

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Servicios ecosistémicos de los cuerpos de agua del Bosque Protector “La Prosperina” (BPP), Guayaquil -Ecuador.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

María Pía Beltrán Demera

Grace Nicole Cáceres Lucio

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Grace Nicole Cáceres Lucio

El presente proyecto lo dedico a mi familia: papá, mamá, mis cuatro hermanos y abuela, amigos y a quien fue mi pareja en ese tiempo, estuvieron conmigo en cada paso, por sus palabras y aliento para seguir; a la ESPOL por haberme formado personal y profesionalmente.

María Pía Beltrán Demera

El presente proyecto me lo dedico y se lo dedico con todo mi corazón a mi familia (hermanos y padres) pues sin ellos no lo habría logrado. Me han motivado constantemente para lograr mis metas y nunca dar paso atrás. También a mis amigos que me han aconsejado y acompañado a lo largo de este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Grace Nicole Cáceres Lucio

En primer lugar, a Dios, por ser mi luz y camino.

Mi más sincero agradecimiento a nuestro tutor Félix Morales Ph.D, por su guía hasta el final, a Edwin Jiménez Ms.c por la construcción de las albarradas y toda la información proporcionada acerca de ellas, a mis mentores: Carlos López Ph.D y la Lcda. Sarahi Jaime, y todos quienes de una forma u otra formaron parte del proceso.

María Pía Beltrán Demera

Mi más sincero agradecimiento en primer lugar a Dios por siempre estar a mi lado y nunca hacerme las cosas fáciles. También a mi tutor, profesor, guía y consejero, Dr. Félix Morales, que me ha apoyado a lo largo de este proceso. Finalmente, pero no menos importante se lo agradezco a mi familia y a mi enamorado por siempre escucharme y darme consejos.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución a María Pía Beltrán Demera y Grace Nicole Cáceres Lucio y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



María Pía Beltrán D.



Grace N. Cáceres L.

EVALUADORES

Diego A. Gallardo

PROFESOR DE LA MATERIA

Félix E. Morales

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Las albardadas son cuerpos de agua dulce que han sido construidas con el fin de obtener agua a partir de cursos de agua naturales, garantizando la disponibilidad de agua durante todo el año cubriendo las necesidades de las comunidades. Estos al ser humedales, brindan beneficios directos e indirectos que pueden ser tangibles o intangibles llamados servicios ecosistémicos. El bosque protector "La Prosperina" (BPP) posee diversas albardadas en sus más de 300 hectáreas, las cuales brindan servicios ecosistémicos que no han sido definidos o establecidos. El presente proyecto tiene como objetivo evaluar los cuerpos de agua dulce para la identificación de los servicios ecosistémicos que brindan, para la toma de medidas de conservación, generación de planes de acción y la posterior evaluación de los servicios ecosistémicos identificados. Se seleccionaron las herramientas "accesibles" para aplicar, se realizó la caracterización de los cuerpos de agua, una matriz de identificación, una matriz: servicio ecosistémico - herramienta y una ficha síntesis para la rápida evaluación de los mismos; finalmente se deben tomar algunas medidas para potenciar los SE encontrados e incluir más de ellos.

Palabras Clave: Albardadas, Servicios ecosistémicos, Bosque protector "La Prosperina".

ABSTRACT

The “albarradas” are freshwater bodies that have been built to store water from natural watercourses, ensuring the availability of water throughout the year to meet the community's needs. As wetlands, they provide direct and indirect benefits that can be tangible or intangible, called ecosystem services. The "La Prosperina" Protected Forest (BPP) has several albarradas in its more than 300 hectares, which provide ecosystem services that have not been defined or established. The objective of this project is to evaluate the freshwater bodies for the identification of the ecosystem services they provide, in order to take conservation measures, generate action plans and subsequently evaluate the ecosystem services identified. The "accessible" tools were selected for application, the characterization of the water bodies, an identification matrix, an ecosystem service matrix - tool and a summary sheet for their rapid evaluation were carried out; finally, some measures must be taken to enhance the ecosystem services found and to include more of them.

Keywords: *Albarrada; Ecosystem services; The protective forest "La Prosperina" (BPP).*

INDICE GENERAL

ABREVIATURAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
CAPÍTULO 1	13
1.INTRODUCCIÓN	13
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Justificación del problema	14
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Marco teórico	15
1.4.1 Las albardadas	15
1.4.2 Servicios ecosistémicos de los humedales.....	16
1.4.2.1 Servicios de regulación	17
1.4.2.2 Servicios de provisión	17
1.4.2.3 Servicios de soporte.....	18
1.4.2.4 Servicios culturales	18
1.4.3 El Bosque Protector La “Prosperina” y sus cuerpos de agua.....	18
1.4.4 Servicios ecosistémicos de las albardadas del BPP	20
1.4.5 Herramientas o instrumentos para evaluar los cuerpos de agua	21
CAPÍTULO 2	23
2.METODOLOGÍA	23
2.1. Revisión literaria.....	23
2.2. Obtención de datos	24
2.3. Comparación de resultados.....	27

CAPÍTULO 3	29
3. Resultados y Análisis	29
3.1 Herramientas accesibles	29
3.2 Caracterización de las albardas e identificación de los SE.....	31
3.2.1 Lago de ESPOL	31
3.2.2 Lago de PARCOM	32
3.2.3 Lago de GEA	32
3.2.4 Albarda “Cuevas”	32
3.2.5 Albarda “Martin pescador”	33
3.2.6 Albarda “Cañas”	33
3.3 Limitaciones de aplicación de los SE	37
CAPÍTULO 4	40
4.1 Conclusiones Y Recomendaciones	40
4.1.1 Conclusiones	40
4.1.2 Recomendaciones	41
Anexos	42
BIBLIOGRAFÍA	47
Bibliografía	47

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
BPP	Bosque Protector “La Prosperina”
SE	Servicios ecosistémicos
MEA	Milenium Ecosystem Assesment
Ha	Hectáreas
SIG	Sistemas de información geográfica
E	Encuestas
OD	Observaciones directas
RF	Registro fotográfico
RA	Revisión de antecedentes del área
ID	Interacción directa
RB	Revisión de información bibliográfica

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación y cobertura vegetal del BPP.....	19
Figura 2.1 Diseño metodológico de investigación.....	23
Figura 2.2 Ubicación de las albardas consideradas para este estudio	25
Figura 2.3 Ejemplo de matriz de identificación.	27
Figura 2.4 Ficha síntesis para la caracterización de los servicios ecosistémicos	28
Figura 3.1 Ficha síntesis para la caracterización de los servicios ecosistémicos.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Información básica de cuerpos de agua del BPP	20
Tabla 1.2 Usos conocidos de los cuerpos de agua del BPP	21
Tabla 3.1 Herramientas accesibles para la identificación de los servicios ecosistémicos	29
Tabla 3.2 Matriz de identificación de los servicios ecosistémicos proporcionados por cada cuerpo de agua.....	34

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, las albardas han sido construidas con el fin de obtener agua a partir de cursos de aguas naturales, garantizando la disponibilidad de agua durante todo el año cubriendo las necesidades de las comunidades (Zulaica & Álvarez, 2016). Estos cuerpos de agua dulce brindan beneficios directos e indirectos que pueden ser tangibles o intangibles (Zulaica & Álvarez, 2016). Beneficios que son considerados como servicios ecosistémicos (SE) definidos por el Millennium Ecosystem Assessment (por sus siglas en inglés MEA) como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005)

En algunas áreas de la costa del Ecuador se encuentran estas tecnologías ancestrales conocidas como albardas que datan de hace 3 800 años y han concebido varias formas de vida en esta región tumbesina (Vallejo, 2020). Se ha determinado que estos sistemas tienen la capacidad de brindar los mismos SE de aprovisionamiento, regulación, cultural y de soporte que brindan los sistemas de otras regiones (García, Cedeño, Piza, & Villacreses, 2020). En esta región tumbesina se encuentra el Bosque Protector “La Prosperina” (BPP), un bosque seco tropical que posee albardas, las cuales fueron realizadas en puntos estratégicos con diferentes tamaños y formas. Estos sistemas han sido utilizados hasta la actualidad por personal del BPP y comunidades aledañas, pero no se han establecido formalmente los SE que brindan por lo que podrían estar siendo subutilizados.

Establecer la importancia de los SE que brindan estos ecosistemas sirve como base para entender la relación entre el ser humano y la naturaleza y para entender la importancia de la identificación de los SE es necesario comprender las albardas y sus aportes. Debido a esto, se plantea la identificación de los SE según la caracterización de los cuerpos de agua presentes en el BPP generando bases para su posterior evaluación y poder generar planes de acción y medidas de conservación.

1.1. Descripción del problema

El uso indiscriminado de los bienes y servicios que brindan los ecosistemas dulceacuícolas ha causado su disminución y consigo la pérdida alarmante de su biodiversidad (WWF, 2021;

Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020). Estos beneficios son reconocidos como servicios ecosistémicos, los cuales se están viendo afectados a causa del incremento de actividades antropogénicas (Pancha, 2014; Zulaica & Álvarez, 2016). Todo esto causado debido a la falta de investigaciones y conocimiento que tiene la sociedad sobre la importancia de los humedales. Debido a lo antes mencionado, en la actualidad se reconoce la importancia de estos ecosistemas y los servicios que brindan, buscando soluciones para su remediación y protección (Zulaica & Álvarez, 2016). Por lo que se han desarrollado evaluaciones a nivel global de los servicios ecosistémicos, valorando su importancia (MMA, 2018).

