidas y Estrategias complementarias de conservación urbanas incluidas en el POT, frente al total de áreas incluidas en el POT.	1

Nota. Esta tabla muestra la clasificación que se debe seguir para evaluar los valores del indicador de % de áreas protegidas (secretaría de Ambiente, 2018)

Humedal Jun Amarillo 2010

$$APEPE = 222.76 \text{ ha} =$$

$$APEPOT = 222.76 \text{ ha} = 2'227.600 \text{ m}^2$$

$$APEUP = \frac{222.76 \text{ ha}}{222.76 \text{ ha} + 222.581 \text{ ha}} * 100 = 50.02\%$$

Humedal Jaboque 2010

$$APEPE = 151.9 \text{ ha}$$

APEPOT= 148.71ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148.71ha + 148.434ha} * 100 = 51.11\%$$

Humedal Juan Amarillo 2011

APEPE= 222.76ha

APEPOT=222.58ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.58ha + 222.581ha} * 100 = 50.04\%$$

Humedal Jaboque 2011

APEPE= 151.9ha

APEPOT= 148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

Humedal Juan Amarillo 2012

APEPE=222.76ha

APEPOT= 222.76ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.76ha + 222.581ha} * 100 = 50.02\%$$

Humedal Jaboque 2012

APEPE= 151.9ha

APEPOT= 148.07ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148.07ha + 148.434ha} * 100 = 51.23\%$$

Humedal Juan Amarillo 2013

APEPE= 222.76ha

APEPOT=222.76ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.76ha + 222.581ha} * 100 = 50.02\%$$

Humedal Jaboque 2013

APEPE=151.9ha

APEPOT=148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

Humedal Juan Amarillo 2014

APEPE= 222.76ha

APEPOT= 222.5ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.5ha + 222.581} * 100 = 50.04\%$$

Humedal Jaboque 2014

APEPE= 151.9ha

APEPOT=148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

Humedal Juan Amarillo 2015

APEPE=222.76ha

APEPOT=222.5

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.5ha + 222.581ha} * 100 = 50.04\%$$

Humedal Jaboque 2015

APEPE=151.9ha

APEPOT=148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

Humedal Juan Amarillo 2016

APEPE=222.76ha

APEPOT=222.76ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.76ha + 222.581} * 100 = 50.02\%$$

Humedal Jaboque 2016

APEPE=151.9ha

APEPOT= 151.9 ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{151.9ha + 148.434ha} * 100 = 50.57\%$$

Humedal Jun Amarillo 2017

APEPE= 222.76ha

APEPOT=222.76ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.76ha + 222.581ha} * 100 = 50.02\%$$

Humedal Jaboque 2017

APEPE=151.9ha

APEPOT=148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

Humedal Juan Amarillo 2018

APEPE= 222.76ha

APEPOT= 222.80ha

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.80ha + 222.581ha} * 100 = 50.01\%$$

Humedal Jaboque 2018

APEPE=151.9ha

APEPOT=148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

Humedal Juan Amarillo 2019

APEPE=222.76ha

APEPOT=222.80

$$APEUP = \frac{222.76ha}{222.80ha + 222.581ha} * 100 = 50.01\%$$

Humedal Jaboque 2019

APEPE= 151.9ha

APEPOT= 148ha

$$APEUP = \frac{151.9ha}{148ha + 148.434ha} * 100 = 51.24\%$$

En el caso de este indicador como no se contaba con planes de manejo ambiental actualizados, ya que estos para los humedales Juan Amarillo y Jaboque son bastante antiguos 2010 y 2006 respectivamente, se trabaja bajo la hipótesis de que los humedales no han cambiado las zonas consideradas como áreas protegidas. También se debe tener en cuenta que el POT vigente para esta temporalidad en la ciudad de Bogotá tuvo una vigencia de 12 años el cual abarco las administraciones de los alcaldes Luis Eduardo Garzón (2004-2007), Samuel Moreno

Rojas (2008-2011, con el encargo de la Dra. Clara López Obregón de junio a diciembre de 2011), Gustavo Petro Urrego (2012-2015) y Enrique Peñalosa 2016 a 2019.

Se toman como referencia los datos de la extensión de los humedales los cuales fueron usados en el indicador de las “áreas verdes por habitante”. Con el fin de poder ajustar un poco más el indicador a un contexto real, de tal forma que se pueda demostrar si con el pasar del tiempo ha ocurrido un cambio en el porcentaje de áreas protegidas en estos humedales de la ciudad de Bogotá.

Sin embargo se puede apreciar que no se presenta un mayor cambio en estas zonas de protección ambiental, en donde se refleja el mayor cambio es en el humedal Jaboque que en el año 2016 perdió un punto con respecto al resto de años, esto se puede deber a que en este año el humedal sufrió algún tipo de invasión que hizo que su área se viera parcialmente reducida, lo cual se reflejó en este indicador ya que se ve vio afectada su área protegida; si bien el área protegida para el caso de estudio es el mismo se presenta una variación en la extensión que tenía el humedal para ese año.

Esto también se refleja a la hora de realizar la clasificación de los valores obtenidos en los dos humedales pues en todos los años los valores registrados dan como resultado una clasificación de 0.5 lo cual es un valor medio en esta escala dada por el ministerio de ambiente, que si bien es un buen valor aún podría mejorar.

Cabe recordar que los humedales son zonas protegidas en donde está prohibido realizar acciones que generen impactos ambientales negativos, como por ejemplo urbanizar, arrojar basuras o escombros, hacer quemas, etc. Sin embargo, está permitido realizar caminatas o visitarlos siempre y cuando se tengan las medidas necesarias como no arrojar basura en el recorrido, no perturbar la flora o fauna local, entre otras.

Las estrategias de preservación urbana que existen actualmente en cada humedal según sus planes de manejo ambiental son las siguientes:

En el caso del humedal Juan Amarillo son:

Gestión institucional el cual consta en el fortalecimiento de la gestión institucional para la recuperación y la conservación del humedal, La investigación participativa la cual busca generar conciencia e información física y bio-ecológica en los humedales de la ciudad de Bogotá, así como en sus sistemas hídricos asociados, apropiación social del humedal Juan Amarillo como patrimonio público y por último la recuperación, protección y compensación dentro del humedal (Alcaldía Mayor de Bogotá 2010).

En cuanto al humedal Jaboque son:

Estrategias de investigación participativa y aplicada, la educación, comunicación, y participación ciudadana, la compensación y protección incluyendo el manejo y uso sostenible del humedal, así como la gestión interinstitucional. (acueducto de Bogotá, 2006)

Porcentaje De Población Vinculada A Estrategias De Educación Ambiental En Áreas Urbanas

A continuación, se presentan la relación de los datos obtenidos de la población que participa en estrategias de educación ambiental en relación con los humedales Juan Amarillo y Jaboque correspondientes a las ilustraciones 34 a 40 en donde se especifica las actividades que realiza la población en relación con los humedales.

Humedal Jaboque 2016

Ilustración 34.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JABOQUE 2016

ACTIVIDAD	No. Actividades	No. Participantes
Acciones Pedagógicas	7	188
TOTAL	7	188

Nota. Esta ilustración muestra las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Jaboque año 2016 (SDA, 2021)

Población Engativá: 873.243 hab

$$\%PVEA = \frac{188}{873.243} * 100 = 0.02\%$$

Humedal Jaboque 2017

Ilustración 35.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JABOQUE 2017

ACTIVIDAD	No. Actividades	No. Participantes
Acciones Pedagógicas	8	440
Eventos Representativos	1	60
TOTAL	9	500

Nota. Esta ilustración muestra las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Jaboque año 2017 (SDA, 2021)

Población Engativá: 878.434 hab

$$\%PVEA = \frac{500}{878.434} * 100 = 0.05\%$$

Humedal Juan Amarillo 2017

Ilustración 36.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JUAN AMARILLO O TIBABUYES 2017

ACTIVIDAD	No de Actividades	No de Participantes
Recorridos de interpretación	134	3561
Acciones Pedagógicas	37	1555
Acciones en colegios	8	42
Feria de Servicios	2	323
Obra teatro cambio climático	2	258
Campañas de protección y Bienestar animal	5	806
TOTAL	188	6545

Nota. En esta ilustración se muestra las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Juan Amarillo año 2017 (SDA, 2021)

Población suba: 1'282.978 hab

Población Engativá: 878.434 habitante.

Población total: 1'282.978 hab + 878.434 hab = 2'161.412

$$\%PVEA = \frac{6545}{2'161.412} * 100 = 0.3\%$$

Humedal Jaboque 2018

Ilustración 37.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JABOQUE 2018

ACTIVIDAD	No. Actividades	No. Participantes
Acciones en colegios	133	4687
Acciones Pedagógicas	13	196
Gestión para la educación ambiental	23	152
Recorridos Interpretativos	71	2100
Servicio Social Ambiental	18	219
Talleres	4	153
Foros	2	67
Aula Viva itinerante	7	398
Grupos ambientales juveniles	1	7
Eventos Representativos	11	824
Jornadas de apropiación	8	245
Reconstrucción de saberes	3	26
Intercambio de saberes	10	225
Jornadas de prevención sustancias psicoactivas	1	67
Capacitación a operarios Aguas de Bogotá S.A ESP	1	47
TOTAL	306	9413

Nota. En esta ilustración se muestran las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Jaboque año 2018 (SDA, 2021)

Población Engativá 883.319 hab

$$\%PVEA = \frac{9413}{883.319} * 100 = 1.06\%$$

Humedal Juan Amarillo 2018

Ilustración 38.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JUAN AMARILLO O TIBABUYES 2018

ACTIVIDAD	No de Actividades	No de Participantes
Recorridos de interpretación	55	1520
Acciones Pedagógicas	42	1475
Acciones en colegios	8	42
Talleres	3	119
Foros	3	119
Jornadas de apropiación	3	20
Eventos representativos	28	2786
PROCEDS	3	12
Servicio social ambiental	32 sesiones	333
Aula viva itinerante	6	386
Reconstrucción de saberes	1	16
Intercambio de saberes	40	1240
Jornada de prevención de consumo SPA	2	83
Ecovacaciones	15 sesiones	262
TOTAL	241	8413

Nota. En esta ilustración se muestran las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Juan Amarillo año 2018. (SDA, 2021)

Población suba: 1'315.509 hab

Población Engativá: 883.319 hab

Población total: 1'315.509hab+883.319hab=2'198.828 hab

$$\%PVEA = \frac{8413}{2'198.828} * 100 = 0.38\%$$

Humedal Jaboque 2019

Ilustración 39.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JABOQUE 2019

ACTIVIDAD	No. Actividades	No. Participantes
Acciones en colegios	83	2557
Acciones Pedagógicas	32	743
Gestión para la educación ambiental	31	80
Recorridos Interpretativos	25	607
Servicio Social Ambiental	1	25
Talleres	3	120
Foros	2	105
Aula Viva itinerante	4	211
Tenencia responsable de mascotas	1	80
Eventos Representativos	6	4625
Jornadas de apropiación	12	1427
PRAES	2	1981
TOTAL	202	12561

Nota. En esta ilustración se muestran las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Jaboque año 2019. (SDA, 2021)

Población Engativá: 887.886hab

$$\%PEVA \frac{12.561}{887.886} * 100 = 1.414\%$$

Humedal Juan Amarillo 2019

Ilustración 40.

Actividades de Educación Ambiental adelantadas en el PEDH JUAN AMARILLO O TIBABUYES 2019

ACTIVIDAD	No de Actividades	No de Participantes
Recorridos de interpretación	45	1511
Acciones Pedagógicas	41	582
Acciones en colegios	87	3047
Talleres	20	530
Foros	6	199
Jornadas de apropiación	4	51
Eventos representativos	13	1751
Jornadas de Bienestar	6	547
Aula viva itinerante	4	358
Hábitos saludables	1	42
Intercambio de saberes	40	1240
Tenencia Responsable de mascotas	3	25
Jornada de prevención de consumo SPA	1	27
Servicio social Ambiental	4 sesiones	64
Ecovacaciones	3 sesiones	81
TOTAL	310	10.055

Nota. En esta ilustración se muestran las actividades y personas involucradas en las estrategias de educación ambiental en el humedal Juan Amarillo año 2019 (SDA, 2021)

Población suba: 1'348.372hab

Población Engativá: 887.886hab

Población total: 1'348.372hab + 887.886hab= 2'236.258hab

$$\%PVEA = \frac{10.055}{2'236.258} * 100 = 0.44\%$$

Ilustración 41

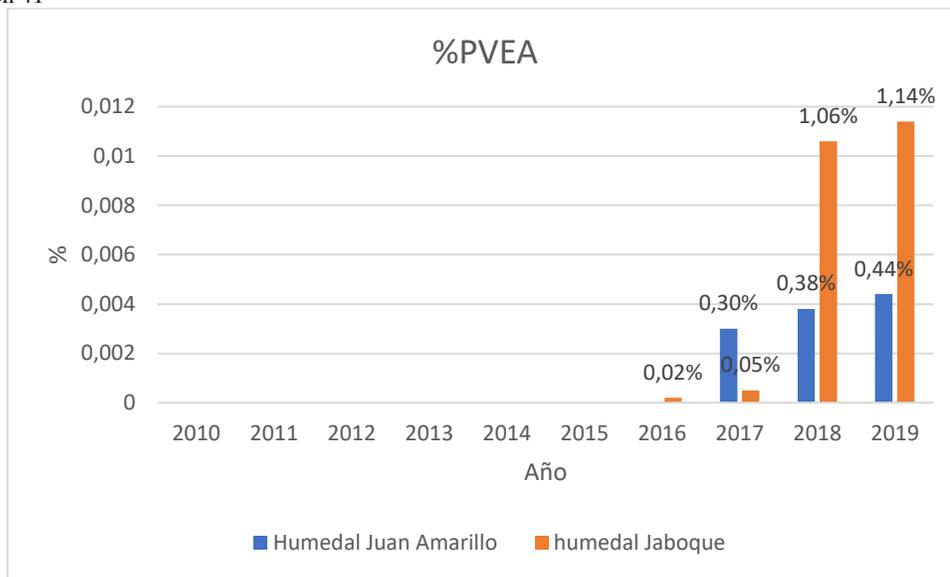


Tabla 10. Porcentaje de población vinculada a estrategias de educación ambiental

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Humedal Juan Amarillo	-	-	-	-	-	-	-	0,30%	0,38%	0,44%
humedal Jaboque	-	-	-	-	-	-	0,02%	0,05%	1,06%	1,14%
Calificación Juan Amarillo	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
calificación Jaboque	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados obtenidos del indicador de porcentaje de población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas.

