



Servicios ecosistémicos de espacios verdes urbanos y su contribución a la calidad del aire: un estudio de caso

Ecosystem services of urban green spaces and their contribution to air quality: a case study

Centro Sur.
Social Science Journal
2022 – Número continuo
<http://centrosureditorial.com/index.php/revista>
eISSN: 2600-5743
revistacentrosur@gmail.com

Atribución/Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0
Licencia Pública Internacional —
CC BY-NC-SA 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

Betty Beatriz González Osorio
Carlos Edison Zambrano
Luis Fernando Simba Ochoa
José Andrés Robalino Zambrano

Resumen

Los espacios verdes constituyen extensiones de territorios protegidos por leyes nacionales e internacionales para conservar recursos naturales y garantizar el bienestar socioeconómico y ambiental de un territorio, ya que son parte de la estructura del cumplimiento del índice verde recomendado por la Organización Mundial de Salud. El objetivo fue determinar los Servicios ecosistémicos de espacios verdes urbanos y su aporte a la calidad del aire a través del método valor económico total (VET) de uso directo. Se aplicó un estudio de caso en el Parque Histórico del cantón Guayaquil. Se cuantificó 98 atractivos turísticos jerarquizados en la categoría excepcional y de alta significación. Los espacios verdes están conformados por bosques, manglares y especies ornamentales por regeneración natural, especies de animales mayores y menores, así como aves de corral y silvestres en peligro de extinción. De acuerdo con el método de valoración contingente los usuarios están dispuestos a pagar \$32

mensuales para preservar los espacios verdes con apenas un 4% la población objetivo, este cantón presenta un superávit ecológico per cápita de 17,3 m², mejoran la calidad del aire ya que su aporte es de 78 t m ha⁻¹ de carbono, este sitio contribuye en la regulación de gases, clima, erosión, reciclado de nutrientes, refugio, producción alimentaria, recreación y hábitat para

Master of Science in Agricultural Economics and PhD in Economics of Natural Resources and Sustainable Development, specializing in Environmental Economics. Quevedo State Technical University Quevedo-Ecuador, bgonzález@uteq.edu.ec, <http://orcid.org/0000-0002-2851-2660>

Master in Business Administration, Doctor in Rural Economy. Quevedo State Technical University Quevedo-Ecuador, cezambrano@uteq.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-6232-0371>

Master in Business Administration. State Technical University Quevedo-Ecuador, lsimba@uteq.edu.ec <http://orcid.org/0000-0003-2712-4081>

Master Master in environmental management, State Technical University Quevedo-Ecuador, robalinoa@uteq.edu.ec <http://orcid.org/0000-0002-2851-2660>

los recurso bióticos del lugar. Finalmente, los espacios verdes urbanos son necesarios para tener una buena calidad de vida, supervivencia en los seres humanos, convierten a las ciudades sostenible y resilientes por efecto adversos de la época actual.

Palabras Clave: Ecosistema, superávit ecológico Índice verde, resiliencia.

Abstract

Green spaces constitute extensions of territories protected by national and international laws to conserve natural resources and guarantee the socioeconomic and environmental well-being of a territory, since they are part of the structure of compliance with the green index recommended by the World Health Organization. The objective was to determine the ecosystem services of urban green spaces and their contribution to air quality through the direct use total economic value (TEV) method. A case study was applied in the Historical Park

of the Guayaquil canton. 98 tourist attractions ranked in the exceptional and highly significant category were quantified. The green spaces are made up of forests, mangroves and ornamental species by natural regeneration, species of larger and smaller animals, as well as poultry and wild birds in danger of extinction. According to the contingent valuation method, users are willing to pay \$32 monthly to preserve green spaces with just 4% of the target population, this canton has an ecological surplus per capita of 17.3 m², they improve air quality since their contribution is 78 tm ha⁻¹ of carbon, this site contributes to the regulation of gases, climate, erosion, nutrient recycling, shelter, food production, recreation and habitat for the biotic resources of the place. Finally, urban green spaces are necessary to have a good quality of life, survival in human beings, make cities sustainable and resilient due to the adverse effects of the current era.

Key words: Ecosystem, ecological surplus, Green index, resilience.

Introducción

Los países en América Latina y El Caribe son considerados los más ricos en lo que se refiere a biodiversidad, que de acuerdo a la Clasificación Internacional Común de los Servicios de los Ecosistemas (CICES) pueden ofrecer hasta 90 Servicios diferentes agrupados en la categoría de aprovisionamiento, aliados para la reducción de la contaminación atmosférica y mantenimiento de hábitats e incremento de la biodiversidad y culturales lo que conlleva a dar énfasis en las que están orientadas a la conservación de los espacios verdes y naturales y por ende la valoración de los servicios ambientales que comprenden la esencia para la preservación de estas áreas protegidas. Sin embargo, en el último quinquenio los espacios verdes han ido disminuyendo debido a la creciente concentración de personas y estructura física que da lugar a la infraestructura “gris”, “azul” y “verde”. A fin de remodelar o de responder a los desafíos urbanos, contribuye al desarrollo de ciudades más saludables, seguras, resilientes y sostenibles, acompañada de espacios verdes y/o bosques urbanos

elementos clave en la conexión entre las esferas de infraestructuras -población y resiliencia frente a los desafíos urbanos.