1.2. Justificación del problema

Los seres humanos se valen de los recursos naturales para satisfacer sus necesidades básicas, pero estos recursos se están viendo afectados por el crecimiento poblacional indiscriminado (Talls & Kareiva, 2020). En el 2005 el MEA informó que durante las últimas cinco décadas el crecimiento poblacional ha generado grandes cambios en los ecosistemas causando pérdidas irreversibles en la biodiversidad. Del mismo modo, los ecosistemas dulceacuícolas son considerados unos de los más amenazados debido a la diversidad de actividades antropogénicas que se desarrollan en sus alrededores o se sirven de los mismos (WWF, 2021). Se conoce que cerca del 40% de las especies en todo el mundo utilizan los humedales para reproducirse o durante sus primeras etapas de vida (Gibbens, 2021). A pesar de lo antes mencionado, según el informe de Planeta Vivo desarrollado por el fondo mundial para la naturaleza (por sus siglas en inglés WWF) (2020), hasta el 2020 se habían perdido más del 85% de los humedales en todo el mundo. Esto se debe al uso desmesurado de los múltiples beneficios directos e indirectos que estos ecosistemas brindan a la sociedad (Zulaica & Álvarez, 2016; Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020). Existe una estrecha relación entre los ecosistemas y la humanidad, surgiendo el concepto de servicios ecosistémicos, término que ha tenido una aceptación exponencial en los medios académicos y gubernamentales. (Balvanera & Cotler, 2007). Tales servicios son fundamentales para todos los seres vivos y presentan un sin número de beneficios para la humanidad. Conociéndose que a nivel mundial se han desarrollado evaluaciones de estos servicios ecosistémicos para ayudar a la posterior toma de decisiones socioambientales sobre las acciones del ser humano (MMA, 2018). En Ecuador, según la secretaria nacional de planificación (2021) la huella ecológica y la biocapacidad se encuentran en el límite de 0.3 hectáreas globales (hag.),

generando retos para reducir o mantener y no aumentar la huella ecológica nacional. El BPP posee varios cuerpos de agua dulce (albarradas) cuyos servicios ecosistémicos no han sido identificados formalmente, por lo que podrían estar siendo subutilizados. Reconociéndose la necesidad de la identificación de los servicios ecosistémicos para realizar futuras valoraciones económicas, reduciendo la huella ecológica del Ecuador y así ayudar a la conservación de estos ecosistemas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar los cuerpos de agua dulce del Bosque Protector “La Prosperina” seleccionando las herramientas accesibles para la identificación de los servicios ecosistémicos que brindan.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las herramientas de identificación de los servicios ecosistémicos para la selección de aquellas “accesibles” que pueden ser utilizadas en los cuerpos de agua dulce del BPP.
- Caracterizar los cuerpos de agua dulce mediante la aplicación de las herramientas seleccionadas para la identificación de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos que brinda cada una.
- Identificar las limitaciones existentes en la prestación de servicios ecosistémicos por parte de las albarradas para su intervención y potenciación.

1.4. Marco teórico

1.4.1 Las albarradas

Las albarradas son humedales artificiales lénticos, construidas en un inicio por poblaciones indígenas con el objetivo de almacenar agua de lluvia en periodos de sequía, y ser utilizadas especialmente para el riego en actividades agrícolas. En la actualidad estos cuerpos de agua son formados con un muro de tierra o cemento y poseen formas circulares, semicirculares o alargadas, presentando en sus alrededores vegetación

característica de la zona (García, Cedeno, Piza, & Villacreses, 2020). Estas estructuras no solo benefician a las comunidades, sino también nutren la capa freática y gracias a su función de infiltración en suelos permeables o semipermeables brindan soporte a la biodiversidad terrestre y acuática que se encuentra en sus alrededores (Marcos & Alvarez, 2016).

1.4.2 Servicios ecosistémicos de los humedales

En el plano de los servicios ecosistémicos, los humedales se han reconocido como sistemas valorados por su hidrología, culturalidad y paisajismo que se transforman en beneficios que pueden ser utilizados por el ser humano. Debido a esto, las principales actividades realizadas por el ser humano como la agricultura, ganadería, pesca, y entre otras, hacen uso de estos servicios para su beneficio. Por lo que, debido a la variedad de servicios que pueden brindar los ecosistemas, se los ha clasificado en tres o cuatro grupos dependiendo de cada autor. Generalmente los servicios ecosistémicos son clasificados por los beneficios que proporcionan, siendo estos: servicios de provisión, culturales, de regulación y soporte (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005; McInnes & Everard, 2017)

Los humedales se consideran de gran interés ambiental debido a la biodiversidad y SE que generan, no obstante, se tiene en cuenta que los SE que puedan presentar va a depender de la clase, tamaño y ubicación del humedal (Flores, 2015). En consecuencia, debido a la importancia de estos ecosistemas, se han firmado convenciones sobre los humedales como la convención RAMSAR establecida en 1971 y el programa de evaluación de ecosistemas del Milenio en el 2005 ayudando a su conservación (Betancur-Vargas, 2017). Nacieron propuestas para involucrar a las comunidades en la conservación y restauración de los humedales, desarrollando diversos proyectos, entre los cuales se propone la identificación de los servicios ecosistémicos (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Como menciona Flores (2015) en 2010 la convención RAMSAR establece los principales servicios ecosistémicos que brindan los humedales, como el “Control de inundaciones”, “Reposición de aguas subterráneas”, “Estabilización de costas y protección contra tormentas”, “Retención y exportación de sedimentos y nutrientes”, “Depuración de aguas”, “Reservorios de biodiversidad”, “Valores culturales”, “Recreación y turismo” y “Mitigación del cambio climático y adaptación a él” (pág. 174).

1.4.2.1 Servicios de regulación

Los Servicios de Regulación, se pueden obtener directamente de la naturaleza sin necesidad de ser procesados y del mismo modo, ayudan a la regulación de los procesos ecosistémicos, controlando el ambiente del ser humano (Zulaica & Álvarez, 2016; Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020; Corredor, Fonseca, & Páez, 2012). Estos bienes y servicios son mucho más difíciles de reconocer que los obtenidos por los otros tres tipos de servicios ecosistémicos (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Aunque poseen valores decisivos en las dinámicas ecológicas como la regulación del clima o de la erosión, purificación del agua, polinización, control de inundaciones, prevenciones de enfermedades, mantenimiento de ciclos biogeoquímicos, entre otros (Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020; MMA, 2018; Zulaica & Álvarez, 2016; Corredor, Fonseca, & Páez, 2012). Estos servicios están relacionados principalmente con la parte hídrica, debido al almacenamiento hídrico y la infiltración hacia los acuíferos subterráneos, considerándolos cruciales para la existencia de las albardas, enfatizando la importancia de las interacciones entre la sociedad y la naturaleza (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

1.4.2.2 Servicios de provisión

Como menciona Moreno (2021), los servicios de provisión o abastecimiento son los recursos naturales considerados tangibles o fácilmente medibles por la sociedad. Haciendo referencia a los productos primarios que usamos y consumimos, obtenidos de las diversas funciones desarrolladas por los humedales (Adriana, 2020). Estos bienes están relacionados principalmente al suministro de alimentos, medicinas, combustible y agua dulce tanto para uso doméstico como productivo (Zulaica & Álvarez, 2016; Moreno-Mera, 2021; Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020). Según el estudio realizado por García, Cedeño, Piza y Villacreses (2020) estos servicios son considerados como el principal sustento de las regiones rurales, los cuales según el MEA (2005) son una prioridad de investigación debido que poseen mayor demanda y afectan directamente a los otros servicios de soporte, regulación y por ende a los culturales.

1.4.2.3 Servicios de soporte

Según el MEA (2005) los servicios de soporte incluyen dichos procesos que sirven para el desarrollo de los demás servicios ecosistémicos. Al considerarse que este servicio sirve para sostener a los demás, en muchas investigaciones no se los considera debido a que las definiciones se confunden con los servicios de regulación (Zulaica & Álvarez, 2016; Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020). Sin embargo, se reconoce que tanto el servicio de soporte como el de regulación ayudan a mantener una dinámica equilibrada del flujo de energía y materia, ayudando a la formación del suelo, la fotosíntesis, el ciclo de los nutrientes, el ciclo del agua, entre otros (Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020; Diaz, 2020)

1.4.2.4 Servicios culturales

Los servicios culturales son esos servicios naturales intangibles que tienen un gran significado para el bienestar social, psicológico y físico para la sociedad (Avedaño, Cedeño, & Arroyo, 2020). Como lo menciona la Tipología Establecida en la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (por sus siglas TEEB), donde las actividades de recreación ayudan al desarrollo mental y físico de las personas; el turismo que provee ingresos económicos por medio de actividades que atraigan al turista; la apreciación estética e inspiración, ciencia y el arte, o el paisajismo, son considerado una experiencia espiritual que genera sentimiento de pertenencia y conocimiento tradicional a las personas que visitan el lugar (FAO, s.f.). Siendo estos valores o beneficios no materiales obtenidos de la naturaleza que contribuyen con experiencias que benefician a la social, otorgando sentido de pertenencia o lugares para recreación como espirituales (Zulaica & Álvarez, 2016; Adriana, 2020; Betancur-Vargas, 2017)

1.4.3 El Bosque Protector La “Prosperina” y sus cuerpos de agua

El Bosque Protector “La Prosperina”, es un bosque seco tropical de 332.3 ha. (Figura 1.1), ubicado en el campus “Gustavo Galindo” de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (de ahora en adelante ESPOL) en las coordenadas: 2°09'03.8"S 79°57'57.1"W. Al pertenecer a los bosques secos ecuatoriales, presenta condiciones características como:

precipitación media anual de 1 135 mm y temperaturas anuales en un rango de 25°C a 27°C (Vera-Morales, 2021)

Figura 1.1

Ubicación y cobertura vegetal del BPP



Nota. La zona verde delimita el área que ocupa del Bosque Protector “La Prosperina” en los años 1994-2013. Tomado de *PLAN DE MANEJO DEL BOSQUE PROTECTOR LA PROSPERINA* (pág. 22), por C. Bohórquez, y otros, 2015.