Tabla 11.. Valores de referencia

VALOR DE REFERENCIA	CALIFICACIÓN
Menor a 3% de la población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas	0
Entre 3% y 6% de la población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas	0,3
Entre 6% y 9% de la población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas	0,5
Entre 9% y 12% de la población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas	0,8
Mayor al 12% de la población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas	1,0

Nota. Esta tabla muestra la clasificación que se debe seguir para evaluar los valores del indicador de % de áreas protegidas. (SDA, 2018)

Como se refleja en la ilustración 41 no se pudieron obtener los datos correspondientes a los años 2010 a 2016 en el caso del humedal Juan Amarillo y 2010 a 2015 en el caso del humedal Jaboque, esto debido a que ni la SDA ni las administraciones de los humedales

contaban con estos datos, sin embargo a partir de año 2017 en el caso del humedal Juan Amarillo se aprecia como comienza a tener un registro de la participación del porcentaje de personas que hacen parte de las estrategias de educación ambiental en dichas estrategias de educación se encuentran estrategias tales como: recorridos de interpretación, Acciones Pedagógicas, acciones en colegios, talleres, foros, jornadas de apropiación, eventos representativos, jornadas de bienestar, aula viva itinerante, hábitos saludables, intercambio de saberes, tenencia responsable de mascotas, jornada de prevención de consumo SPA(sustancias psico activas), servicio social ambiental y eco vacaciones (Secretaria de Ambiente, 2021). Estas estrategias de educación ambiental han ido incrementando la participación de las personas de forma paulatina como se puede apreciar en la tabla 10, sin embargo, teniendo en cuenta la gran población que hace parte de la zona de influencia se aprecia que el porcentaje de personas que participan en estas estrategias están por debajo del 1% de la población total de la zona, la cual está comprendida por las personas que habitan en las localidades de Suba y Engativá.

En el caso del humedal Jaboque se obtuvieron datos desde el año 2016 a 2019 en donde se tienen datos de un año más que en el caso del humedal Juan Amarillo, de los años 2010 a 2015 ni la secretaria de ambiente ni la administración del humedal tienen los datos de la población vinculada a estrategias de educación ambiental enfocada hacia el humedal, por lo cual se observa que las estrategias instauradas desde el año 2016 en este humedal fueron en una primera instancia acciones pedagógicas y eventos representativos, posterior a esto se implementaron acciones en los colegios, acciones pedagógicas, gestión para la educación ambiental recorridos interpretativos, servicio social ambiental, talleres, foros, aula virtual itinerante, grupos ambientales juveniles, eventos representativos, jornadas de apropiación, reconstrucciones de saberes, intercambio de saberes, jornadas de prevención de sustancias

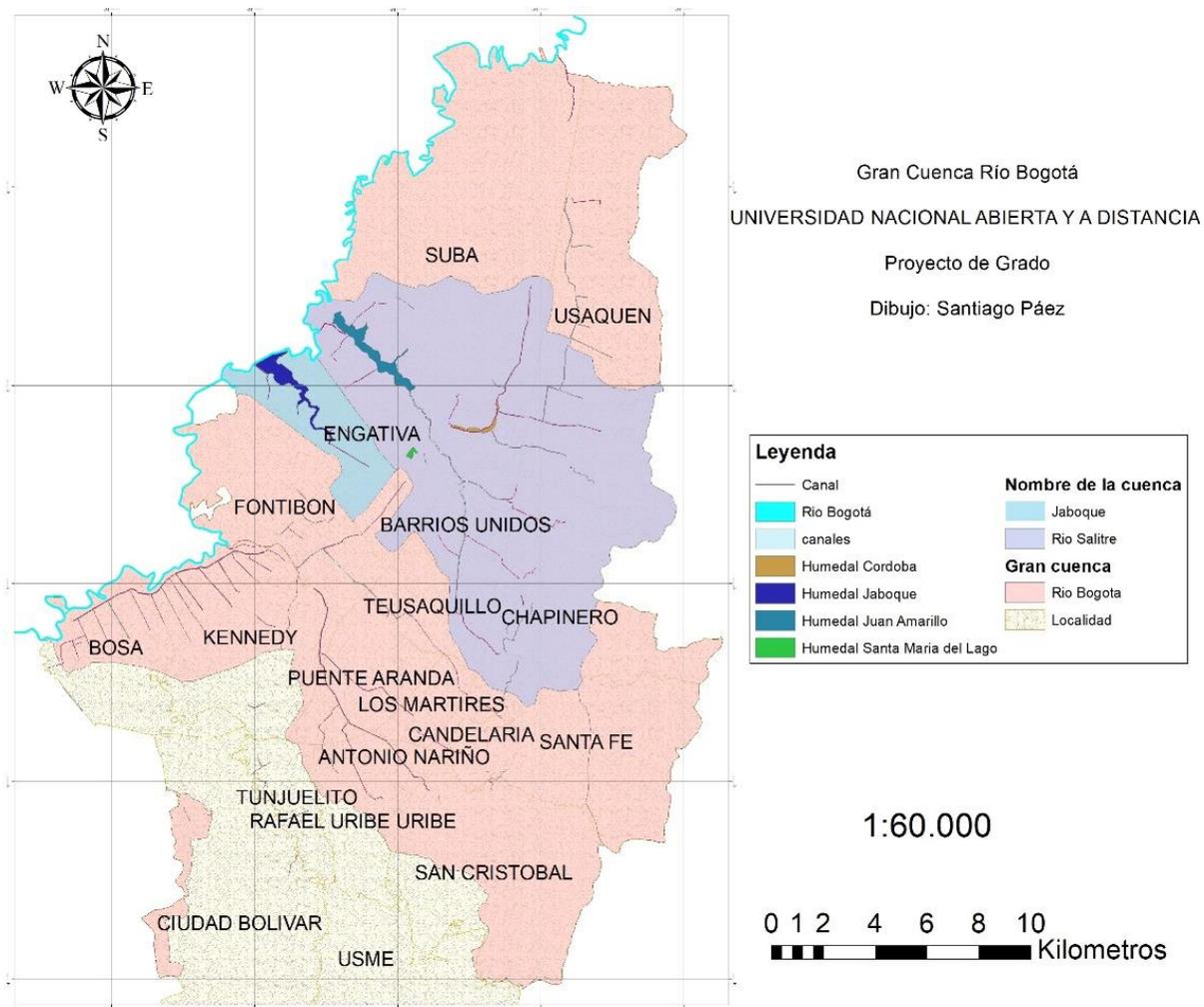
psicoactivas y capacitación a operarios aguas de Bogotá S.A ESP (Secretaria de Ambiente, 2021). En el caso del humedal Jaboque se evidencia un mayor porcentaje de participación que en el humedal Juan Amarillo, en especial se evidencia un claro aumento en el año 2018 con respecto al año 2017, sin embargo, a duras penas alcanza un poco más del 1% del total de la población de la zona de influencia donde está ubicado este humedal.

Según la clasificación dada por el ministerio de ambiente se observa que para el caso del humedal Juan Amarillo este en los años en los cuales se pudieron obtener datos para hacer la realización del indicador los cuales fueron desde el año 2017 hasta el año 2019 según los valores registrados su clasificación es de 0 el cual corresponde a población por debajo del 3% que participa en estrategias de educación ambiental.

Por el lado del humedal Jaboque, se tienen datos desde el año 2016 hasta el año 2019 en donde se refleja que la participación en los años 2016 y 2017 fue muy baja clasificándolo en una escala de 0, sin embargo, en los años 2018 y 2019 se evidencia una mejoría llegando al 1% sin embargo sigue siendo un valor muy bajo en la clasificación dada por el ministerio por lo cual también obtiene un valor de 0 en dicha clasificación.

Cartografía ambiental Urbana

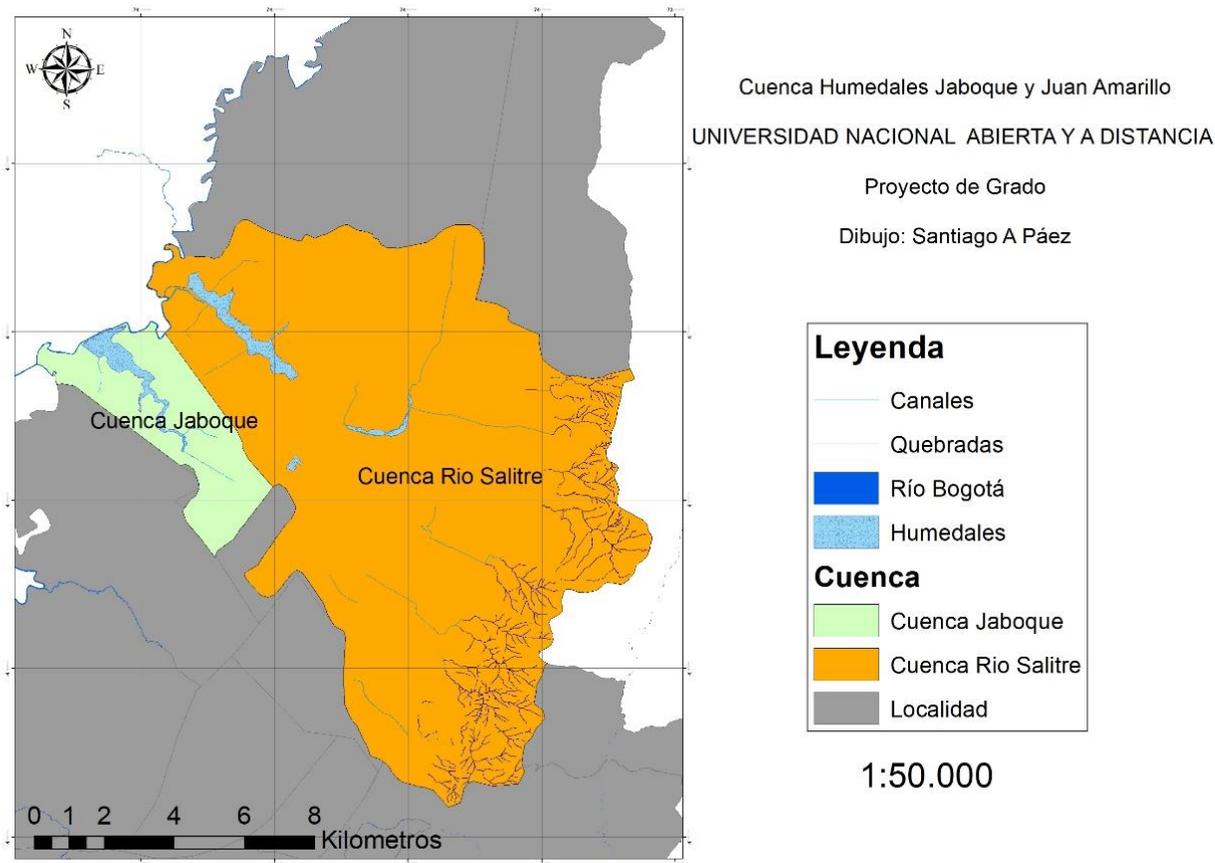
Mapa 1 Gran Cuenca Río Bogotá



Fuente: Autor Qgis

En el mapa 1 se identifica la gran cuenca del río Bogotá en donde se aprecia el curso del río Bogotá el cual pasa por varias localidades de la ciudad de Bogotá entre ellas la localidad de Suba y Engativá en donde se aprecia que están ubicados geográficamente los humedales Juan Amarillo y Jaboque. Dentro de la gran cuenca del río Bogotá se ubica así mismo la cuenca Salitre la cual es la cuenca que alberga estos dos humedales de la ciudad de Bogotá.

Mapa 2 Cuenca Salitre Y Cuenca Jaboque



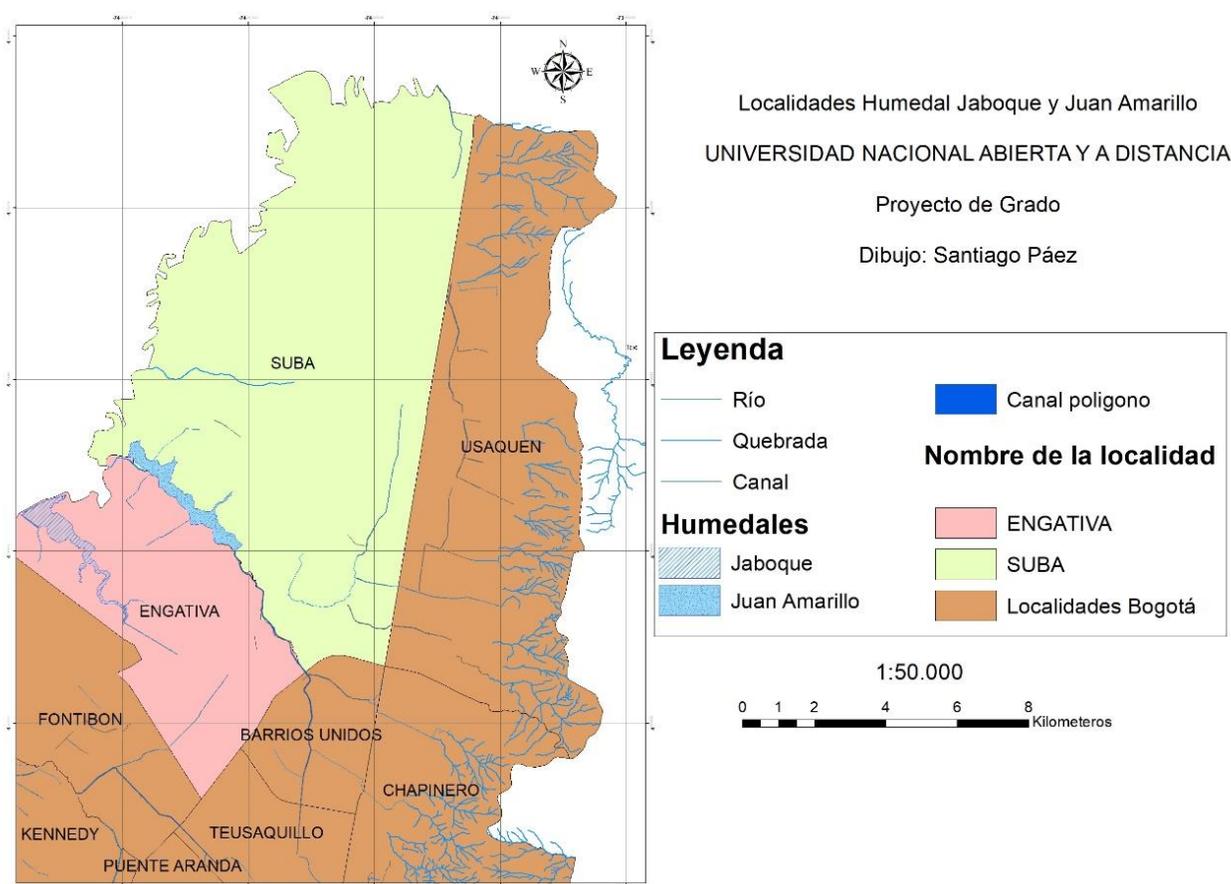
Fuente: Autor, Qgis

La cuenca Salitre se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá en la parte centro- norte de la ciudad la cual cuenta con un área de drenaje de 13.964 hectáreas y una longitud de cauce principal de 19.76km² y dentro de esta se encuentran localizados los humedales Juan Amarillo, Santa María del Lago, Córdoba y Jaboque (Acueducto de Bogotá, 2019).

Sin embargo, en la ciudad de Bogotá el ordenamiento del recurso hídrico presenta una delimitación de cuencas hidrográficas distintas, para la planificación ambiental del territorio por lo cual se presenta una distribución diferente en donde el humedal Jaboque el cual tiene su propia cuenca hidrográfica (Amaya D, 2015).