Debido a lo antes mencionado, al igual que en otros bosques secos ecuatoriales, en el BPP se han construido albardas de diferentes tamaños y formas, como parte de una iniciativa del proyecto liderado por el Ing. Miguel Chávez en 1984 (APespol, 2013). En la actualidad se frecuentan las albardas presentadas en la Tabla 1.1, a partir de las cuales se han realizado investigaciones, conociéndose que estos cuerpos de agua han creado verdaderos ecosistemas, albergando gran diversidad de flora y fauna incluyendo fauna migratoria (Bohórquez, y otros, 2015).

Tabla 1.1*Información básica de cuerpos de agua del BPP*

Cuerpo de agua	Coordenadas	Tipo	Año de creación
Lago de ESPOL	2°08'46.2"S79°57'43.6"W	Permanente	1999
Lago PARCON	2°08'30.7"S79°56'58.1"W	Permanente	1999
Albarrada de GEA	2°08'25.5"S79°57'47.9"W	Permanente	1999
Albarrada "Cuevas"	2°09'23.1"S79°57'47.2"W	Temporal	1999
Albarrada "Martin pescador"	2°09'04.5"S79°57'56.4"W	Temporal	1999
Albarrada "Cañas"	2°09'26.7"S79°57'56.4"W	Permanente	1998
Albarrada "Celex"	2°08'56.4"S79°58'01.5"W	Temporal	1999

1.4.4 Servicios ecosistémicos de las albarradas del BPP

Según El Ing. Edwin Jiménez, el equipo construyó la albarrada "Cuevas" en 1998 y las demás albarradas en 1999, la construcción de las albarradas fue con el objetivo principal de obtener agua, pues en esa época se estaba reforestando el BPP y se necesitó tener agua al alcance para riego, así mismo se vieron beneficiadas las personas que vivían cerca, pues también tenían sembríos propios. Con el tiempo las albarradas fueron aportando otros beneficios (Tabla 1.2), como almacenar agua para los animales silvestres y para la recreación de las personas, por ejemplo: el lago de ESPOL ha sido utilizado para practicar deporte como kayak.

Tabla 1.2*Usos conocidos para los cuerpos de agua del BPP*

Cuerpos de agua	Usos conocidos	Culturales (recreación)	Abastecimiento	
			agua	alimentos
Lago ESPOL		X	X	X
Lago PARCOM		X	X	

Cuerpos de agua	Usos conocidos	Culturales (recreación)	Abastecimiento	
			agua	alimentos
Lago de GEA			X	
Albarrada “Cuevas”			X	
Albarrada “Martin pescador”			X	
Albarrada “Cañas”			X	
Albarrada “Celex”			X	

1.4.5 Herramientas o instrumentos para evaluar los cuerpos de agua

La identificación de los servicios ecosistémicos requiere de técnicas que provean información para identificar los aportes de los ecosistemas. Según el MEA (2005) y la Conservación Internacional (2017), existen varias herramientas disponibles (aproximadamente 68 herramientas) para evaluar e identificar los servicios de los ecosistemas. La diversidad de herramientas dificulta la selección de estas, ya que su uso depende del tipo de estudio a realizar. Actualmente existen programas que guían la selección de herramientas que describen y consideran de forma práctica cada recurso en función del tiempo, como: AIRES, EST, InVEST, MINES, PA-BAT, SoIVES o TESSA (Agreste, 2018).

Del mismo modo, el MEA (2005) ha propuesto mecanismos para identificar y evaluar los SE de los humedales. Procedimientos identificados como “el conocimiento ecológico local”, que además de utilizar información científica, emplea el conocimiento generado por las comunidades locales o indígenas para obtener más información sobre las características y posibles usos del ecosistema (Betancur-Vargas, 2017). Por lo que, para la identificación de los servicios culturales en el estudio realizado por Zulaica y Álvarez (2016) denominado “Servicios Ecosistémicos de las albarradas en la península de Santa Elena, Ecuador”, al igual que el RAWES (2017), se analizó la interacción directa del ser

humano con los recursos naturales, como: actividades de avistamiento de aves, caminatas, pesca o reconocimiento de la diversidad (Palomino, Montenegro, Vinasco, & Forero, 2018). Mientras que, en el estudio realizado por Moreno (2021), se buscó la percepción sobre los servicios de provisión del área de estudio, además del uso de encuestas con preguntas cerradas dicotómicas y observaciones de los encuestados (instrumentos de investigación social).

La información recopilada es necesaria para evidenciar los SE que proveen las albarradas, además la sistematización de los resultados que contribuyen a la determinación de las amenazas que enfrentan estos ecosistemas.

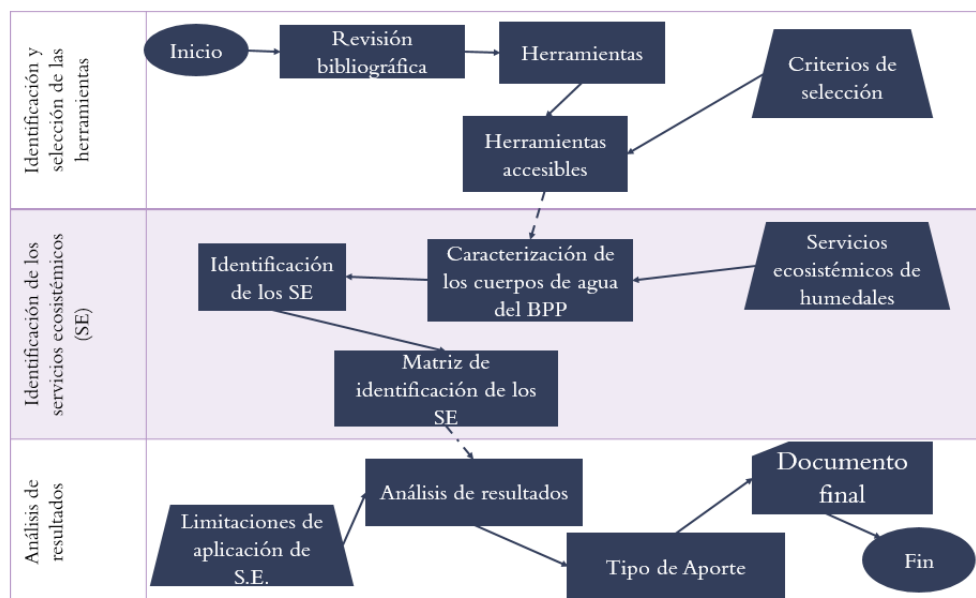
CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Como se puede observar en la Figura 2.1 la metodología de este estudio se dividió por etapas: Inicialmente se realizó la búsqueda de información relacionada con el tema de “evaluación de los servicios ecosistémicos” recopilando información y analizando metodologías para la posterior identificación y selección de las herramientas necesarias para la identificación de los servicios ecosistémicos; la caracterización de las albardas y el uso de las herramientas seleccionadas generando matrices de identificación de los bienes y servicios que proporcionan estos ecosistemas y finalmente se realizó la comparación de los servicios ecosistémicos identificados con otras investigaciones realizadas en humedales y resultados de encuestas, para de ser el caso, comprender si existen limitantes que no permiten la potencialización de estos servicios ecosistémicos.