Cabe destacar que el distrito capital tiene 10 importantes cuencas hidrográficas en la zona rural de la ciudad las cuales son (cuena torca, río salitre, Jaboque, río Teusacá, río Fucha, Tintal, río Tunjuelo, Río Soacha, río Blanco, y río Sumapaz). Estas cuencas están contempladas dentro del POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) las cuales son utilizadas como un elemento de planeación para el adecuado uso de recursos como el agua, la flora y la fauna, así como todo lo relacionado con el manejo de la cuenca en temas de planeación social y aprovechamiento económico (Amaya D, 2015). Como se puede apreciar en el mapa 2 se aprecia las dos cuencas en donde se ubican los humedales Juan Amarillo y Jaboque respectivamente.

Mapa 3 Localidades Humedales Juan Amarillo y Jaboque

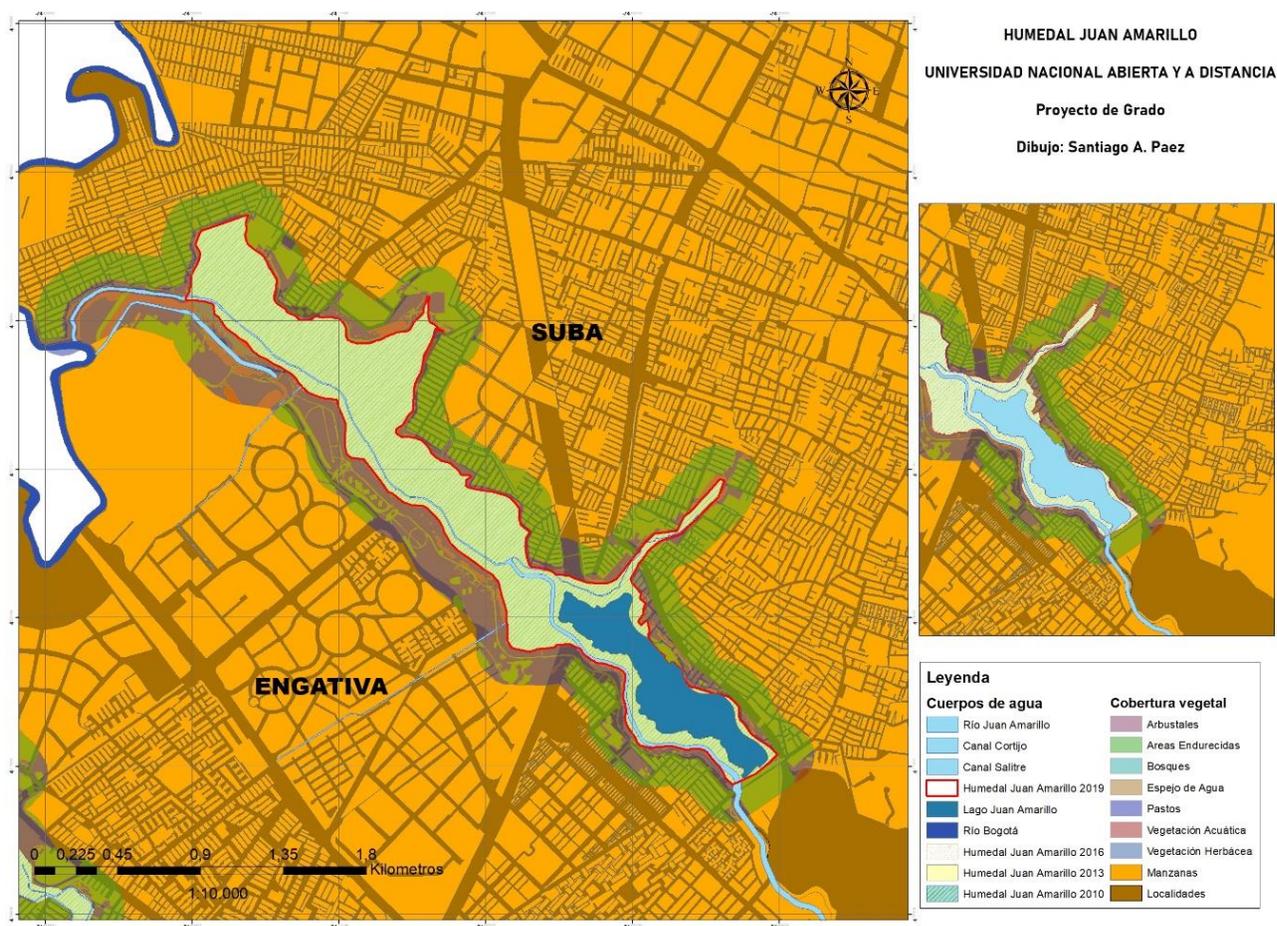


Fuente: Autor, Qgis

En el mapa 3 se pueden ver las localidades de Suba y Engativá son las localidades que albergan en su interior a los humedales Juan Amarillo y Jaboque tienen una extensión de 9.202 hectáreas y 3.612 hectáreas respectivamente.

Dentro de estas localidades se encuentra toda la población que hace parte del área de influencia del humedal y con la cual se contó para realizar los indicadores ambientales urbanos trabajados en este proyecto. Contando para el año 2010 con una población de 1'044.006 habitantes para la localidad de suba y de 795.105 habitantes para la localidad de Engativá viendo un aumento paulatino en su población con el pasar del tiempo pues en el año 2019 cada localidad contaba con 1'348.372 habitantes y 887.886 habitantes respectivamente

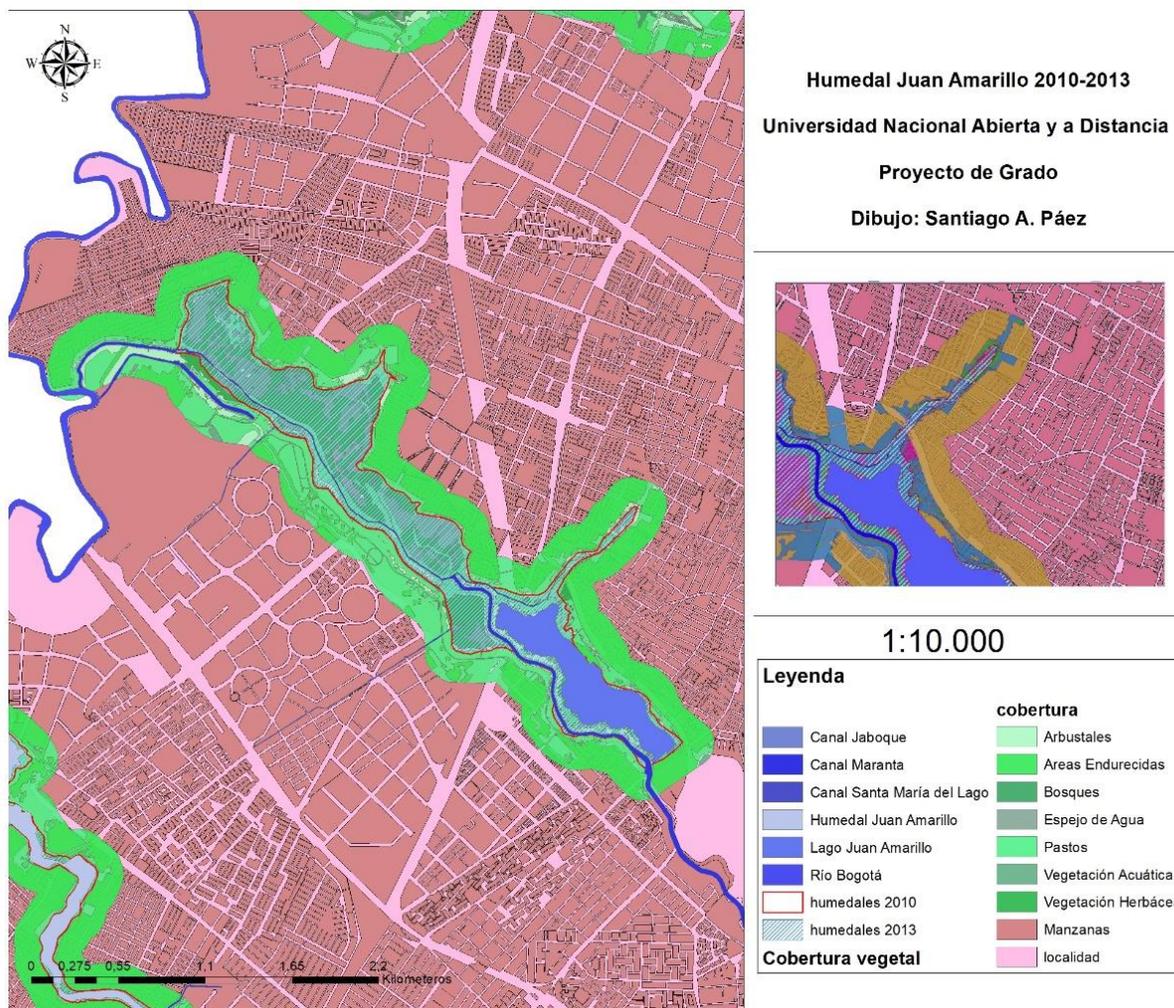
Mapa 3 Humedal Juan Amarillo



Fuente: Autor, Qgis

En el mapa 3 se puede apreciar que la interacción antrópica existente en el humedal Juan Amarillo entre los años 2010, 2013, 2016 y 2019 por medio de una sobreposición de las capas correspondientes a estas temporalidades en donde se refleja en el mapa titulado Juan Amarillo, en donde se refleja que dicha interacción antrópica no afectó en gran medida la extensión del humedal pues en el mapa se puede observar que el cuerpo del humedal se ha mantenido casi intacto con el pasar del tiempo, pues este es un espacio que tiene el estatus de área protegida, lo que en teoría prohíbe cualquier afectación sobre el ecosistema que pueda dar lugar a un impacto ambiental negativo, lo que puede explicar por qué el área física del humedal no se haya visto afectada de una forma tan relevante con el pasar de los años, por lo cual este mapa está acorde en lo encontrado en el indicador de porcentaje de áreas protegidas en donde se muestra que la extensión del humedal no ha sufrido grandes modificaciones con el paso del tiempo.

Mapa 4 Humedal Juan Amarillo 2010-2013



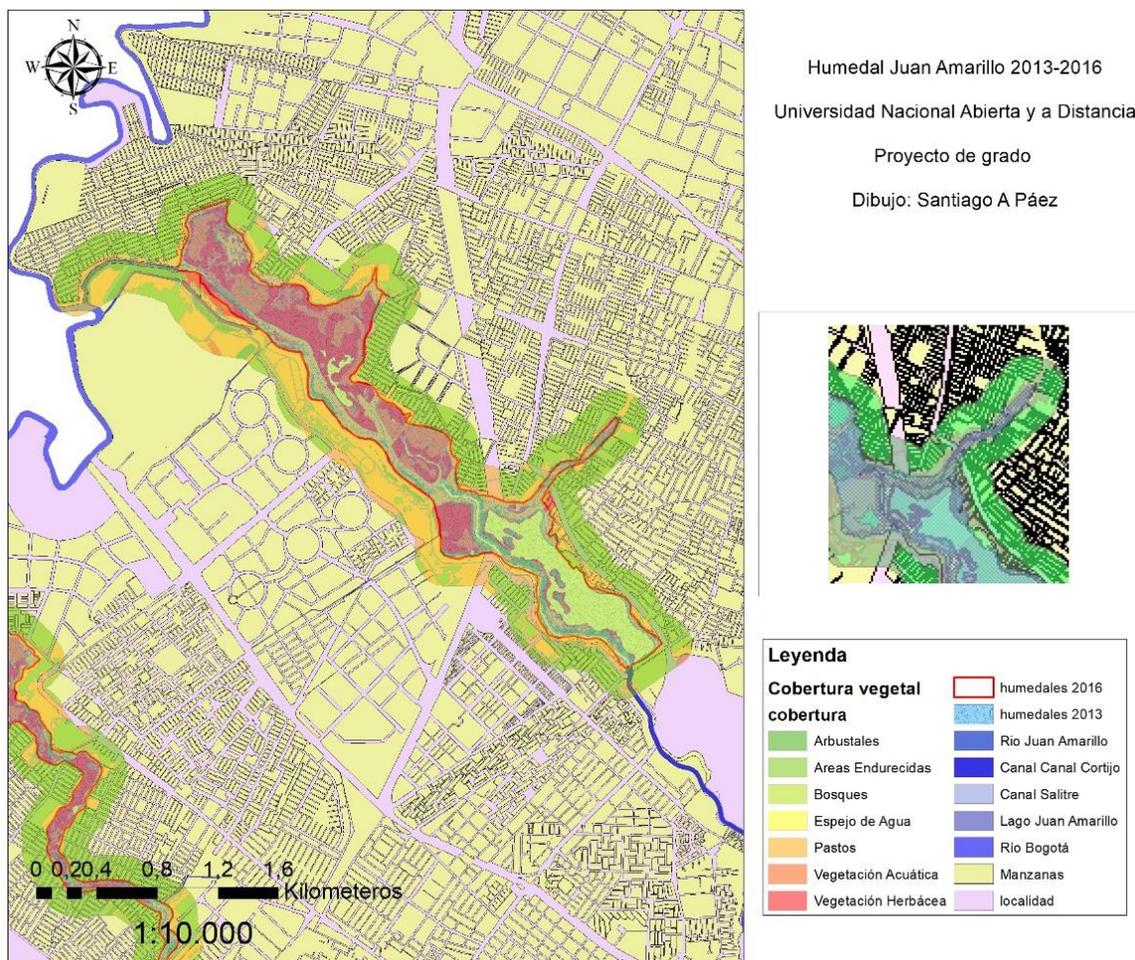
Fuente: Autor, Qgis

En el mapa 4 el cual fue elaborado para la temporalidad de los años 2010 a 2013 se puede apreciar un poco mejor el área del humedal y la vegetación que estuvo presente en este periodo de tiempo dentro del cuerpo de agua, también se aprecia el espejo de agua presente en el humedal, se ve como según la capa de cobertura el área endurecida corresponde a la zona de mayor interacción antrópica, pues en donde se ha realizado los procesos de urbanización de la ciudad al rededor del humedal. En cuanto a la vegetación presente al interior del humedal se puede apreciar que predominan la vegetación herbácea y la vegetación acuática, mientras que la presencia de pastos se refleja más al exterior del humedal junto a la zona endurecida, por otro

lado, la presencia de arbustales destaca principalmente al rededor del cuerpo de agua y de los ríos al interior del humedal.

No se presenta un cambio visible en la extensión del humedal por lo cual esta acorde en lo hallado en los indicadores ambientales urbanos

Mapa 5 Humedal Juan Amarillo 2013-2016

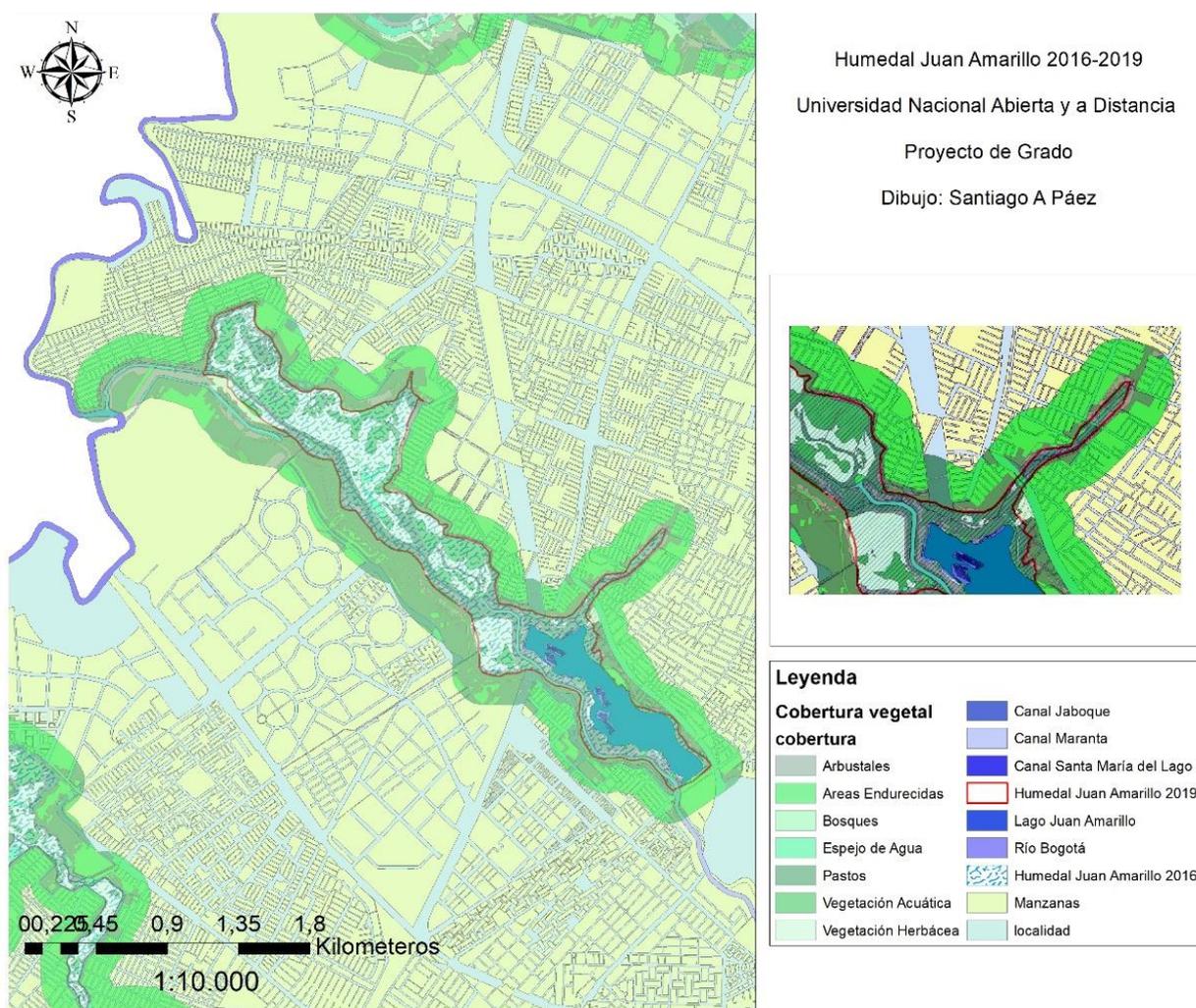


Fuente: Autor, Qgis

En la temporalidad de los años 2013 a 2016 se pudo reflejar en el mapa 5 que el principal cambio la aparición de arbustales y vegetación acuática dentro del espejo de agua del humedal, esto puede deberse principalmente a procesos antrópicos como la descargas de aguas con alta carga orgánica por vertimientos de aguas lluvia, y aguas residuales lo que incentiva el

crecimiento de vegetación que se comienza a extender en el cuerpo de agua.(En Colombia, SF) por lo cual se logran apreciar cuatro islas dentro del espejo de agua principalmente, también se comienza a ver una mayor aparición de pastos tanto dentro del humedal como fuera lo que refleja un cambio con la temporalidad anterior en donde la presencia de pastos estaba principalmente al rededor del humedal y no dentro de este, por último se puede apreciar que en el resto de cuerpo del humedal sigue predominando la vegetación herbácea, combinada con la vegetación acuática.

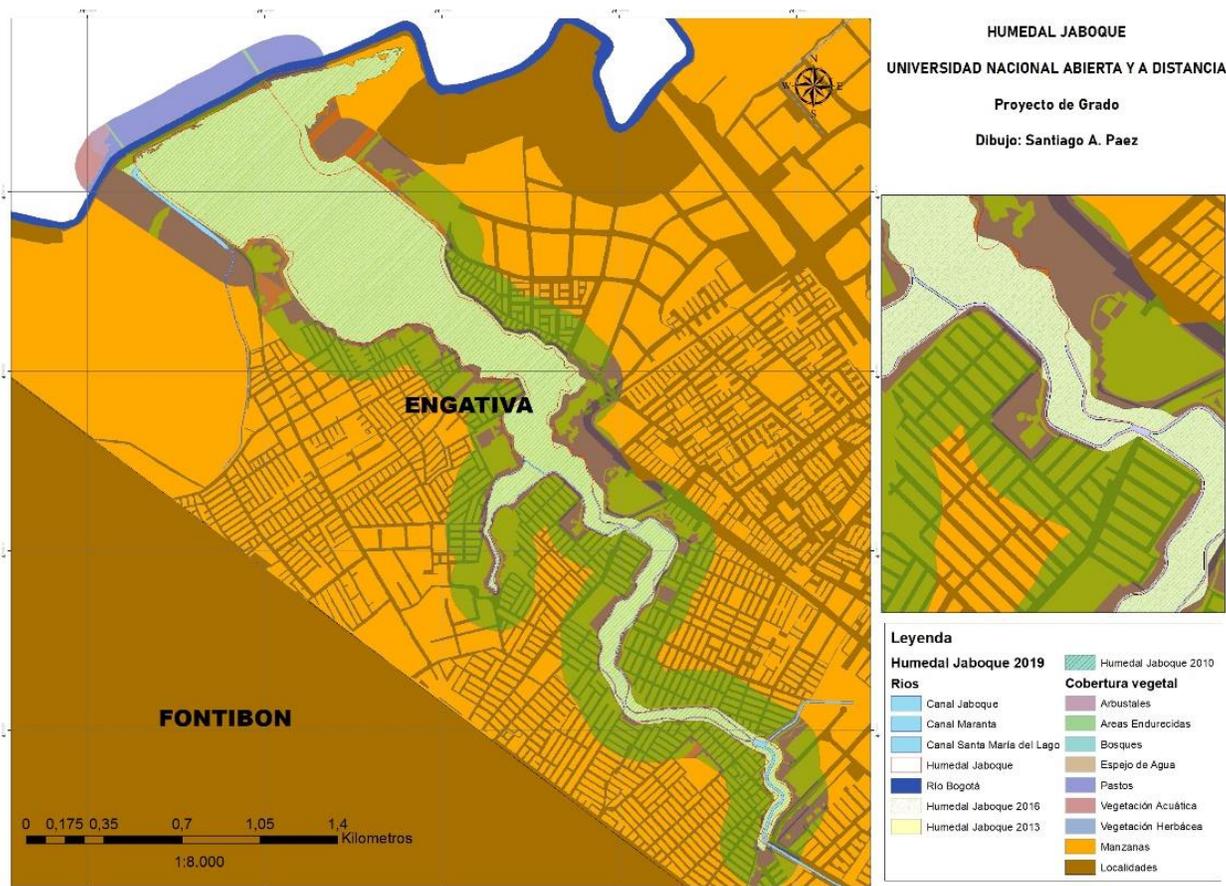
Mapa 6 Humedal Juan Amarillo 2016-2019



Fuente: Autor, Qgis

En el mapa 6 el cual corresponde a la temporalidad 2016 a 2019 se presenta una leve reducción del espejo de agua el cual ahora luce un poco más delgado comparado con las temporalidades anteriores esto puede deberse a los cambios climáticos que se han venido generando en los últimos años en donde la temperatura se ha ido aumentando paulatinamente lo que genera una degradación en los beneficios que brinda el humedal a la ciudad de Bogotá (Green Alliance, 2020). Por otro lado se mantiene la presencia de vegetación al interior del espejo de agua adicional a esto se ve la presencia de pequeños espejos de agua en la parte media del humedal, también la vegetación herbácea se ha incrementado y también se refleja la reducción de la vegetación acuática a lo largo del humedal, la presencia de pastos se mantiene con una predominancia en el costado sur del humedal, se aprecia que la urbanización del humedal ha alcanzado los límites del humedal sin embargo con el fin de evitar que siga presentándose una interacción desfavorable en la actualidad el humedal se encuentra cercado con el fin de restringir el acceso de personas que puedan generar impactos ambientales negativos dentro de este.

Mapa 7 Humedal Jaboque

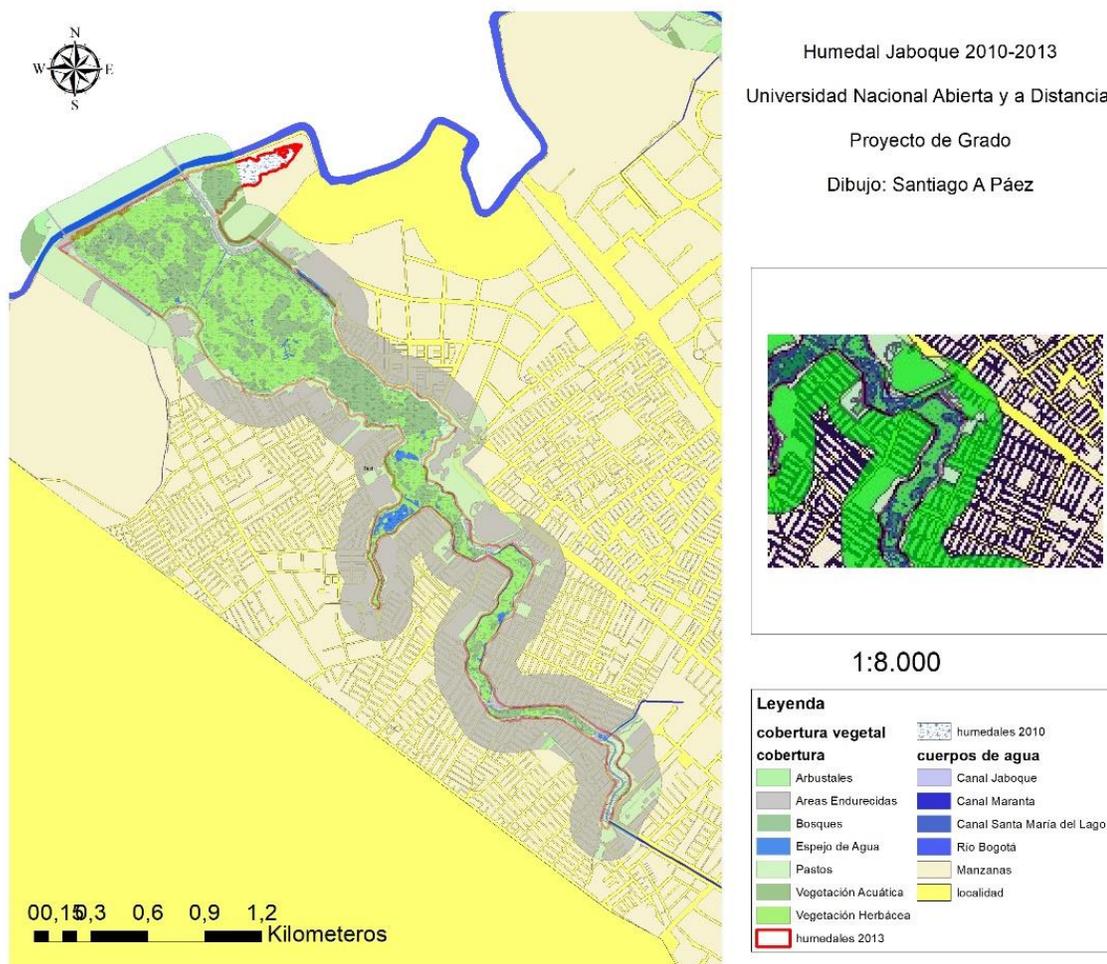


Fuente: Autor, Qgis

En el mapa 7 titulado Humedal Jaboque se aprecia una sobreposición de las temporalidades de los años 2010, 2013, 2016 y 2019 las cuales fueron los periodos de tiempo seleccionados para representar los cambios físicos ocurridos en el humedal debido a la interacción antrópica ocurrida por la expansión de la ciudad al rededor del humedal en donde se han generado urbanizaciones tanto legales como ilegales lo que ha ocasionado un deterioro acelerado a nivel eco sistémico y ambiental, además de una reducción paulatina del área del humedal. Adicional a esto se han construido jarillones con el fin de canalizar aguas las cuales son conducidas hacia el humedal (Encolombia, SF). Sin embargo, en la actualidad la alcaldía a adelantado procesos de recuperación sobre el cuerpo de agua, pues en la actualidad el humedal es

considerado como un área de protegida, por lo cual está prohibido el arrojado de basuras o cualquier actividad que pueda generar un impacto ambiental desfavorable.