Figura 2.1

Diseño metodológico de investigación



2.1. Revisión literaria

Este proyecto se inició realizando una investigación documental para identificar los factores influyentes en la problemática a tratar, partiendo de la búsqueda de noticias

utilizando la plataforma de Google, se buscó “problemática de los servicios ecosistémicos de humedales a nivel mundial” tanto en inglés como en español obteniendo un resultado de cerca de 59 400 noticias, seguido de esto, se centralizó la búsqueda para Ecuador, arrojando un resultado de 258 noticias relacionadas a diferentes humedales en el País. Adicional, se complementó esta información con documentos presentes en las plataformas de Google Academic, Science direct, Redalyc y Scielo utilizando palabras claves como: “Albarradas”, “Servicios ecosistémicos”, “BPP”, “Herramientas de identificación” y “Humedales”, obteniendo resultados de 3 080, 16 400, 236, 25 900 respectivamente. A partir de esta investigación preliminar que dio a conocer las necesidades de la identificación de los SE en diferentes ecosistemas, con mayor realce en los ecosistemas del Ecuador, se continuó con investigaciones exploratorias para encontrar procedimientos adecuados elaborando una correcta investigación de la identificación de estos bienes y servicios que van a servir como pautas para continuar con investigaciones posteriores relacionadas a la evaluación de los SE de estos ecosistemas en el Ecuador, utilizando como fuente principal el documento generado por el MEA (2005). Para esto, debido a que la problemática de esta investigación está dirigida a los cuerpos de agua del BPP, se realizaron investigaciones profundas relacionadas con los SE que brindan los humedales y las herramientas existentes para la evaluación de los servicios ecosistémicos. Identificándose, documentos desarrollados por el MEA, RAWES, FAO y artículos científicos relacionados a la evaluación de los servicios ecosistémicos. Del mismo modo, a partir de estas investigaciones se identificaron las metodologías necesarias para la identificación de estos servicios, donde el MEA menciona que para poder desarrollar una correcta evaluación de los SE, se necesita involucrar a los actores clave, para de esta forma garantizar que los resultados obtenidos sean confiables e importantes para tomar futuras decisiones.

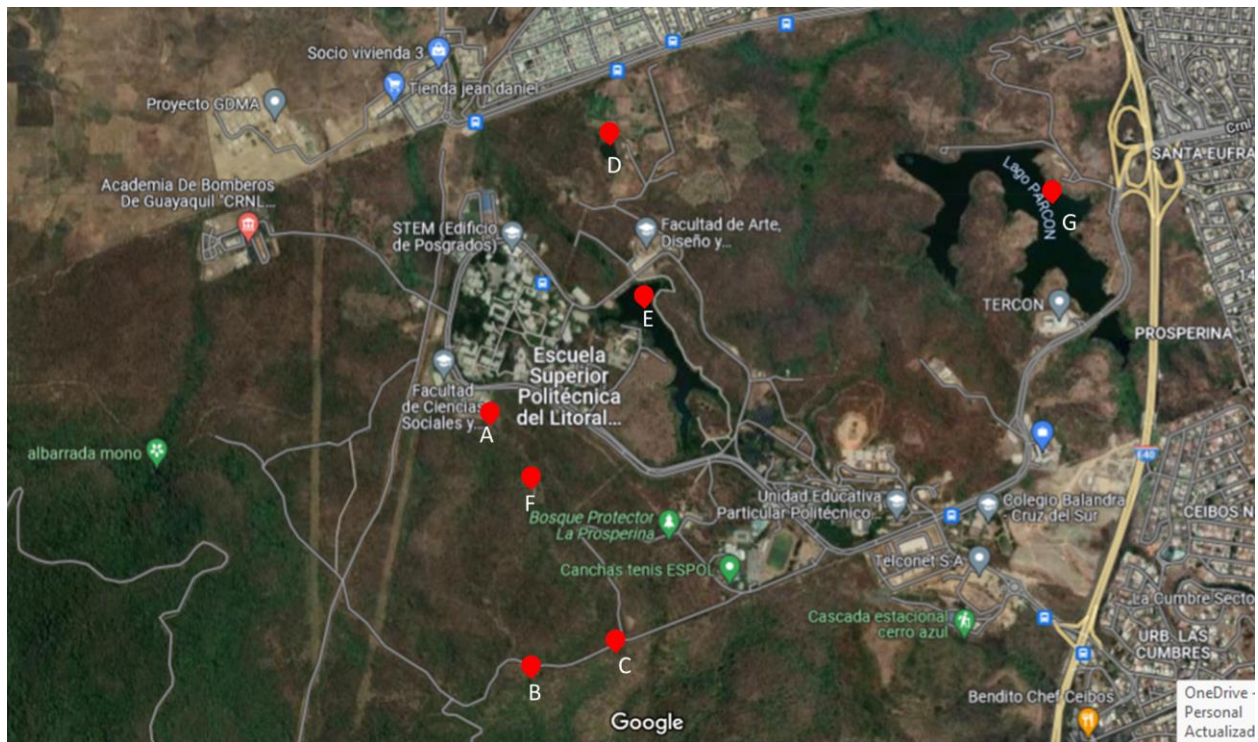
2.2. Obtención de datos

En el BPP se pueden encontrar diversas albarradas que se han formado de manera natural o artificial (es decir formadas por el hombre), pero debido a temas de seguridad y accesibilidad no todas han sido identificadas o estudiadas formalmente. Para esta investigación se estudiaron las siete albarradas artificiales, señadas con puntos rojos en la Figura 2.2, las cuales se encuentran en las coordenadas listadas en la Tabla 1.1., a

saber: lago ESPOL (punto E), lago PARCON (punto G), al barrada GEA (punto D), y al barrada “Cañas (punto B) son al barradas permanentes, es decir, tienen agua durante todo el año, variando su espejo de agua, por lo que, en temporada lluviosa (diciembre-mayo) las al barradas permanentes tendrán un espejo de agua más grande, mientras que en temporada de sequía (junio-noviembre) el espejo de agua disminuye; las al barradas temporales: “Cuevas” (punto C), “Celex” (punto A) y “Martin pescador” (punto F) se inundan únicamente en época lluviosa, dejando el suelo libre en temporada seca, ayudando al crecimiento de plantas oportunistas.

Figura 2.2

Ubicación de las al barradas consideradas para este estudio



Nota. Los puntos rojos marcan la ubicación de las al barradas estudiadas dentro del Bosque Protector “La Prosperina”. Obtenido de Google Maps ,2022

A partir de las investigaciones realizadas previamente se desarrolló una base datos en Excel utilizando las herramientas proporcionadas por cada referencia mencionada previamente y a partir de la lista obtenida, se procedió a seleccionar las consideradas “accesibles”. Estas herramientas fueron filtradas inicialmente dependiendo del alcance

para identificar los servicios ecosistémicos, debido a que un tercio de todas las herramientas existentes se enfocan en valoración económica; por el objetivo de la investigación; el factor limitante de tiempo para obtener los resultados esperados; el presupuesto que se tiene para la investigación; la cantidad y tipo de datos que necesarios para utilizar las herramientas; las capacidades técnicas para poder manejar las herramientas y finalmente el área de estudio. Obteniendo una tabla con los tipos de SE, las categorías de los SE, subcategorías de los SE y finalmente las herramientas o instrumentos accesibles para la identificación de los SE. Aplicando cada una de las herramientas identificadas como accesibles o herramientas de identificación en cada cuerpo de agua estudiado, para identificar los servicios ecosistémicos que brindan estos cuerpos de agua. Se realizaron 10 salidas, 1 salida semanal desde el mes de junio hasta el mes de agosto; para la aplicación de observaciones directas y registro fotográfico en época seca y parte de la época lluviosa, pudiendo lograr una comparación de los SE que se aprecian o se obtienen de mejor manera en cada época del año.

Las encuestas se realizaron a la directora del BPP: Msc. Andrea Pino Acosta, al Ing. Edwin Jiménez, personal de mantenimiento del BPP (entre ellos al Sr. Pablo Morán) y a los intérpretes ambientales del BPP. La información recopilada a partir de la comparación de los SE que brindan los cuerpos de agua del BPP y los que proporcionan otras albarradas, adicional de los resultados obtenidos al realizar las encuestas, ayudaron a identificar y comprender las limitantes existentes para la potencialización de los SE que brindan los cuerpos de agua del BPP.

En general, los antecedentes e información previa sobre algunas variables limnológicas y factores ambientales de las albarradas del BPP es escasa, para su caracterización actual, se utilizaron las herramientas accesibles y la ficha de caracterización de los humedales (Estudio de las necesidades hídricas en lagos y humedales, 2008) para lo que se realizó el registro de datos fisicoquímicos, identificando datos generales, como el tipo de humedal, superficie, criterios de inclusión; características del humedal: como carácter hidrológico, carácter limnológico, presiones, impactos y estado de conservación, obteniendo más conocimiento sobre las propiedades física y biológicas de las siete albarradas tomadas como área de estudio. Seguido de esto, se pudieron establecer los SE de cada albarrada y se desarrolló una matriz de identificación similar a la presentada

en la Figura 2.3, para sintetizar los servicios ecosistémicos que brinda cada cuerpo de agua.

Figura 2.3

Ejemplo de matriz de identificación.