Mapa 8 Humedal Jaboque 2010-2013



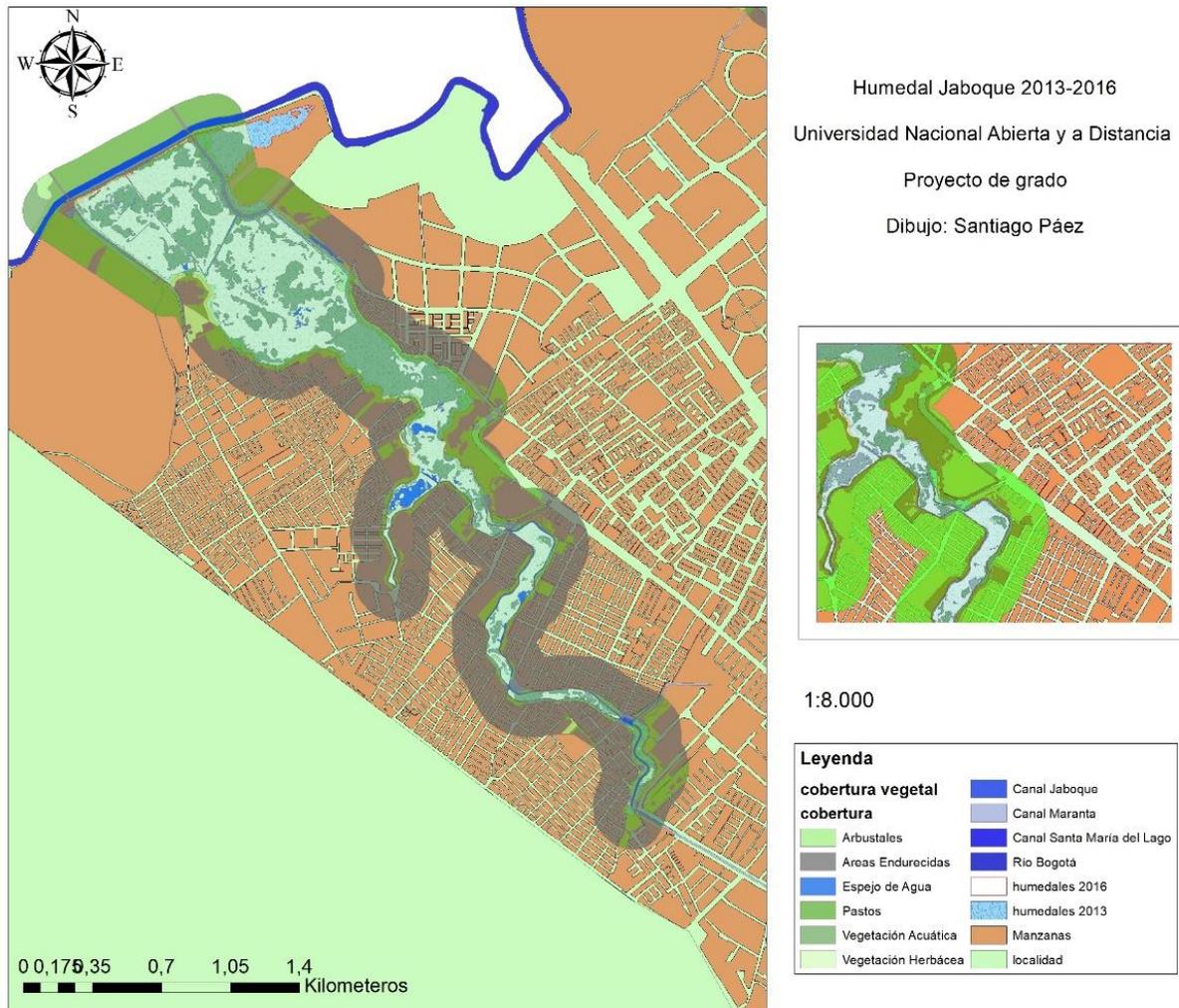
Fuente: Autor, Qgis

En este caso en el mapa 8 se representa la interacción antrópica ocurrida en el humedal Jaboque entre los años 2010 a 2013 en donde se puede apreciar que en la mayor parte de su cuerpo está constituido por vegetación herbácea y vegetación acuática. Este humedal se encuentra fragmentado debido a la construcción de la carrera 111c la cual cruza al humedal de norte a sur. Se puede ver que los pastos en este humedal se encuentran en la parte exterior de este y sus espejos de agua se encuentran muy reducidos y dispersos los unos de los otros, esto se debe

a la descarga de carga orgánica por el vertimiento de aguas residuales he industriales, lo que incremento la vegetación flotante que se arraigó formando colchones dentro de las áreas libres del humedal, proceso que dio como resultado el desequilibrio entre el área cubierta por el espejo de agua y la vegetación (Encolombia, SF), por lo cual el espejo de agua que antes existía hoy está ocupado por dicha vegetación conocida como *Eichornia crassipes* la cual impide el paso de luz hacia el agua que esta debajo de estas lo que ayuda a elevar el nivel de nitrógeno y fosforo (Hernández, 2009).

Finalmente encontramos una leve presencia de arbustales en la cara sur del humedal, junto con la presencia de pastos al costado occidental del humedal principalmente.

Mapa 9 Humedal Jaboque 2013-2016

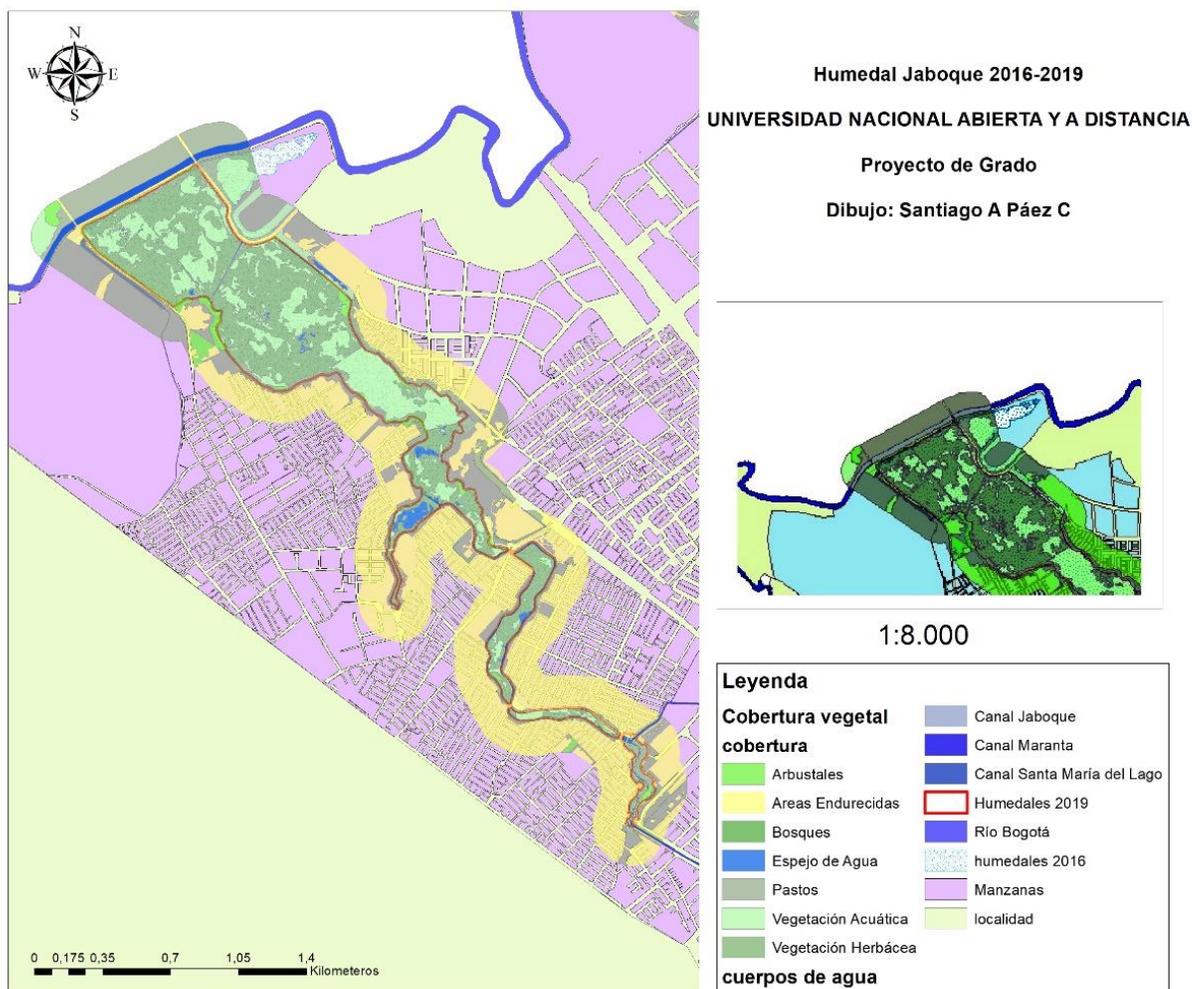


Fuente: Autor, Qgis

En el caso del mapa 9 el cual corresponde a la temporalidad del año 2013 a 2016 no se observa una mayor transformación física en el humedal en donde se aprecia que persiste la predominancia de vegetación herbácea y vegetación acuática a lo largo del cuerpo del humedal. Sin embargo, se presenta una problemática que causa un impacto ambiental desfavorable, pues se ha visto que en el humedal se han arrojado basuras, escombros y residuos de construcción que afectan de forma significativa los ya de por sí reducidos espejos de agua en el humedal (Fundación Humedales Bogotá, 2015)

Cabe aclarar que este humedal a diferencia del humedal Juan Amarillo no presenta ningún tipo de cerramiento que lo proteja o evite la interacción directa con las personas que habitan o transitan por la zona de influencia del humedal.

Mapa 10 Humedal Jaboque 2016-2019



Fuente: Autor, Qgis

El principal cambio que se puede apreciar en el mapa 10 correspondiente al humedal Jaboque en la temporalidad 2016 a 2019 es la pérdida de una zona en el costado norte del humedal que bordea con el río Bogotá esto se puede deber principalmente a construcción de barrios informales, sumado a la expansión de la periferia ubicándose en zonas que pertenecían a

la estructura ecológica del humedal afectando de forma directa el ecosistema que hace parte del humedal Jaboque (Castañeda, 2019).

Esto ha incrementado el deterioro tanto ambiental como urbano que se presenta en este humedal por lo cual el beneficio tanto ambiental como económico que podría brindar este espacio a la ciudad y a sus habitantes se ve ampliamente disminuido.

Estrategias De Prevención Ecosistémica Enfocadas Hacia Humedales

Las estrategias de prevención ecosistémicas de humedales se desarrollaron de tal forma que se pudiese acceder desde cualquier lugar que contase con una conexión a internet, por lo cual no requiere de una asistencia presencial para poder llevarse a cabo estas estrategias, esto fue pensado debido a la difícil situación por la que atraviesa el país debido a la emergencia sanitaria producida por el virus del COVID.

Por lo cual la primera estrategia desarrollada fueron una presentación y dos juegos didácticos en donde para poder acceder a ellos se debe realizar el siguiente procedimiento:

Para poder acceder a esta estrategia se deben seguir los siguientes pasos:

El diseño de esta estrategia de prevención se llevará a cabo en tres fases, en donde la primera fase se expondrá por medio de una presentación la importancia que tienen los humedales para la ciudad de Bogotá y en donde se expondrán los resultados que se obtuvieron al aplicar los índices de calidad ambiental urbana en estos dos ecosistemas pertenecientes a la ciudad de Bogotá.

A continuación, se presenta el Link de acceso a la presentación diseñada como parte de la estrategia de preservación sobre los humedales Juan Amarillo y Jaboque:

https://drive.google.com/file/d/1bb8QrdRnyPGAbXaLJIFpG_JTx_NB--aU/view?usp=sharing

Después de revisar la presentación sobre los humedales, se procederá a realizar la segunda fase la cual es una actividad didáctica que consiste en un juego de preguntas desarrollado en la plataforma de Kahoot.

La segunda fase se la elaboración un juego interactivo a través de la plataforma Kahoot en donde se evaluará la comprensión de la información expuesta en la presentación sobre la preservación de los humedales Juan Amarillo y Jaboque

Instrucciones:

- Lo primero que se debe hacer es ingresar en el siguiente link a través del ordenador ya sea Mac o Windows <https://play.kahoot.it/v2/lobby?quizId=725cd57e-7838-4278-91bd-b3800405c8aa>
- Posterior a esto el aplicativo pide que inicie sesión o se registre para lo cual se puede usar un correo electrónico y una contraseña
- Después de esto el juego pedirá que selecciones entre jugar como equipo o jugar de forma individual como se aprecia en la ilustración 42

Ilustración 42



- Si se selecciona el modo equipo se generará un código el cual se debe acceder desde la pantalla del celular

Ilustración 43



- Ingreso desde dispositivo móvil: <https://kahoot.it/>
- Ingresar código desde la pantalla del celular el cual abrirá una pestaña en donde se solicitará dar un nombre al equipo para poder continuar

Ilustración 44



- Una vez se que se registra un nombre de equipo se debe nombrar a los integrantes de cada equipo

Ilustración 45



- En el caso de seleccionar el modo clásico este será de forma individual todos contra todo el juego generará un pin de juego el cual se debe acceder desde la pantalla de un dispositivo móvil para poder ingresar el pin en la pantalla del dispositivo

Ilustración 46



- Al abrir el link en el dispositivo móvil solicitará ingresar el pin que aparece en la pantalla del computador

Ilustración 47



- Una vez se han ingresado los nombres de los participantes del juego se procederá a dar la opción de empezar ubicada en la parte derecha de la pantalla

Ilustración 48



- Finalmente, de esta forma se podrá jugar la actividad recordando que las preguntas aparecerán en la pantalla del ordenador y las posibles respuestas en la pantalla del dispositivo móvil.

Ilustración 49

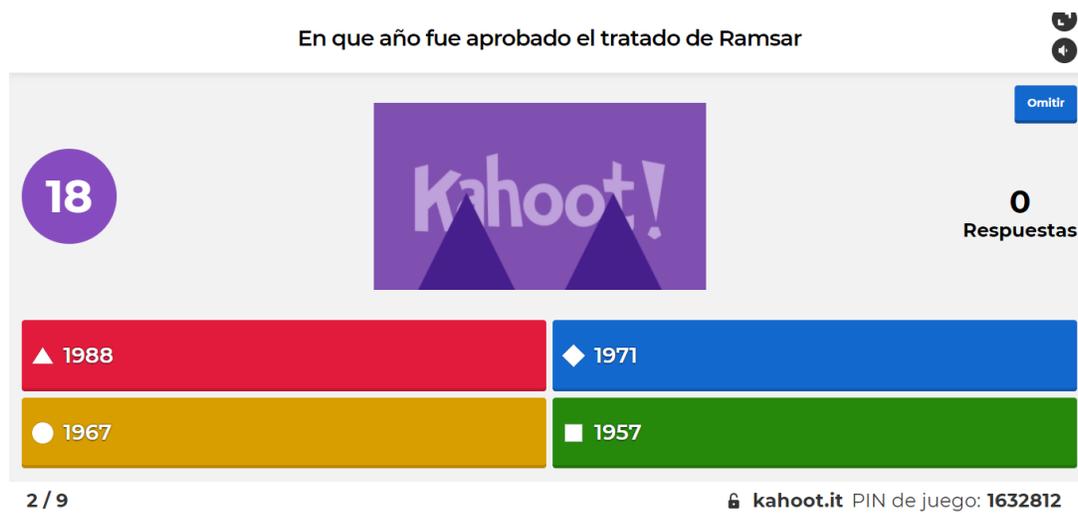
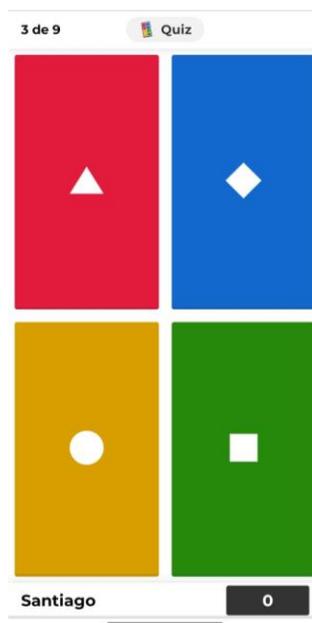


Ilustración 50



Juego de la sopa de letras, se realiza una actividad didáctica que al igual que la actividad anterior permite realizarse desde un dispositivo móvil, en donde la persona tendrá que jugar un

clásico juego de sopa de letras el cual se basa en la presentación expuesta anteriormente. Para jugar el juego de la sopa de letras solo se debe ingresar al siguiente link:

https://buscapalabras.com.ar/sopa-de-letras-de-proyecto-de-grado_2.html

Ilustración 51

Sopa de Letras de: Proyecto de grado 2 Imprimir

P	A	S	O	N	I	R	A	M	T	E	A	E	V	S	M	E	S	E
N	O	I	C	C	E	T	O	R	P	O	P	D	A	A	F	U	F	A
Y	S	O	E	N	U	A	R	R	V	S	S	U	B	A	L	Q	U	R
D	A	N	O	S	T	S	O	F	T	A	S	C	L	C	O	O	N	T
S	E	O	R	L	P	F	O	P	D	O	O	A	R	A	R	B	C	I
A	A	N	O	Z	R	A	C	T	N	O	D	C	D	C	A	A	I	F
E	R	I	G	L	E	O	C	A	E	E	S	I	S	N	Y	J	O	I
S	A	E	S	A	D	S	I	I	M	E	G	O	S	I	F	C	N	C
L	M	E	A	R	T	R	A	U	O	E	A	N	O	B	A	R	E	I
I	S	D	T	S	A	I	H	P	T	P	E	A	O	Z	U	E	S	A
F	A	O	O	U	V	A	V	O	N	E	U	M	H	I	N	A	N	L
E	R	E	T	S	Q	E	R	A	R	S	C	B	M	S	A	E	C	E
O	N	S	E	S	T	P	R	D	S	N	S	I	L	A	L	N	I	S
E	E	U	E	O	A	O	E	D	J	U	A	E	P	I	S	L	O	S
R	R	I	B	E	R	E	Ñ	O	E	O	R	N	D	A	C	E	N	P
D	R	O	R	S	A	S	A	N	L	S	E	T	N	C	E	O	I	L
N	A	A	N	E	E	J	U	A	N	A	M	A	R	I	L	L	O	L
A	P	A	L	U	S	T	R	E	S	A	S	L	B	N	P	E	S	P
P	R	O	D	U	C	T	I	V	I	D	A	D	J	N	A	O	E	A

00:07:48

Palabras a buscar:

HUMEDAL JABOQUE

JUANAMARILLO MARINOS

ARTIFICIALES ESTUARIANOS

FLORAYFAUNA PRODUCTIVIDAD

ESPACIOPUBLICO FUNCIONES

PALUSTRES AREAPROTEGIDA

RIBEREÑO RAMSAR PROTECCION

AREASVERDES

EDUCACIONAMBIENTAL SUBA

ENGATIVA

< Jugar otra sopa

A continuación, se presenta el Infograma con el análisis de los resultados obtenidos en este estudio, presentados de tal forma que sean fácilmente analizables y comprensibles por todo aquel que desee conocer dichos resultados.

https://www.canva.com/design/DAEk-s_2ycU/oUiv10d3dvouPNO65onowg/view?utm_content=DAEk-s_2ycU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Por último, se presentó la estrategia relacionada con un video explicativo en donde se presentó toda la cartografía ambiental urbana desarrollada y la explicación de cómo fue

desarrollada la interacción antrópica que hubo en estos espacios, en donde por medio del siguiente Link se puede acceder a este

<https://www.youtube.com/watch?v=uOeyQbPNvXo>

Conclusiones

Los humedales Juan Amarillo y Jaboque pertenecen al Complejo de humedales urbanos del distrito que fueron declarados humedales de importancia internacional (RAMSAR) debido a los servicios ecosistémicos que prestan ya que permite la conservación del nivel freático de los suelos, controlan inundaciones, además que son un ecosistema vital para la biodiversidad de la capital.

Debido a la antigüedad de algunas fuentes oficiales sobre la extensión del humedal se trabajó bajo las hipótesis planteadas en publicaciones científicas anteriores, en donde el área de los humedales no presentaba variaciones importantes en su extensión. Sin embargo, a la hora de elaborar la cartografía ambiental urbana se utilizaron shapfiles actuales y actualizados en donde se evidenciaron cambios en las coberturas y extensiones de los humedales, principalmente en el humedal Jaboque, el cual como se reflejo es el humedal que más se ha visto afectado de forma desfavorable debido a la interacción antrópica

El estudio de los dos humedales más grandes de la ciudad Juan Amarillo y Jaboque permiten vislumbrar de forma general cual es el estado del complejo de humedales, identificando así cuáles son los mayores riesgos y amenazas a los que están expuestos.

La información recopilada a través de la consulta en fuentes primarias y secundarias de información como los reportes dados por la SDA y la administración de los humedales, así como en trabajos científicos de otros autores permitió obtener los datos necesarios para la elaboración de los índices de calidad ambiental urbana.

Según los índices de calidad ambiental urbana analizados en este estudio se pudo observar la situación que atraviesan los humedales Juan Amarillo y Jaboque que las áreas verdes por habitante están en una clasificación de 0 en todas las temporalidades analizadas, sin embargo

esto se atribuye a que las áreas de los humedales son zonas delimitadas que no aumentan su extensión, si no que por el contrario en ocasiones pueden verse afectadas perdiendo pequeñas porciones de extensión, mientras que las poblaciones que habitan en las localidades de Suba y Engativá aumentan año a año su población lo que da como resultado que se evidencie en los índices una disminución de m^2 /habitante de áreas verdes correspondientes a los humedales.

Según lo reportado por el indicador de calidad de agua superficial se determinó que en general la calidad del agua superficial en la temporalidad estudiada y según los datos suministrados por la Secretaria distrital de ambiente para los años 2017 y 2019 la calidad del agua es mala y regular en ambos humedales, esta información concuerda con lo encontrado por la SDA en el documento titulado “Informe de Calidad Del Agua Superficial y Comunidades hidrobiológicas en Los Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PHED) 2019-2020”, por lo cual se requiere de nuevas estrategias que logren mejorar la calidad del agua en estos cuerpos de agua los cuales son de suma importancia al ser los dos humedales más grandes de la ciudad de Bogotá D.C.

En el indicador de espacio público efectivo en donde se buscó hacer una relación entre el espacio público efectivo de las localidades de Suba y Engativá con respecto al área de los humedales y la población que habita en estas zonas, se pudo ver que para el caso del humedal Juan Amarillo se presenta una tendencia al incremento de espacio público efectivo lo que se puede analizar como que si bien las zonas del humedal son áreas finitas y la población de las localidades aumenta con el pasar de los años las zonas que son consideradas como espacio público efectivo dentro de estas localidades también van aumentando debido a la construcción artificial de las mismas, lo cual refleja un caso contrario al indicador de áreas verdes por

habitante en donde solo se tiene en cuenta el área del humedal sobre la población de la zona de influencia por lo cual se entiende la clasificación de 0.8 y 1 en la clasificación de este indicador.

En el caso del humedal Jaboque también se evidencia una mejoría en los índices de espacio público efectivo año tras año, sin embargo en este caso el aumento no es tan significativo como en el caso del espacio público efectivo que está en la zona de influencia del humedal Juan Amarillo, en este caso nos encontraremos que en la mayoría de los caso entre los años 2010 a 2015 la clasificación de espacio público efectivo está en una clasificación de 0 mientras que en los años 2016 a 2018 la clasificación aumenta a 0.5 y en donde obtiene su mejor clasificación es en el año 2019 en donde se obtiene un 0.8 de clasificación, esta diferencia tan grande entre los dos humedales se puede entender debido a que en el caso del humedal Juan Amarillo se toman, los espacios públicos efectivos de Suba y Engativá como espacios públicos que están dentro de su área de influencia, pues cabe recordar que este humedal al estar en la línea limítrofe de estas dos localidades tiene influencia sobre las población de las dos localidades, por ende para este estudio también se tomaron los espacios públicos efectivos de la localidad de Engativá, como espacios públicos efectivos que afectan al humedal Juan Amarillo.

En el indicador de porcentaje de áreas protegidas se presentó la dificultad de encontrar información actualizada de año tras año debido a que los planes de manejo de los humedales son antiguos siendo el del humedal Juan Amarillo del año 2010 y el del humedal Jaboque del año 2006 y a que según el POT de Bogotá vigente para esta temporalidad tiene una vigencia de 12 años. El cual fue presentado en el año 2000 por parte de administración de Antanas Mockus quien a su vez expidió un decreto de revisión el cual finalizo el 31 de diciembre de 2003 y dictaminaba que “Los cuatro períodos constitucionales de gobierno de las próximas administraciones distritales se refieren a las administraciones de los Alcaldes Luis Eduardo

Garzón (2004-2007), Samuel Moreno Rojas (2008-2011, con el encargo de la Dra. Clara López Obregón de junio a diciembre de 2011), Gustavo Petro Urrego (2012-2015) y el siguiente de 2016 a 2019. En consecuencia, el componente general del POT de Bogotá D.C. quedó con vigencia hasta el 31 de diciembre de 2019.” (Consejo de estado, 2019). Se trabajo con la hipótesis que los humedales no han ganado ni perdido áreas protegidas para lo cual se tomaron como valores de referencia los trabajados en el indicador de áreas verdes por habitante en donde se observó que en líneas generales para los dos humedales se mantuvo una clasificación de 0.5 lo que indica que están en un rango medio en donde se preservan entre el 50% y el 60% de las áreas protegidas lo cual indica que estas áreas protegidas se han mantenido con el pasar del tiempo desde el año 2010 hasta el año 2019, esto es debido a que en estos espacios está prohibido realizar construcciones o alteraciones al medio ambiente que afecten a la flora y fauna del lugar, también al esfuerzo realizado por parte de la SDA y de las administraciones de poder preservar estos humedales como lugares de intercambio pedagógico, cultural y ambiental.

El último de los índices de calidad ambiental urbana analizada en este trabajo dio como resultado la evidencia de los esfuerzos por parte de la SDA y de la administración de los humedales por generar una conciencia ciudadana con el fin de integrar a la comunidad, evidenciado como desde que empezaron a implementar estas estrategias de educación se ha ido sumando año tras año más personas interesadas en participar en estas estrategias, sin embargo aún la población que hace parte de estas estrategias es muy poca ya que según la clasificación se refleja que aún está en el 0, se puede ver cómo año a año las administraciones de los humedales han ido generando más actividades que atrajeron la atención de una mayor cantidad de población.

Gracias a la obtención de información primaria de Geodatabases obtenidos de la página de datos abiertos de Bogotá se logro realizar los mapas que permitieron vislumbrar los cambios obtenidos al interior de los humedales Juan Amarillo y Jaboque entre el año 2010 a 2019. Lo que permitió realizar una comparativa con los resultados obtenidos en los índices de calidad ambiental urbana.

Se encontró que para el caso del humedal Juan Amarillo no se reflejó un cambio físico significativo en la temporalidad trabajada en este estudio, lo cual se vio reflejado tanto en los índices de calidad ambiental urbana como en la cartografía ambiental urbana, esto puede ser resultado de los esfuerzos de la alcaldía a través de la Secretaria de Ambiente y de las administraciones locales de cada humedal por preservar estos ecosistemas; aunque no presento un variación importante en cuanto a su extensión si se presentaron cambios dentro del espejo de agua especialmente en el periodo comprendido por los años 2013– 2016 donde el crecimiento de plantas acuáticas incremento creando pequeñas islas dentro del humedal, esto deriva de los vertimientos de aguas residuales especialmente de tipo doméstico que recibe el cuerpo de agua y que por lo general tienen una alta carga orgánica, especialmente de fosfatos.

En la temporalidad del 2016-2019 se encontró que el espejo del agua del Juan Amarillo presento una leve reducción en su extensión lo cual estuvo asociado a factores de tipo climático, especialmente a fenómenos como el del niño, estas variaciones en las características del humedal muestran lo frágil de estos ecosistemas al cambio climático. En cuanto a la ronda del humedal se encuentra que la expansión de la ciudad estaba amenazando la vegetación de la zona por lo que se construyeron barreras artificiales que limitaron y controlaron la invasión de este ecosistema.

En cuanto al humedal Jaboque se evidencio que a diferencia del humedal Juan Amarillo este se encuentra totalmente expuesto ya que no cuentan con ningún tipo de barrera artificial o

natural que lo proteja o evite que las personas accedan a este, lo que hace que su deterioro sea mayor, esta problemática se hace evidente a simple vista ya que es posible apreciar suciedad y contaminación proveniente del arrojado de basuras y de escombros por parte de personas inescrupulosas que nos son conscientes del daño ambiental que están causando en todo un ecosistema.

La interacción antrópica en el humedal Jaboque ha ocasionado que este se haya fragmentado en dos pues la construcción de una vía que lo atraviesa lo que genera un aislamiento de las especies, dificultando la interacción entre individuos de una misma especie por lo cual se puede producir un inadecuado intercambio genético resultado de este aislamiento.

Se pudo apreciar como en la temporalidad del año 2016 al año 2019 el humedal Jaboque perdió un tramo de su extensión en la parte noroccidental del humedal, esto se debió a la construcción de barrios clandestinos que se construyen en las inmediaciones del humedal lo que genera un endurecimiento del suelo, esto contradice lo encontrado en el indicador de áreas protegidas, pues este indicador mostraba que las áreas se habían mantenido casi intactas con el paso del tiempo.

Si bien a lo largo del tiempo en los humedales Juan Amarillo y Jaboque han existido diversas estrategias de preservación ecosistémica, en algunos casos estas no se han aplicado de forma consistente de tal forma que puedan lograr llegar a una gran cantidad de población o que puedan impactar dentro de la comunidad de tal forma que esto ayude a generar una conciencia ciudadana sobre la importancia de estos ecosistemas, dentro de la ciudad; esto puede deberse principalmente a enfoques que no están muy a la vanguardia de la tecnología actual por lo cual su método de difusión no es el más idóneo, por eso en este estudio se decidió plantear estrategias que hicieran uso de la tecnología y fueran didácticas con la finalidad de lograr atraer la atención

de la población más joven, presentando estrategias que puedan crear una conciencia de forma divertida y que creen canales para un nuevo enfoque sobre las posibles estrategias de educación ambiental. Es importante que las estrategias a implementar orientadas a la educación ambiental de estos ecosistemas permitan a la comunidad en general pero especialmente a aquellas que viven en las cercanías de los humedales Juan Amarillo y Jaboque entender la importancia que tienen estos ambientes, los servicios que ofrecen y como las acciones de las más grandes a las más pequeñas impactan directa o indirectamente el estado de estos cuerpos de agua.

En los últimos años se puede apreciar el esfuerzo por parte de las administraciones de los humedales por generar estrategias de educación ambiental que involucren a la comunidad para de esta forma poder crear una conciencia ciudadana sobre la importancia de estos ecosistemas, pues en el caso del humedal Juan Amarillo se han llevado a cabo estas estrategias desde el año 2017, mientras que en el humedal Jaboque se han llevado a cabo desde el año 2016 logrando que la comunidad de a poco vaya participando en estas estrategias, no obstante se puede apreciar que en el indicador de porcentaje de población vinculada a estrategias de educación ambiental en áreas urbanas que el porcentaje de personas que participan en dichas estrategias es aún muy bajo con respecto al total de personas que habitan en la zona de influencia de los humedales, esto se puede deber a que los métodos de difusión de las estrategias no logran llegar o impactar en gran parte de la comunidad.

Se espera que con los resultados obtenidos en este estudio sirvan para aportar a la protección, preservación y recuperación de estos espacios que son de gran importancia ambiental para la ciudad de Bogotá, ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas que no solo habitan en las zonas de influencia de los humedales, si no en general a la calidad de vida de las

personas que habitan en la ciudad de Bogotá fomentando así el ecoturismo dentro de la ciudad como uno de los principales atractivos turísticos que podría ofrecer Bogotá.