ECOSISTEMAS MUNICIPIO DE MOSQUERA - CUNDINAMARCA								
TIPO DE SERVICIO	CATEGORIA DEL SERVICIO	SUB-CATEGORIA DEL SERVICIO	Humedal Guall	Laguna de La Herrera	Desierto de Sabrinsky	Meandro del Say	Bosque Alto Andino	Humedal La Tingla
Abastecimiento	Alimento	Agricultura						
		Ganadería			X			
	Materiales	Suministro de Agua para consumo						
		Aridos			X			
	Relacionado con las plantas	Principios activos medicinales	X	X		X		X
		Recursos ornamentales vegetales	X	X	X	X		X
		Madera y Fibras			X		X	
		Uso tradicional de material vegetal	X	X	X	X	X	X
	Relacionado con los animales	Uso medicinal y cosmético						
		Uso ornamental de la fauna	X	X		X		X
Soporte Físico	Espacio Disponible				X		X	
	Infraestructuras							
		Proyectos Productivos					X	
Cultural	Didactivo	Educación - Interpretación	X	X	X	X	X	X
		Investigación Científica	X	X	X	X	X	X
		Conocimiento local ecológico	X	X	X	X	X	X
	Disfrute	Belleza del paisaje	X	X	X	X	X	X
		Ecoturismo	X	X	X		X	
		Recreación / Relajación	X	X	X		X	
	Identidad	Espirituales	X	X	X	X	X	X
		Patrimonio cultural e Histórico	X	X	X		X	
		Sentido de pertenencia	X	X	X		X	
Regulación y Soporte	Ciclos	Formación de suelos	X	X	X	X	X	X
		Polinización	X	X	X	X	X	X
		Regulación Climática	X	X		X	X	X
		Regulación del aire	X	X		X	X	X
		Regulación Hidrológica	X	X		X	X	X
			Retención de suelo					
	Prevención de inundaciones	Amortiguación de Inundaciones	X	X			X	X
		Prevención de especies invasoras	X	X			X	X
		Prevención de plagas						
	Refugio	Mantenimiento de hábitat	X	X	X	X		X
	Reproducción	Mantenimiento de red trófica	X	X	X	X		X
	Sumidero	Purificación del agua	X	X			X	X
Purificación del suelo								
Tratamiento de Residuos					X			
TOTAL DE SERVICIOS			23	23	21	19	18	19

Nota. La tabla resume los servicios ecosistémicos que brinda cada espacio marcando con una "X" según corresponde. Tomado del trabajo de grado realizado por Arboleda y Moyano, 2013.

2.3. Comparación de resultados

Se aplicaron las herramientas accesibles para realizar una caracterización de los servicios ecosistémicos, desarrollando una ficha síntesis, similar a la presentada en la Figura 2.4, la cual contiene colores para identificar el estado de cada servicio y flechas para señalar su tendencia.

Los SE obtenidos fueron comparados con los SE que brindan los humedales analizados en la investigación de los “Servicios ecosistémicos de las albardas en la península de Santa Elena, Ecuador” desarrollada por Zulaica y Álvarez (2016) y en la “Identificación y valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia, España) basado en encuestas a los usuarios” elaborada por Diana Hernández, Gustavo Ballester y Francisco Belmonte (2021).

Figura 2.4

Ficha síntesis para la caracterización de los servicios ecosistémicos

Nombre y País	Tipo	ABASTECIMIENTO								REGULACIÓN				CULTURALES			
		Abastecimiento de agua de buena calidad	Abastecimiento de agua para distintos usos	Producción natural de recursos alimentarios	Producción artificial de recursos alimentarios	Producción de materias primas biológicas	Producción de materias primas minerales	Especies naturales de interés medicinal	Regulación hídrica	Depuración de aguas	Control de la erosión	Regulación climática local	Turísticos	Educativos	Paisajísticos y estéticos	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Religiosos y espirituales
Sabana de Bogotá, Colombia	2aB	→	↗	↘	→	→	→	→	→	↘	→	→	↗	↗	↗	→	
Cabezón, Colombia	1dQ	→	→	→	→	→			↘	→		→	→	→	↘	→	

Estado del servicio		Tendencia del servicio	
■	Alto	↑	Mejora del servicio
■	Medio	↗	Tendencia a mejorar
■	Bajo	→	Tendencia estable
■	Inexistente	↘	Tendencia a empeorar
■	Desconocido	↓	Empeora el servicio

Nota. Obtenido del estudio *aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia*. Realizado por Betancur-Vargas, García-Giraldo, y Vélez-Duque, 2017.

CAPÍTULO 3

3. Resultados y Análisis

3.1 Herramientas accesibles

Como se puede observar en la Tabla 3.1 las herramientas seleccionada como “accesibles” son: la observación directa (OD), encuestas (E), registro fotográfico (RF), interacción directa (ID), revisión de antecedentes del área (RA), revisión de información bibliográfica (RB) y el uso de la herramienta Google Maps, debido a que se las puede utilizar para análisis de cualquier ecosistema, brindan la información necesaria para identificar los SE en poco tiempo, sin necesidad de gastar mucho dinero y no es necesario poseer estudios avanzados para utilizarlas, cabe resaltar que algunas herramientas pueden servir para identificar varias subcategorías de SE.

Tabla 3.1

Herramientas utilizadas para la identificación de los servicios ecosistémicos

Tipo del SE	Categoría	Subcategoría	Herramienta
Abastecimiento	alimento	agricultura	E, OD
		pesca	E, OD
	Materiales	Agua para distintos usos	E, OD
		Soporte físico	Espacio disponible
	Relacionado con las plantas	Proyectos productivos	E
		Uso tradicional de materia vegetal	E
	Relacionado con animales	Uso ornamental de la fauna	OD, RF
	Cultural	Didáctico	Educación-interpretación
Investigación científica			RA, E
Conocimiento local ecológico			RA
Entretenimiento		Belleza del paisaje	OD, RF
		Ecoturismo	RA, E, RF
		Recreación-relajación	ID, RF
Identidad		Espirituales	ID, E
		Patrimonio cultural e histórico	RA
		Sentido de pertenencia	RA

Tipo del SE	Categoría	Subcategoría	Herramienta	
Regulación	Ciclos	Calidad de aire	E, OD	
		Regulación climática global	OD, RB	
		Regulación climática local	E, OD, RB	
		Regulación de agua	E, OD, RB	
		Regulación de tormentas	E, OD, RB	
		Regulación de la erosión	E, OD, RB	
		Polinización	E, OD, RB	
		Regulación de la salinidad	E, OD, RB	
		Regulación de fuego	E, OD, RB	
		Prevención de inundaciones	Amortiguador de inundaciones	E, OD, RB
			Regulación de plagas	E, OD, RB
			Regulación de enfermedades humanas	E, OD, RB
			Regulación de enfermedades que afectan al ganado	E, OD, RB
	Sumidero	Purificación de agua	E, OD, RB	
		Buffer visual y auditivo	E, OD, RB	
		Tratamiento de aguas residuales	E, OD, RB	
		Purificación del suelo	E, OD, RB	
	Soporte	Ciclos	Formación del suelo	RB, OD
			Producción primaria	RB
			Ciclaje de nutrientes	RB
Reciclaje de agua			RB, OD	
Refugio			Provisión de hábitat	E, OD
Reproducción		Mantenimiento de la red trófica	RB, OD	

Nota. **RA.** Revisión de antecedentes del área, **E.** encuestas, **OD.** observación directa, **RB.** Revisión bibliográfica, **RF.** Registro fotográfico, **GM.** Google Maps, **ID.** Interacción directa.

Estas herramientas proporcionan información para lograr caracterizar el cuerpo de agua; al mismo tiempo los tipos de servicios de regulación y soporte poseen una herramienta identificada como evaluación del potencial de prevención de inundaciones de los humedales (considerada como revisión bibliográfica), donde es necesario tomar datos de la profundidad de la albarrada por donde ingresa el agua y donde sale, identificando si está si va a poder contener el agua y reducir el caudal.

Es necesario combinar algunas herramientas para cada subcategoría del SE para lograr mejor precisión en el resultado, así en el estudio (tesis) “identificación y valoración socio ecológica de bienes y servicios ecosistémicos del humedal la vaca (Bogotá, Cundinamarca)” desarrollada por Elizabeth Cruz Barbosa (2015) se utilizaron las herramientas: observación directa, posterior revisión bibliográfica y encuestas en conjunto y en el estudio (tesis): “Valoración integral de servicios ecosistémicos para la implementación del turismo de naturaleza como estrategia de desarrollo sostenible en el distrito regional de manejo integrado laguna de sonso, valle del cauca” realizado por Alejandra Figueroa Peláez (2017), se utilizaron encuestas y asistencia al lugar de estudio; así mismo en el estudio: Estudio comparado de los servicios ecosistémicos de los humedales Guarínó y Cauquita, en el Valle del Cauca (Colombia)* realizado por Saul Henao (2018) se utilizó observación directa y registro fotográfico para diferentes SE.

3.2 Caracterización de las albardas e identificación de los SE

Estos cuerpos de agua son considerados albardas continentales, las cuales en temporada lluviosa cuentan con ingreso de agua de vertientes naturales que vienen de la montaña del BPP (Cadena & Yanez, 2002).

3.2.1 Lago de ESPOL

Como datos generales el lago de ESPOL tiene una extensión de 6.55 has., durante todo el año tiene temperaturas entre 25°C y 28°C, pH promedio de 7.8, oxígeno promedio de 5.17 mg/L[DO], además cuenta con profundidad de 420 cm en temporada lluviosa y de 190 cm en temporada de sequía. En un principio fue construido para ser objeto de investigación y practicar deporte, pero con ayuda de las herramientas accesibles pudimos identificar que este alberga gran diversidad de aves, incluyendo aves migratorias, como la pato aguja americano (*Anhinga anhinga*) o diferentes garzas (familia Ardeidae) al igual que zambullidores (familia Podicipedidae). Por otro lado, al empezar la temporada de sequía se empezaron a observar huella animales, algunas identificadas como huellas de guatusa (*Dasyprocta punctata*). Del mismo modo, en sus alrededores este presenta un sendero cubierto por arboles de mango (*Mangifera indica*), caña guadua (*Guadua spp.*), cabo de hacha (*Machaerium millei*), Fernán Sánchez (*Triplaris*

cumingiana), entre otros, como diferentes flores como las *Ismene sp.*, presentando variedad de insectos como Formícidos, Apoidea, Apidae, Coleópteros y Lepidópteros.