La preservación de estos humedales contribuye también a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos ya que estos humedales funcionan como filtros dentro de la ciudad, lo cual ayuda a filtrar gran cantidad de elementos tóxicos que puede afectar la salud de las personas, ayudan a mejorar la calidad de agua de los afluentes que están interconectados a los humedales.

En general es de suma importancia la preservación de estos ecosistemas debido a todo lo que representa un humedal para la sociedad a nivel cultural, debido a lo que estos representaban para los indígenas que habitaron el territorio que hoy es la ciudad de Bogotá, también a la importancia ecológica que estos dan a la ciudad mejorando la calidad ambiental general no solo de la localidad donde se encuentran ubicados, sino también de toda la ciudad en general, además de ser hogar de grandes cantidades de especies de flora y fauna tanto endémica como migratoria que utilizan estos humedales como lugares de descanso en sus grandes recorridos migratorios, los humedales también son lugares de recreación y esparcimiento como se había mencionado anteriormente lo que fomenta un lugar de esparcimiento libre de la contaminación y la dinámica acelerada de la ciudad, ideal para las familias y los niños en donde pueden aprender y hacer parte de las estrategias de educación ambiental implementadas por la SDA y las administraciones de los humedales.

Recomendaciones

Diseñar un plan de manejo global de los humedales pertenecientes a la ciudad de Bogotá en donde se reglamenten el manejo y los cuidados que se deben tener con este espacio, pues el manejo actual de los humedales es independiente de cada administración por lo cual en algunos humedales como es el caso del Juan Amarillo presenta un cerramiento con maya que lo protege en mayor medida de la interacción antrópica con la ciudad, sin embargo en el caso del humedal Jaboque este no presenta ningún tipo de cerramiento por lo cual está más expuesto a posibles impactos ambientales desfavorables.

Por lo cual se recomienda estandarizar el cerramiento de estos ecosistemas a fin de poder tener una regulación más estricta sobre estos y protegerlos del arrojado de basuras y escombros para de esta forma frenar el deterioro ambiental.

Otra recomendación importante es la de actualizar los planes de manejo ambiental de estos humedales, pues en el caso de los humedales Juan Amarillo y Jaboque dichos planes son muy antiguos, por lo que no se tiene un conocimiento real de la situación de cada uno de estos humedales, ni de las posibles medidas correctivas que se deban abordar para cada caso.

Impulsar el ecoturismo dentro de estos espacios, de tal forma que tanto la ciudadanía como los turistas que visiten a la ciudad de Bogotá puedan disfrutar de la flora y fauna presente en estos humedales de una forma responsable, siempre bajo la estricta supervisión de guías y personal autorizado y capacitado por parte de la secretaria de ambiente. La idea de incentivar el ecoturismo es poder incentivar las visitas guiadas al humedal de tal forma que se genere un vínculo de apropiación y respeto a estos ecosistemas que son de suma importancia para la ciudad, los ingresos generados por estas visitas podrán ser invertidos en la preservación de estos.

Impulsar nuevas estrategias de prevención ecosistémica haciendo uso de herramientas informáticas, haciendo uso del internet, juegos didácticos en línea o aplicaciones interactiva con la finalidad de atraer al público más joven a participar en estas estrategias y también para que de esta manera pueda llegar a más personas y no solo las que se encuentran dentro del área de influencia de los humedales.

Hacer cumplir las normatividades ambientales por parte de la policía nacional, hacia los recicladores que realizan fogatas a cielo abierto, en zonas que son parte de los humedales.

En el desarrollo de este trabajo se encontraron algunos contratiempos relacionados con la recolección de información secundaria solicitada a la SDA en donde en algunos casos solicitar esta información no es sencillo pues la SDA tiene algunas restricciones en donde solicitan que sea la universidad la que solicite dicha información por medio de un oficio, lo cual es un trámite que retraso en gran medida la obtención de dicha información, la cual debe ser de carácter público. Por otro lado los tiempos de respuesta que maneja la SDA en estos casos son ineficientes, pues nos vimos en la necesidad de solicitar dicha información por medio de un derecho de petición el cual fue redactado y enviado por el docente Pablo Quintero en donde la SDA debía contestar en 15 días hábiles, sin embargo la respuesta oficial por parte de la secretaria llevo dos meses después de la fecha del envío del derecho de petición por lo cual la SDA debe mejorar los tiempos de respuesta de las solicitudes, pues si bien la información solicitada requería una búsqueda debido a la temporalidad solicitada, se encontró que la SDA solo tenía datos correspondiente al año 2017 por medio de informes y para el año 2019 por medio de un informe general para todos los humedales de Bogotá.

Referencias

Acueducto de Bogotá. (2006) Plan de Manejo Ambiental Humedal Jaboque. Recuperado de:

<http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2316609/Diagn%C3%B3stico+PMA+Humedal+Jaboque+06-13.pdf>

Acueducto de Bogotá. (2010) Plan de manejo ambiental Humedal Juan Amarillo. Recuperado de:

<http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/760385/PMA+UNIFICADO+JUAN+AMARILLO.pdf>

Acueducto de Bogotá. (2017) cuenca Salitre. Recuperado de:

https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-ambiental/Sistema_hidrico_del_Distrito_Capital/Cuenca_Salitre!/ut/p/z1/vZTRbpswFIZfJTdcEptAiLM7kqVdKq0ptCyNb5CxHXAFmBgnDG8_o0XV0qVBU5Vxg22-c3z-38cADJ4BrshBZEQLWZHCzDfYT_xwDh0ER_er1WwMw-UMRe7MWy6jCVifAtAbzWH4-DCLVvHceZg4AP_5-da_gTAMbwOIvABOvzrHePjBE8C--B8AA1xTwcAm9T2fjvjY3jLObG_KkI2cKbW3HDmcpL7rIa-jaaVrnYNNLZUmRaUSKivNK53wxoKkTIUZk6KbZLzpfBi8LVqwEY3mJRnkgilB5YDxYsCoBemeV5QkDSmEVvy9LX_7hi-rvuvTbQ5GvOx2ODB6uvJfNXi-oiAL1kTt9jzhVBYyM2DCTKASJkfCeJLvS87M8IWk0mBGPz5VcMaBS0AcwvfAmda6BAQL9whcsHljmnyYZGTMVgfBG9BXElVmtvw-I_N9q1vh3v4yR160jvXTT-6avqzb5pz19eC_kSdQVlhUx_1eDKnVRBrDiW664Gu6VWc61rpsvFrRg27bDTMqs4EMqSwueC8llyyo-JUFdxnGJ3J82Tv1oEaH2aZtnZfJ94Y6Pr-JQrIHZC9fNRo0!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Acueducto de Bogotá. (2019) Cuenca Salitre. Recuperado de:

[https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-ambiental/Sistema hidrico del Distrito Capital/Cuenca Salitre!/ut/p/z1/vZTRbpswFIZfJTdcEptAiLM7kqVdKq0ptCyNb5CxHXAFmBgndG8_o0XV0qVBU5Vxg22-c3z-38cADJ4BrshBZEQLWZHCzDfYT_xwDh0ER_er1WwMw-UMRe7MWy6jCVifAtAbzWH4-DCLVvHceZg4AP_5-da_gTAMbwOIvABOvzrHePjBE8C--B8AA1xTwcAm9T2fjvjY3jLObG_KkI2cKbW3HDmcpL7rIa-jaaVrnYNNLZUmRaUSKivNK53wxoKkTIUZk6KbZLzpfBi8LVqwEY3mJRnkgilB5YDxYsCoBemeV5QkDSmEVvy9LX_7hi-rvuvTbQ5GvOx2ODB6uvJfNXi-oiAL1kTt9jzhVBYyM2DCTKASJkfCeJLvS87M8IWk0mBGPz5VcMaBS0AcwvfAmda6BAQL9whcsHljimnyYZGTMVgfBG9BXElVmtvw-I_N9q1vh3v4yR160jvXTT-6avqzbz5pz19eC_kSdQVlhUx_1eDKnVRBrDiW664Gu6VWc61rpsvFrRg27bDTMqs4EMqSwueC8llYyo-JUFdxnGJ3J82Tv1oEaH2aZtnZfJ94Y6Pr-JQrIHZC9fNRo0!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-ambiental/Sistema_hidrico_del_Distrito_Capital/Cuenca_Salitre!/ut/p/z1/vZTRbpswFIZfJTdcEptAiLM7kqVdKq0ptCyNb5CxHXAFmBgndG8_o0XV0qVBU5Vxg22-c3z-38cADJ4BrshBZEQLWZHCzDfYT_xwDh0ER_er1WwMw-UMRe7MWy6jCVifAtAbzWH4-DCLVvHceZg4AP_5-da_gTAMbwOIvABOvzrHePjBE8C--B8AA1xTwcAm9T2fjvjY3jLObG_KkI2cKbW3HDmcpL7rIa-jaaVrnYNNLZUmRaUSKivNK53wxoKkTIUZk6KbZLzpfBi8LVqwEY3mJRnkgilB5YDxYsCoBemeV5QkDSmEVvy9LX_7hi-rvuvTbQ5GvOx2ODB6uvJfNXi-oiAL1kTt9jzhVBYyM2DCTKASJkfCeJLvS87M8IWk0mBGPz5VcMaBS0AcwvfAmda6BAQL9whcsHljimnyYZGTMVgfBG9BXElVmtvw-I_N9q1vh3v4yR160jvXTT-6avqzbz5pz19eC_kSdQVlhUx_1eDKnVRBrDiW664Gu6VWc61rpsvFrRg27bDTMqs4EMqSwueC8llYyo-JUFdxnGJ3J82Tv1oEaH2aZtnZfJ94Y6Pr-JQrIHZC9fNRo0!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/)

Achicanoy, J., Rojas, R., Sánchez, J. (2018) Análisis y proyección de las coberturas vegetales mediante el uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica en la localidad de Suba, Bogotá-Colombia. Recuperado de:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/68285>

ADESSA. (sin fecha) Plan de manejo Ambiental Humedal Jaboque. Recuperado de:

<http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2316609/Diagn%C3%B3stico+PMA+Humedal+Jaboque+06-13.pdf>

Alcaldía local de Engativá. (2020) Diagnostico Local Alcaldía de Engativá. Recuperado de:

http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documento_tecnico_pdl-engativa.pdf

Alcaldía mayor de Bogotá. (s.f) Localidad de Engativá. Recuperado de:

<https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/localidades/engativa>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2004) Decreto 190 de 2004 Alcaldía mayor de Bogotá, D.C.

recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13935>

Alcaldía mayor de Bogotá. (2010) Plan de Manejo Ambiental Humedal Juan Amarillo.

Recuperado de:

http://ambientebogota.gov.co/documents/21288/178057/PMA_JuanAmarillo.pdf

Alcaldía mayor de Bogotá. (2010) SECRETARIA DISTRITAL DE INTEGRACION SOCIAL

SUBDIRECCION LOCAL DE ENGATIVÁ LECTURA DE REALIDADES MESAS

DE GESTION SOCIAL INTEGRAL Y CALIDAD DE VIDA. Recuperado de :

http://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/1_entidad/gsi/10_engativa_lectura_de_realidades.pdf

Alcaldía mayor de Bogotá. (2010) Bogotá ciudad de estadísticas boletín 23 población y

desarrollo urbano. Recuperado de: <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/dice106-cartillapobdesallourbano-2010.pdf>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2016) Ficha gestión de parques ecológicos distritales de humedales-

PEDH. Recuperado de: <http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/wp-content/uploads/2018/01/FICHA-JABOQUE-1.pdf>

Alcaldía de Bogotá. (2016) Reporte técnico de indicadores de espacio publico. Recuperado de:

<http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/primerreporteindicadores.pdf>

Alcaldía mayor de Bogotá. (2017) Diagnostico Local Sectorial y Documento de priorización.

Recuperado de:

https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=11092&f_NORMFIL_FILE=X&inputfileext=NORMFIL_FILE_AME#:~:text=De%20acuerdo%20a%20las%20proyecciones,los%20habitantes%20del%20Distrito%20Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017) Diagnostico Local sectorial y documento de priorización.

Recuperado de:

https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=11092&f_NORMFIL_FILE=X&inputfileext=NORMFIL_FILE_AME

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017) Reporte técnico de indicadores de espacio publico 2017.

Recuperado de: <http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/2018/Reporte-tecnico-2-2017.pdf>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018) Análisis demográfico y proyecciones poblacionales de Bogotá

Salud Capital (2012) Diagnostico Local suba 2012. Recuperado de:

http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Diagnosticos%20Locales/Locales%20Preliminares/1_1_Subapdf.pdf

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018) Análisis demográfico y proyecciones poblacionales de Bogotá

Salud Capital (2012) Diagnostico Local suba 2012. Recuperado de:

http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Diagnosticos%20Locales/Locales%20Preliminares/1_1_Subapdf.pdf

Alexander, S., McInnes, R. (2012) Los beneficios de la restauración de humedales. Recuperado de: <http://biblioteca.cehum.org/handle/123456789/242>

Amaya, L., Donado, D. (2015) Propuesta de Lineamientos de Gestión del recurso hídrico para la inclusión en el plan maestro de acueducto y alcantarillado del distrito capital. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/287645973_Propuesta_de_Lineamientos_de_Gestion_del_Recurso_Hidrico_Para_la_inclusion_en_el_Plan_Maestro_de_Acueducto_y_Alcantarillado_del_Distrito_Capital_-_Zona_Rural/figures?lo=1

Ávila, S., Estupiñán, S., Mejía, A., Mora V. (2014) La calidad Bacteriológica del agua del humedal Jaboque (Bogotá Colombia) en dos épocas contrastantes. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v36n2/v36n2a10.pdf>

Bejarano, P., Argenis, M. (2008) Dinámica Espacio-temporal del humedal Juan Amarillo entre 1950-2005. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027882005.pdf>

Beltrán, J., Rangel, O. (2013) Modelación Hidrológica del humedal de Jaboque -Bogotá D,C (Colombia), recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v35n1/v35n1a7.pdf>

Bogotá como vamos. (2015) Informe de calidad de vida de Bogotá. Recuperado de:

<http://www.engativa.gov.co/sites/engativa.gov.co/files/documentos/informe-de-calidad-de-vida-2015.pdf?width=800&height=800&iframe=true>

Cárdenas, M., Castaño, S., Romero, J., Romero J. (2011) Aproximaciones a la transformación espacio-temporales del humedal Juan Amarillo en la ciudad de Bogotá. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820674.pdf>

Cadena, S. (2018) Lineamientos de Gestión Ambiental Para el Humedal Interior Jaboque, Bogotá D. C. 2005-2017. Recuperado de:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15312/CadenaValbuenaSaraYesenia2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cámara de comercio de Bogotá. (2014) Observatorio de la gestión urbana en Bogotá.

Recuperado de:

<file:///C:/Users/santi/Downloads/Observatorio%20de%20la%20Gesti%C3%B3n%20Urbana.pdf>

CAR. (2006) Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá.

Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac24aeabc81c.pdf>

Castañeda, M., Díaz, K., Jiménez, Y. (2019) Regenerare: proyecto paisajístico, humedal

Jaboque. Recuperado de:

https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5225/Regenerare_cata%c3%blizador_humedal_Jaboque.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castiblanco, A., Galeano, C. (2019) C.V Jaboque desarrollo de la cuenca visual del humedal

Jaboque propuesta Urbano-Tectónica para el manejo y conservación de la zona occidental del humedal Jaboque en la localidad de Engativá. Recuperado de:

https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5595/20191206_CVJABOQUE_Alfonso.Galeano%20-%20%20Monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castillo, A. (2013) Dinámica de la construcción por usos Localidad Suba. Recuperado de:

<https://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/suba.pdf>

Castillo, G. (2013) Indicadores Ambientales de espacio publico en Bogotá. Recuperado de:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/20822/Mem%20Ginna%20Alexandra%20CASTILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Consejo de Estado. (2019) Plan de ordenamiento territorial POT de Bogotá D.C. – vigencia de procedimientos de modificación excepcional de las normas urbanísticas. Competencias del consejo Distrital y del Alcalde mayor para adoptar y modificar el POT/ PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL POT- Marco Jurídico. Revisiones. NORMAS URBANISTICAS- Estructurales Generales Complementarias. Recuperado de:

[http://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/140/SC/11001-03-06-000-2013-00397-00\(2162\).pdf](http://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/140/SC/11001-03-06-000-2013-00397-00(2162).pdf)

Contraloría de Bogotá D.C. (2016) recuperación del espacio público: un reto para la seguridad, convivencia y el mejoramiento de la calidad de vida. Recuperado de:

<http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/Informes/Estructurales/Gobierno/2016%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20Espacio%20P%C3%BAblico.pdf>

Contreras, S. (2014) Desarrollo de medidas estructurales y no estructurales para la conservación del humedal Jaboque, basadas en el Análisis WQI. Recuperado de:

<http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001480.pdf>

Datos Abiertos Bogotá. (2021) Mapas de referencia para Bogotá. Recuperado:

<https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/mapa-de-referencia>

Díaz, J. (2020) Los servicios Ecosistémicos de soporte y regulación como estrategia para la intervención urbanística de Humedales. Recuperado de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/53048/LOS%20SERVICIOS%20ECOSISTMICOS%20DE%20SOPORTE%20Y%20REGULACION>

[N%20COMO%20ESTRATEGIA%20PARA%20LA%20INTERVENCION%20URBAN%20DSTICA%20DE%20HUMEDALES%20URBANOS.%20pdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://encolombia.com/medio-ambiente/humedales/bogotah/hhb/hume-bogota-historia2/)

Encolombia. (sin fecha) Humedal Jaboque. Recuperado de: <https://encolombia.com/medio-ambiente/humedales/bogotah/hhb/hume-bogota-historia2/>

e-XXI. (S.F) La aplicación del factor de corrección de temperatura. Recuperado de:

<https://www.e-xxi.com/index.php/blog/15-e-xxi-blog/103-la-aplicacion-del-factor-de-correccion-de-temperatura>

Fajardo, C. (2012) Evaluación de los impactos Ambientales que se generan con la construcción de la avenida longitudinal de occidente a el humedal Juan Amarillo (Tibabuyes).

Recuperado de:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10749/MONOGRAFIA.%20Resumen%20de%20Fajardo%20L..pdf?sequence=1>

Fundación Humedales Bogotá. (2011) Galería fotográfica Humedal de Tibabuyes o Juan

Amarillo. Recuperado de: <https://humedalesbogota.com/2011/02/27/humedal-de-juan-amarillo-o-tibabuyes/>

Fundación Humedales Bogotá. (2011) Humedal Jaboque. Recuperado de:

<https://humedalesbogota.com/2011/03/07/humedal-jaboque/>

Fundación Humedales Bogotá. (2015) Jaboque la tierra de la abundancia. Recuperado de:

<https://humedalesbogota.com/2015/03/03/jaboque-la-tierra-de-la-abundancia/>

Fundación Humedales Bogotá. (2021) Humedales Bogotá. Recuperado de:

<https://humedalesbogota.com/humedales-bogota/>

García, J. (2002) Cartografía ambiental. Desarrollo y propuestas de sistematización. Recuperado

de: <https://core.ac.uk/download/pdf/38809171.pdf>

Hernández, J., Rangel, J. (2009) La vegetación del humedal Jaboque (Bogotá D.C). Recuperado

de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v31n2/v31n2a10.pdf>

Huérffano, J., Daza, J., Palacios, B., Quintero, A., Bustamante, D. (2015) Atlas de salud pública 2015 localidad de Engativá. Recuperado de:

http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Documentos%20Vigilancia%20en%20Salud%20Publica%20Geografica1/An%C3%A1lisis%20espacial%20por%20localidad/Atlas%20de%20Salud%20P%C3%BAblica/2015/Atlas_SaludPublica_Abril29_2016%20Engativa.pdf

IDEAM. (2007) Informe final contrato 111/2007. Recuperado de:

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020735/Informe%20Final/INFO_RME%20FINAL%20IDEAM.pdf

IDEAM. (S.F) Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA). Recuperado de:

http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031#:~:text=El%20indicador%20se%20calcula%20a,de%20las%20aguas%20corrientes%20superficiales

Izquierdo, A., Aragón, R., Navarro, J. (2018) Humedales de la Puna: Principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Navarro42/publication/328950921_Humedales_de_la_Puna_principales_proveedores_de_servicios_ecosistemicos_de_la_region/links/5bede13e299bf1124fd5d7fb/Humedales-de-la-Puna-principales-proveedores-de-servicios-ecosistemicos-de-la-region.pdf

- Kandus, P., Morandeira, N., Schivo, F. (2010) bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del Delta del Paraná. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/regiones_ganaderas/27-Ecosist_del_Delta-2010.pdf
- Karis, C., Mujica, C., Ferraro, R. (2019) Indicadores Ambientales y gestión Urbana. Relaciones entre servicios ecosistémicos urbanos y sustentabilidad. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/339034252_Indicadores_ambientales_y_gestion_urbana_Relaciones_entre_servicios_ecosistemicos_urbanos_y_sustentabilidad
- Labrador, P. (2012) valoración económica del espacio publico efectivo bogotano: una aproximación utilizando el método de precios hedónicos. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15642/LabradorAraujoGiselaPaola2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leguizamón, A. (2014) Eco museo Humedal Juan Amarillo, la infraestructura ecológica como recomposición de un espacio de integración de un borde urbano natural. Recuperado de: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001388.pdf>
- LESDADA. (2018) Enfermedades producidas por bacterias y malos olores. Recuperado de: <https://www.lesdasa.com/enfermedades-producidas-por-bacterias-y-malos-olores/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20ocurre%20al%20exponerse%20a,%20Gripe%20Neumon%C3%ADa%20Bronquitis.>
- Ministerio de Ambiente. (sin fecha) Bogotá Designa primeros humedales urbanos Ramsar de Latinoamérica. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4072-bogota-designa-primeros-humedales-urbanos-ramsar-de-latinoamerica>
- Ministerio de Ambiente. (2018) Reporte Índice de calidad Ambiental Urbana Periodo 2016-2017 Elementos conceptuales y metodológicos. [Recuperado de:](#)

[file:///C:/Users/santi/Desktop/proyecto%20de%20grado/ppt_ICAU_metodologia_2016_-2017%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/santi/Desktop/proyecto%20de%20grado/ppt_ICAU_metodologia_2016_-2017%20(3).pdf)

Morales, V., Piedra, L., Romero, M., Bermúdez, T. (2018) indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. Recuperado de:

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1421.pdf>

Montenegro, C., Castaño, S., Romero J, Pachón J. (2011) Aproximaciones a las transformaciones espacio, temporales del humedal Juan Amarillo, en la ciudad de Bogotá. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820674.pdf>

Observatorio Del Espacio Público De Bogotá. (2019) Reporte técnico de indicadores de espacio público 2019. Recuperado de:

http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/2019/reporte_tecnico_de_indicadores_de_espacio_publico_2019_baja.pdf

Observatorio Del Espacio Público De Bogotá. (2021) Espacio público efectivo. Recuperado de:

<http://observatorio.dadep.gov.co/indicador/espacio-publico-efectivo#:~:text=Este%20indicador%20establece%20la%20relaci%C3%B3n,Bogot%C3%A1%202012.>

Ortiz, W. (2014) dinámica de un humedal urbano: Cambios históricos en sus coberturas y cambios recientes en la comunidad de aves (humedal Córdoba Bogotá). Recuperado de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15017/OrtizCortesWilliamEnrique2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quiroga, R. (2007) Indicadores Ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectiva para América Latina y el caribe. Recuperado de:

https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/5498/S0700589_es.pdf

Ramsar. (1971) ¿Que son los humedales? Recuperado de:

<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info2007sp-01.pdf>

Ramsar. (2006) Manual de la Convención de Ramsar 4ª. Edición. Recuperado de:

https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf

Rico, G. (2017) Humedales de Bogotá: ¿por qué es necesario y urgente conservarlos? Mongabay

<https://es.mongabay.com/2017/01/humedales-bogota-necesario-urgente-conservarlos/>

Salgado, N., Triana, I. (2019) Efectos del proceso de urbanización sobre el espejo de agua y la cobertura vegetal del humedal Jaboque en los últimos 31 años: Análisis multitemporal.

Recuperado de:

https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2604/Salgado_Rojas_Natalia_Alejandra_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, D., Amat, G. (2005) Diversidad de la Fauna de Artrópodos Terrestres en el Humedal

Jaboque Bogotá-Colombia. Recuperado de: <file:///C:/Users/santi/Downloads/39299-174814-1-PB.pdf>

Sánchez, S. (2015) Jaboque tierra de la abundancia. Recuperado de:

<https://humedalesbogota.com/2015/03/03/jaboque-la-tierra-de-la-abundancia/>

Sánchez, P. (2020) Análisis de la sostenibilidad socio ambiental del proyecto “Conexión

Corredor ambiental Humedal Juan Amarillo” Bogotá, Colombia. Recuperado de:

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/11082/TE.GS_SanchezPaola_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Secretaria Distrital de Ambiente. (2016) Jornada de limpieza y recuperación del humedal Juan

Amarillo. Recuperado de: http://ambientebogota.gov.co/historial-de-noticias/-/asset_publisher/1RkX/content/jornada-de-limpieza-y-recuperacion-del-humedal-juan-

[amarillo?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fhistorial-de-noticias%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_1RkX%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D3#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%20diciembre%2028%20de%202016.&text=El%20resultado%20fue%20el%20retiro, donde%20permanec%C3%ADan%20habitantes%20de%20calle](http://www.ambientebogota.gov.co/historial-de-noticias?p_id=101_INSTANCE_1RkX%26p_p_lifecycle=0%26p_p_state=3Dnormal%26p_p_mode=3Dview%26p_p_col_id=3Dcolumn-2%26p_p_col_count=3D3#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%20diciembre%2028%20de%202016.&text=El%20resultado%20fue%20el%20retiro, donde%20permanec%C3%ADan%20habitantes%20de%20calle)

Secretaria Distrital de Ambiente. (2021) Informe de Calidad del Agua Superficial y Comunidades Hidrobiológicas En los Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PEDH) 2019-2020. Recuperado de:

<file:///C:/Users/santi/Desktop/proyecto%20de%20grado/informacion%20recibida%20humedal%20Jaboque/Anexo%207.%20Informe%20Calidad%20de%20agua%20e%20Hidrobiologia%20PEDHs%202019-2020.pdf>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2021) Informe técnico No. 394 DMMLA del 2017-08-17 Laboratorio ambiental. Recuperado de:

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/112mwhne0JIDUjz6dydZSv0aMR9KGGqEp>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2021) Informe técnico No. 523 DMMLA del 2017-08-16 Laboratorio Ambiental. Recuperado de:

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/112mwhne0JIDUjz6dydZSv0aMR9KGGqEp>

Secretaria Distrital de Ambiente. (Respuesta al radicado SDA No.2021ER76580, 06 de Julio de 2021)

Secretaria de cultura, recreación y deporte SCRCD. (2018) Engativá. Recuperado de:

<http://sispru.scrd.gov.co/siscred/sites/default/files/10.%20ENGATIV%C3%81%20SPT%202018%20pdf.pdf>

Secretaria distrital de planeación. (2018) Revisión ordinaria del POT representación del diagnóstico. Recuperado de:

http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/suba_diagnostico_pot_2.pdf

Secretaria de Cultura, recreación y deporte- Dirección de planeación de proyectos estratégicos, Subdirección Análisis sectorial población y local. (2016) Ficha Local de Suba- Diciembre 2016. Recuperado de:

https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/adjuntos_paginas_2014/11_perfil_suba_-_segunda_version_dic16.pdf

Secretaria Distrital de Planeación. (s.f) Aproximación a las implicaciones del fallo del consejo de Estado sobre el río Bogotá. Recuperado de:

http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/aproximacion_a_las_implicaciones_del_fallo_d_el_consejo_de_estado_sobre_el_rio_bogota.pdf

Secretaria de planeación. (2017) Informe Localidad de Engativá Caracterización de sectores sociales LGBTI encuesta multipropósito . Recuperado de:

<http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/locengativa.pdf>

Secretaria de planeación. (2020) Plan de ordenamiento Territorial. Recuperado de:

http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/tomo_2_ambiente_y_epp_pot_2020_version_2.pdf

Suspes, A. (2017) Humedal Juan Amarillo hacia un ambiente permeable. Recuperado de:

<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3706/HUMEDAL%20JUAN%20AMARILLO.%20HACIA%20UN%20AMBIENTE%20PERMEABLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, C. (2019) Estrategias de recuperación y conservación de la zona de amortiguamiento del humedal Juan Amarillo, intervenida por el “proyecto parque Juan Amarillo”, En área de influencia de los barrios Cortijo y Ciudadela Colsubsidio de la localidad de Engativá.

Recuperado de:

https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2850/Torres_Garc%C3%ADa_Carolina_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. (2020) Instructivo para la usabilidad de

Normas internacionales de citación APA 7ª Edición. Recuperado de:

file:///C:/Users/santi/Desktop/proyecto%20de%20grado/Norma_APA_7_Edicion%20UNAD.pdf

Anexo

Anexo A

Cronograma

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Fase de búsqueda y revisión de información secundaria	X	X										
Fase de construcción y elaboración de los indicadores ambientales urbanos			X									
Fase de elaboración de cartografía ambiental			X	X								
Fase de elaboración de estrategia de conservación de humedales					X							
Análisis de resultados						X						
Presentación de resultados							X					

Anexo B

Presupuesto

RECURSO	DESCRIPCION	PRESUPUESTO (\$)
Equipo Humano	1 estudiante	\$908.526
Equipos y Software	Equipo de computo	\$1'450.000
Viajes y Salidas de Campo	Visitas a los humedales	\$100.000
Materiales y suministros	Papelería e implementos de la estrategia de preservación ecosistémica	\$0
Bibliografía	Fotografías aéreas, ortofotografías, imágenes satelitales	\$0
TOTAL		\$2'458.526