3.2.2 Lago de PARCOM

Esta albarrada tiene una extensión de 8.65 has., durante todo el año, posee temperaturas entre 25°C y 29°C, con pH promedio de 8.05, el oxígeno disuelto promedio se encuentra en 5.31 mg/L[DO] y con una profundidad de 345 cm en temporada lluviosa y de 296 cm en temporada de sequía. Esta albarrada es conocida por sus actividades de recreación, la más frecuente en el kayak, pero también existe una pequeña área descubierta que es utilizada para actividades físicas y espirituales como el yoga. Con la ayuda de las herramientas accesibles se pudo observar una variedad de aves principalmente patos (*Anas sp.*), como también la presencia de diversidad de peces de agua dulce, los cuales fomentan la pesca en esta albarrada, presenta mayormente libélulas (odonatos), pero también se pudieron identificar coleópteros, lepidópteros y formícidos, al mismo tiempo que también alberga diversidad de anfibios, como la ameiva (*Holcosus septemlineatus*) siendo uno de los más llamativos durante el día. A diferencia del lago ESPOL, esta albarrada no tiene un sendero para realizar caminatas, pero está rodeado de árboles y diversa vegetación.

3.2.3 Lago de GEA

Esta albarrada cuenta con extensión de 3.80 has., durante todo el año, este cuenta con temperaturas entre los 23°C y los 27°C, pH promedio de 7.65, oxígeno disuelto promedio de 3.82 mg/L[DO] y profundidades en su zona costera, de 61 cm en temporada lluviosa y de 30 cm en temporada de sequía. En esta albarrada se observan patos domésticos (*Anas platyrhynchos domesticus*) y gansos (*Anser sp.*), existe variedad de insectos como odonatos, lepidópteros, dípteros, coleópteros e himenópteros. En los alrededores de esta albarrada se encuentra la Granja Experimental de ESPOL, que bombea agua para el riego de los sembríos.

3.2.4 Albarrada “Cuevas”

Esta albarrada cuenta con extensión de 1.95 has., durante todo el año, este cuenta con temperaturas entre los 19°C y los 24°C, pH promedio de 6.91, oxígeno disuelto promedio de 5.15 mg/L[DO]. En temporada lluviosa tiene una profundidad máxima de 183 cm. En esta albarrada se observaron diversidad de lepidópteros, odonatos, plantas como

amarillo (*Centrolobium ochroxylum*) y membrillo (*Cydonia oblonga*). Se pudo identificar espacio para actividades espirituales para unas 10 personas.

3.2.5 Albarrada “Martin pescador”

Esta albarrada cuenta con extensión de 4 has., durante todo el año, este cuenta con temperaturas entre los 23°C y los 26°C, pH promedio de 7.21, oxígeno disuelto promedio de 4.54 mg/L[DO] y profundidades máximas de 41 cm en temporadas lluviosa. En esta albarrada se pudo observar diversidad de lepidópteros, aves alimentándose, plantas acuáticas, variedad de ranas, espacio para actividades espirituales para unas 5 personas preferiblemente en época seca, Plantas de membrillo silvestre (*Gustavia angustifolia*), caña guadua (*Guadua spp.*), Teca (*Tectona grandis*), al mismo tiempo que se pudo observar huellas de guatusa (*Dasyprocta punctata*) cuando llegaba la temporada de sequía. Por otro lado, debido a que es una albarrada temporal se ha identificado que el mejor tiempo para paisajismo es hasta febrero o marzo (época lluviosa).

3.2.6 Albarrada “Cañas”

Esta albarrada cuenta con extensión de 1.5 has., durante todo el año, este cuenta con temperaturas entre los 21°C y los 24°C, pH promedio de 7.49, oxígeno disuelto promedio de 4.10 mg/L[DO] y profundidades de 110 cm en temporada lluviosa y de 23 cm en temporada de sequía. En esta albarrada se identificó diversidad de peces, variedad de libélulas, también cerca habita un gavilán, como se pudieron observar huellas de yaguarundi (*puma yaguarundi*). Pero no posee un espacio abierto como para realizar actividades espirituales.

Del mismo modo, una de las herramientas más utilizadas para la identificación de los servicios ecosistémicos, fue notablemente el uso de encuestas, que dependiendo del actor al que va dirigido pueden ir desde preguntas y respuestas hasta actividades interactivas. Por medio de estas encuestas se buscó conocer su idea de potencial turístico (servicios culturales), el uso que se les da actualmente a los cuerpos de agua (servicios de abastecimiento y regulación), su disponibilidad para brindar educación e interpretación sobre estos cuerpos de agua, por último, su perspectiva sobre el paisajismo y actividades varias que creen se puedan desarrollar en estos.

Tabla 3.2

Matriz de identificación de los servicios ecosistémicos proporcionados por cada albarrada

Tipo del servicio ecosistémico	Categoría del servicio	Subcategoría del servicio	Lago de ESPOL	Lago PARCOM	Albarrada GEA	Albarrada "Cuevas"	Albarrada "Martín pescador"	Albarrada "Cañas"	Albarrada "Celex"
abastecimiento	alimento	agricultura			X				
		pesca	X						
	Materiales	Agua para riego			X				
		Espacio disponible	X	X	X	X	X		X
	Soporte físico	Proyectos productivos	X	X		X	X	X	
		Relacionado con las plantas	Uso tradicional de materia vegetal						
Relacionado con animales	Uso ornamental de la fauna	X	X	X	X	X	X	X	
Cultural	didáctico	Educación-interpretación	X	X		X	X		
		Investigación científica	X	X	X	X	X	X	X
		Conocimiento local ecológico	X	X	X	X	X	X	
	Entretenimiento	Belleza del paisaje	X	X	X	X	X	X	X
		Ecoturismo	X	X					
		Recreación-relajación	X	X					
Identidad	Espirituales	X	X		X				
Cultural	Identidad	Patrimonio cultural e histórico	X			X	X	X	
		Sentido de pertenencia	X						

Tipo del servicio ecosistémico	Categoría del servicio	Subcategoría del servicio	Lago de ESPOL	Lago PARCOM	Albarrada GEA	Albarrada "Cuevas"	Albarrada "Martin pescador"	Albarrada "Cañas"	Albarrada "Celex"	
Regulación	Ciclos	Regulación de fuego	X	X	X	X	X	X	X	
		Calidad de aire	X	X	X	X	X	X	X	
		Regulación climática	X	X	X	X	X	X	X	
	Prevención de inundaciones	Regulación del agua							X	
		Polinización	X	X	X	X	X	X	X	X
		Regulación de plagas								
	Sumidero	Buffer Visual y auditivo	X	X	X	X	X	X	X	
Soporte	Reproducción	Mantenimiento de la red trófica	X	X	X	X	X	X	X	
	Ciclo	Formación de suelo	X	X	X	X	X	X	X	X
		producción primaria	X	X	X	X	X	X	X	X
		Ciclo de nutrientes	X	X	X	X	X	X	X	X
		Ciclo del agua	X	X	X	X	X	X	X	X
	Refugio	Provisión de hábitat	X	X	X	X	X	X	X	

En la Tabla 3.2 se muestran los SE que se obtiene de cada albarrada, en donde se observa que: el lago de ESPOL presenta diversidad de SE debido a su tamaño y mayor accesibilidad en todo su perímetro, permitiendo apreciar de mejor manera la diversidad de SE que brinda, lo que también ayuda a que esta albarrada junto con la albarrada PARCOM sean las únicas que proporcionan espacio para relajación y actividades espirituales, pero por ser el más conocido y utilizado para diferentes actividades de recreación esta es la única albarrada que actualmente presenta servicio de pertenencia para toda la comunidad politécnica. Por otro lado, la albarrada GEA es la única que sigue siendo utilizada para riego, pero se pudieron observar pocos servicios de abastecimiento y culturales, esto se puede atribuir a las veces en las que se visitó, el terreno y la lejanía, ya que para ingresar a esta albarrada se requiere de forma necesaria la asistencia de un vehículo apto para el terreno. Tales requerimientos limitan las actividades de educación e interpretación en esta albarrada, junto con la albarrada Cañas y Celex, lo que se puede atribuir a la falta de espacio para realizar estas actividades, y en el caso de Celex, sus condiciones fisicoquímicas en temporada de sequía. Esta albarrada "Celex" no presenta SE de abastecimiento y muy pocos culturales, siendo la única que no brinda un buffer visual y auditivo debido a la ubicación y estructura.

En la Figura 3.1 se muestra una caracterización de cada albarrada donde: el lago de ESPOL es el que más SE en estado de servicios alto posee, con excepción del patrimonio cultural, pesca, agua para distintos usos y regulación de plagas, que guiándonos con la Figura 2.4 la pesca y el uso del agua tienen tendencia a empeorar. Esta tendencia de servicios de abastecimiento no pasa únicamente en la albarrada ESPOL sino en las siete albarradas estudiadas, comportamiento representado en el análisis de parámetros fisicoquímicos con pH de 6.91 a 8.05, temperaturas de 19°C a 29°C y cantidad de oxígeno disuelto entre 3.82 y 5.31, parámetros que van variando conforme cambian las temporadas, alterando posiblemente la fisicoquímica de estos ecosistemas y lo que podría hacer que estas aguas ya no sean aptas para consumo animal. En la casi todas las albarradas no existe turismo o recreación (kayak, canotaje, etc.), pero tienen tendencia a mejorar, además en todas las albarradas se desconoce el uso como patrimonio cultural. Con respecto al resto de los servicios ecosistémicos se ha identificado que estos son brindados por las albarradas estudiadas, pero no existe conocimiento o es muy bajo su estado de reconocimiento en la sociedad.

Figura 3.1

Ficha síntesis para la caracterización de los servicios ecosistémicos

Servicios ecosistémicos		Albarradas						
		Lago de ESPOL	Lago PARCOM	Albarrada "GEA"	Albarrada "Cuevas"	Albarrada "Martín Pescador"	Albarrada "Cañas"	Albarrada "Coles"
Abastecimiento	Pesca	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Agua para distintos usos	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	Espacio disponible	→	→	↘	↘	→	↘	→
	Proyectos productivos	↗	↗	→	↗	↗	↗	↗
	Uso ornamental de la fauna	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗
Regulación	Regulación de fuego	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Calidad de aire	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Regulación climática	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Regulación del agua	→	→	→	→	→	→	↘
	Polinización	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Regulación de plagas	→	→	→	→	→	→	→
	Barrera visual y auditiva	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Sostenimiento	Mantenimiento de la red trófica	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Producción primaria	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Formación del suelo	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Ciclo de nutrientes	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Ciclo del agua	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Provisión de hábitat	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Culturales	Ecoturismo	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗
	Belleza del paisaje	↗	↗	→	↗	↗	↗	↗
	Recreación	↗	↗	↘	↗	↘	↗	↘
	Patrimonio cultural	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↘

3.3 Limitaciones de aplicación de los SE

Según la Ms.c Andrea Pino Acosta, no se podría aprovechar el potencial turístico de las albarradas del todo, pues considera que las personas aún no tienen suficiente conciencia ambiental, por lo que no valorarían o harían un impacto negativo evidente en esos ecosistemas, por lo que, para implementarlo, se tendría que empezar por la educación ambiental en las escuelas y colegios. Esta afirmación se basa en antecedentes de las actividades recreativas que ya se realizan: el ciclismo nos indica la falta de conciencia

ya que los ciclistas colocan música en los senderos o botan basura; El Ing. Edwin Jiménez señala que se puede aprovechar el potencial turístico para educación ambiental y recibir visitantes, siempre y cuando se mida la capacidad de carga de estos ecosistemas. Adicional a esto en el estudio, “Estudio comparado de los servicios ecosistémicos de los humedales Guarinó y Cauquita, en el Valle del Cauca (Colombia)” realizado por Saul Henao, et al (2019) se identifica que en los colegios no existen iniciativas donde se formen semilleros de investigación o grupos que realicen acciones ecológicas que contribuyan con la concientización de la problemática de los humedales y sus SE, así en este estudio se propone la difusión y realización de actividades que generen valor y vinculo ambiental.

El personal de mantenimiento encuestado informa que: utilizaban el agua para tomar (además de riego) pero que actualmente no se podría hacer esto pues se desconoce la evaluación de la calidad del agua de las albarradas; informaron también que: existen encuentros con cazadores y personas que viven aledañas en el bosque, por lo que tener en cuenta la seguridad de las personas que asistan a las albarradas es de suma importancia.

Los intérpretes ambientales aprobaron la idea de que las albarradas sean considerados como zona turística, pues consideran que hay mucha biodiversidad en cada uno que se debe informar, además la mayoría considera que proporcionan paisajismo, no obstante, debido al espacio y la difícil forma de llegar a algunos de ellos, hace que no esté al alcance de todas las personas ni todas las edades.

Como se menciona en el artículo: Servicios ecosistémicos y variables socioambientales determinantes en ecosistemas de humedales altoandinos. Sector el ocho y paramo de letras Manizales Colombia, realizado por Gloria Flórez Yépez (2015), los humedales son de alto interés ambiental debido a su biodiversidad y los SE mencionados, así los gobiernos internacionales realizan grandes inversiones para crear un turismo sostenible; de igual forma las autoridades que manejan el BPP podrían plantear esto y potenciar los servicios ecosistémicos culturales. Así mismo, como se menciona en el mismo artículo: los humedales contribuyen a la mitigación y adaptación del cambio climático por lo que este y más beneficios indirectos podrían continuar con su conservación.

La investigación realizada por Zulaica y Álvarez (2016) describe los servicios ecosistémicos de los que la comunidad aledaña hace uso, identificando servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte que son de intensidad fuerte para el bienestar humano. Los servicios de aprovisionamiento identificados fueron: el “uso para agua doméstica”, “agua para consumo”, “agua productiva”, “alimentos”, “maderas”, “medicinas” y “forrajes”; de regulación: “regulación hídrica”; culturales: de “socialización”, “recreación”, “esparcimiento”, “transmisión de saberes” e “identidad”; y los servicios de soporte: “ciclado de nutrientes”, “formación de suelos” y “producción primaria” (pág. 15). Mientras que en el trabajo realizado por Hernández, Ballesteros y Belmonte (2021) se identificaron servicios de aprovisionamiento como: “pesca”, “alimentación de animales”, “recolección de semillas”, “valoración nutricional por la sal y vitamina D”; servicios de regulación y soporte tales como: “capacidad de la vegetación para estabilizar duna”, “capacidad de la cubierta forestal para prevenir y mitigar el alcance y la fuerza de las olas”, “capacidad de la vegetación para mitigar efectos de las influencias costeras”, “polinización”, “dispersión de semillas”, “mantenimiento de hábitats donde viven el conjunto de las especies”, “control de especies exóticas invasoras”, “mantenimiento de la calidad del suelo por nutrientes orgánicos liberados”, “mantenimiento de las condiciones químicas del agua salada”, “sumidero de gases de efecto invernadero”, “uso de sistemas de agua marina como sumidero de contaminación”, “atmosfera como sumidero de contaminación y dunas como protección costera”; como servicio cultural se identificó: “turismo deportivo”, “turismo de naturaleza”, “investigación científica”, “educación ambiental”, “patrimonio cultural”, “inspiración artística”, “icono cultural”, “documentales/reportajes en la naturaleza”, “valores de existencia”, “valores de legado”, “ecoturismo”, “recreación”, “importancia simbólica” y “significado cultural” (págs. 178-182). Que como se puede observar existe un sin número de servicios ecosistémicos que pueden brindar estos ecosistemas de forma natural al mismo tiempo que ayudan a la salud de las personas que se sirven de estos. Muchos de estos servicios, como la polinización, el turismo, el patrimonio cultural, deporte, producción primaria y otros, son servicios que también brindan las albarradas del BPP (como se puede observar en la Tabla 3.2), y otros mencionados en estas investigaciones que podrían brindar, pero no se han realizado investigaciones para que la comunidad conozca de toda su capacidad de brindar servicios ecosistémicos, que ayudan a la sociedad y a los organismos vivos en general. Debido a que son ecosistemas artificiales necesitan de un constante

mantenimiento para poder ayudar a conservar el espacio necesario para realizar las actividades recreacionales y educativas.

CAPÍTULO 4

4.1 Conclusiones Y Recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- Las albardas que se encuentran en el BPP representan unidades funcionales claves con valor de conservación alto, poseen diversidad de flora y fauna acuática, ofrece paisajismo, son una herramienta de educación ambiental y actividades de recreación y producción, adicionalmente es un sumidero de agua para mamíferos en época seca.
- De las 68 herramientas existentes, no todas se consideraron “accesibles”, pues requieren de más tiempo y aplicaciones tecnológicas, las encuestas, las observaciones directas, el registro fotográfico, interacciones directas y la revisión de antecedentes fueron las más accesibles debido a que pueden ser utilizadas en cualquier ecosistema, no se necesita de mucho conocimiento científico para utilizarlas, ni mucho presupuesto o tiempo para obtener información suficiente y necesaria para la identificación de los servicios ecosistémicos
- Las encuestas y revisión bibliográfica son herramientas para determinar limitantes existentes para la prestación de los servicios ecosistémicos, se identificó que estos espacios necesitan mantenimiento, mayor accesibilidad y seguridad para los turistas, al mismo tiempo que conciencia ambiental para fomentar la conservación de estos espacios, ya que, así como se encuentran actualmente no cumplen con el espacio como tampoco permiten realizar actividades que llamen la atención de los turistas.
- El paisajismo y mayor vegetación a los alrededores se aprecia de mejor manera cuando las albardas temporales se llenan, es decir en época lluviosa mientras

que, se podría considerar que las albardas permanentes mantienen sus servicios paisajísticos, pero con paisajes únicos en cada temporada del año.

4.1.2 Recomendaciones

Se sugiere realizar evaluación de los SE identificados en este estudio y realizar más, como el de (Vera-Morales, Naranjo-Moran, Calle-Delgado, & Pino-Acosta, 2021) para un ciclismo sostenible, de manera que se pueda lograr un aprovechamiento sostenible.

Se recomienda realizar más estudios de diversidad, calidad de agua, análisis microbiológicos y programas de mantenimiento de cada albarda para poder mejorar los SE, para que los SE de las albardas del BPP se encuentren en un estado alto con tendencia a mejorar, involucrando primeramente a la ESPOL, seguido de la comunidad politécnica y haciendo llegar este conocimiento a toda la población.

Para crear un proyecto turístico de educación ambiental y proyectos productivos en las albardas se debe realizar una evaluación de conciencia ambiental y capacidad de carga, para evitar la saturación de estos espacios.

Tomando en cuenta las sugerencias se puede potenciar e implementar nuevos SE además de generar planes de acción y medidas de conservación que ayuden a fomentar la conservación de estos ecosistemas con gran importancia ambiental para el país y el mundo en general.

ANEXOS



Garza en "Martín pescador"



Paisajismo en "Martín pescador"



Anfibios en “Martín pescador”



Flora acuática en “Martín pescador”



Huella de guatusa en "Martín pescador"



Huella de puma yaguarundi a la entrada de “cañas”



Paisajismo en “cañas”



Peces en “cañas”

Encuestas

Encuesta para personal de riego y mantenimiento de áreas boscosas

Año en el que empezó a trabajar en ESPOL

Cargo que ocupa

Albarradas de ESPOL que conoce

¿Ha utilizado agua de alguna albarrada? ¿Para qué?

Ha utilizado plantas (como alimento, madera etc.) que se han aprovechado del agua de las albarradas o que estén en esas áreas

Encuesta para directivos del programa BPP

Cargo que ocupa

¿Considera que ESPOL podría recibir turistas en las albarradas?

¿Considera que se puede recrear algún proyecto productivo o recreativo en área de las albarradas?

Encuesta para interpretes ambientales del BPP

Albarradas o lagos de ESPOL que conoce

¿Considera que la(s) (albarrada(s) o lago(s) que conoce) ofrece un buen paisaje?

¿Practicaría actividades al aire libre como estiramientos o yoga en (albarrada que conoce)?

¿Considera importante la educación ambiental acerca de las albarradas y la importancia del agua?

¿Ha visto algún animal (mamífero, ave, reptil, anfibio, insecto) cerca o en la(s) albarradas o lagos(s)?

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Adriana, G. (2020). *LOCALIZACIÓN HISTORICA/PORTENCIAL DE HUMEDALES EN LA CUENCA SERRANA DEL RÍO SAUCE CHICO Y SU IMPORTANCIA EN LA PROCESIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES .
- (2008). *APÉNDICE 4: FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES CLASIFICADOS COMO M1-T2*. Union Europea & JUNTA DE ANDALUCIA.
- APespol. (10 de enero de 2013). *APespol.* . Obtenido de ALBARRADAS Y LAGO DE LA ESPOL, SOPORTE DE UNA BIODIVERSIDAD SOSTENIDA:: <http://www.apespol.ec/articulo.php?id=8>
- Arboleda, A., & Moyano, D. (22 de abril de 2013). *APLICACIÓN DE UN MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SERVICIOS APLICACIÓN DE UN MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SERVICIOS EN EL MARCO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA*. Obtenido de repository.unipiloto: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/3182/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avedaño, D., Cedeño, B., & Arroyo, M. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65). doi:<https://doi.org/10.15359/rgac.65-2.3>
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, núm. 84-85, 8-15.
- Betancur-Vargas, T. G.-G.-D. (2017). Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. *Biota Colombiana* 18(1), <file:///C:/Users/DETPC/Downloads/1.%20Betancur-Vargas%20et%20al.%202017.pdf>.

- Bohórquez, C., Pozo-Cajas, M., Valencia, E., Rodríguez, D., Quinteros, A., & Cervantes, E. (2015). *Plan de Manejo del Bosque Protectos La Prosperina*. ESPOL, Guayaquil.
- Cadena, M., & Yanez, A. (3 de marzo de 2002). *Evaluación del potencial turístico-recreativo del lago de la ESPOL (tesis de grado)*. Obtenido de dspace.espol.edu.ec:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1814/1/3631.pdf>
- Corredor, E., Fonseca, J., & Páez, E. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 3 (1), 77-83. doi:DOI:10.22490/21456453.936
- Díaz, J. (2020). *LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE SOPORTE Y REGULACIÓN COMO ESTRATEGIA PARA LA INTERVENCIÓN URBANÍSTICA DE HUMEDALES*. FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES. BOGOTÁ: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis*. Washington, DC: World Resources Institute. Obtenido de https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf
- FAO. (s.f.). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad: servicios culturales*. Obtenido de <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/culturalservices/es/#:~:text=Los%20beneficios%20no%20materiales%20que,relacionada%20con%20el%20entorno%20natural>.
- Figueroa, A. (2017). *Valoración integral de servicios ecosistémicos para la implementación del turismo de naturaleza como estrategia de desarrollo sostenible en el distrito regional de manejo integrado laguna de Sonso, Valle del Cauca*. Obtenido de [red.uao.edu.co: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10066/T07729.pdf?sequence=1](https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10066/T07729.pdf?sequence=1)

- Flores, G. (2015). Servicios ecosistémicos y variables sociambientales determinantes en ecosistemas de humedales altoandinos. Sector el ocho y paramo de letras Manizales Colombia. . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 1, 173-179 <https://www.redalyc>.
- Garcia, H., Cedeno, M., Piza, G., & Villacreses, L. (2020). Importancia de las albarradas de la parroquia Valle de la Virgen del cantón Pedro Carbo. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 205-220.
- García, H., Cedeño, M., Piza, G., & Villacreses, L. (Sep.-Dic. de 2020). IMPORTANCIA DE ALBARRADAS DE LA PARROQUIA VALLE DE AL VIRFEN DEL CANTÓN PERO CARBO. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(4), 205-220.
- Gibbens, S. (Feb de 2021). *Los humedales del planeta están desapareciendo: este refugio pone de relieve lo que está en juego*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2021/02/los-humedales-del-planeta-estan-desapareciendo-marisma-agusan>
- Heano, S., Carabali, D., Gonzalez, L., & Marmolejo, L. (2018). Estudio comparado de los servicios ecosistémicos de los humedales Guarinó y Cauquita, en el Valle del Cauca (Colombia). *Ambiente y Desarrollo Vol 22*, <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd22-43.ecse>.
- Hernández, D., Ballesteros, G. A., & Belmonte, F. (2021). Identificación y valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia, España= basado en encuestas a los usuarios. *Investigaciones Geográficas*, 75, 167-186. doi:<https://doi.org/10.14198/INGEO.16867>
- Marcos, J., & Alvarez, S. (2016). Marcos, J., & Alvarez, S. (2016). Campos de camellones y jagüeyes en Ecuador: una visión integral desde la arqueología al presente socioambiental. *Intersecciones en Antropología*, vol. 17, núm. 1, 19 - 34.

- McInnes, R. J., & Everard, M. (2017). Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services (RAWES): An example from Colombo, Sri Lanka. *Ecosystem Services*, 5, 89-105. doi:DOI: 10.1016/j.ecoser.2017.03.024
- Merchán, J. (2021). *Plan de Creación de OPORTUNIDADES (2021 - 2025)*. Ecuador: Secretaria Nacional de Planificación.
- MMA. (2018). Metodologías de Evaluación de Servicios Ecosistémicos. *CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA*.
- Moreno, G. (2021). Percepción de los servicios ambientales de provisión en la reserva natural Pacoche. *Telos*, vol. 23, núm. 2, 267-285, <https://www.redalyc.org/journal/993/99366775005/html/>.
- Moreno-Mera, G. (2021). Percepción de los servicios ambientales de provisión en la reserva natural Pacoche. *TeloS*, vol. 23, núm. 2, 267-285 <https://www.redalyc.org/journal/993/99366775005/html/>.
- Palomino, M., Montenegro, S., Vinasco, M., & Forero, V. (diciembre de 2018). *Capítulo 14. Los servicios ecosistémicos culturales*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/333649430_Capitulo_14_Los_servicios_ecosistemicos_culturales
- Pancha, M. (2014). Valoraci[on de los servicios ecosistémicos como herramienta para la toma de decisiones: Bases conceptuales y lecciones aprendidas en la Amazonía. *WWF, RELATORIO - AMAZONIA VIVA*, 81.
- Talls, H., & Kareiva, P. (2020). Ecosystem services. *Current Biology*, 15(18).
- Vallejo, M. (feb de 2020). Albarradas: pertinencia de los saberes ancestrales frente a la colonialidad del desarrollismo. *Revista de Ciencias Sociais. Fortaleza*, 50(3), 233-247. doi:10.36517/rcs.50.3.d07
- Vera-Morales, M. N.-M.-D.-A. (2021). Evaluación ecológica rápida para un ciclismo de montaña responsable en el bosque seco tropical, Guayaquil, Ecuador. . *Ecuadorian Science Journal* 5(3), 1 -11 DOI: <https://doi.o>

WWF. (2020). Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen.

WWF. (2021). *Agua Dulce*. Obtenido de Panda.org:
https://wwf.panda.org/es/que_hacemos/agua_dulce/

Zulaica, L., & Álvarez, S. (2016). SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LAS ALBARRADAS EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR. *Revista Etnobiología*, 14(2), 5-19.