También La vegetación tiene una influencia directa en la calidad del aire de las ciudades, al ejercer como sumidero de gases y poseer una gran capacidad de captación de partículas contaminantes, regulador climático por la presencia de vegetación que disminuye el consumo de energía y la emisión de partículas, jugando así un papel crucial en la disminución de la contaminación atmosférica y cambio climático.

“El análisis de los espacios verdes urbanos conlleva a valorar los servicios ecosistémicos con el fin de protegerlos y aprovechar los servicios ambientales que estos ofrecen a sus pobladores y visitantes” (FAO. 2016, p.1-36). Otro factor importante de los servicios ecosistémicos es que contribuyen a disminuir la contaminación de las ciudades por el incremento constante de la población, la industrialización, demanda energética y las numerosas actividades que requieren el uso de combustibles fósiles, en especial el tráfico de vehículos, ha provocado un incremento notable de la contaminación atmosférica.

“En muchas ocasiones la contaminación del aire incide directamente en la salud de los habitantes y visitantes de las grandes ciudades” (Gómez Martín et al., 2021, p.14-15). Está comprobado que niveles altos de contaminación atmosférica generan la aparición de distintas patologías y enfermedades, especialmente de tipo cardiovascular y pulmonar.

“Además, existen estudios que relacionan la pérdida de arbolado y el incremento de la mortalidad por este tipo de patologías. Estos efectos tienen una gradación tanto en la gravedad de sus consecuencias como en la población de riesgo afectada” (Ballester Díez, Tenías, & Pérez-Hoyos, 1999). Al mismo tiempo se ha demostrado una correlación entre el incremento de la tasa de mortalidad y la exposición continuada a altos niveles de contaminación. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) , la contaminación atmosférica es uno de los principales elementos causantes de problemas sanitarios en el mundo. Según este organismo, el número de muertes prematuras asciende hasta una cifra próxima a los dos millones anuales.

Es importante el análisis de la estructura del arbolado urbano formado por árboles con diámetro y copa muy densa y desarrollada cuya altura aproximada recomendable de 1,3 metros y DAP de 15,2 cm promedio ya que los beneficios ecosistémicos y valor ecológico son superiores a los árboles con diámetros inferiores y más jóvenes, la tendencia del arbolado urbano es obtener árboles de tamaño y calidad estructural adecuada siendo estos factores los que influyen en la captación de la contaminación son la cobertura arbórea, el área foliar y la concentraciones de polución atmosférica. La adecuada gestión de estos parámetros contribuye a la mejora de la calidad del aire en las ciudades.

“Los servicios ecosistémicos compuestos orgánicos volátiles biogénicos pueden reaccionar con óxidos de nitrógenos NOx y generar ozono O3 y monóxido de carbono” (Nowak, Hoehn, & Crane, 2007, p. 1-7). Un efecto negativo a considerar es el balance global de captación de contaminantes en base al tipo de especie, en el caso de la encina (*Quercus ilex*) (37,5%), seguidos del pino piñonero (*Pinus pinea*) (26,8%) y el

plátano de sombra (*Platanus hybrida*) (10,7%), pueden llegar al 90,8% de emisiones anuales (Vargas Marcos, 2005, p. 1-11)., (Cariñanos, 2021, págs. 10-11). (Ninan, K., & Kontoleon, A. (2016), p.1-14)

El secuestro y almacenamiento de carbono CO₂ considerado como el principal gas de efecto invernadero responsable del cambio climático de la tierra. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2021), desde 1990 se ha producido un incremento del 50% en las emisiones de este gas, y tan solo en la primera década del siglo XXI, se ha producido un incremento mayor que en las tres décadas anteriores. El bosque Urbano ayuda en gran medida a su reducción, al ser un sumidero natural de CO₂. Las plantas, en sus procesos fotosintéticos, absorben este gas y desprenden oxígeno, incorporando el carbono a sus hojas, ramas, ramillas, tronco y raíces. Todos los tejidos de una planta se forman a partir del carbono que absorben del aire. En el caso de los árboles, este carbono pasa a formar parte de su estructura y dado que, por regla general, suelen ser longevos, se convierten en un magnífico almacén de este compuesto a largo plazo.

La valoración económica (Labandeira, León, & Xosé Vázquez, 2007); (Malkoc & Zauberman, 2018) y (Díaz, et al., 2019), indican que “la valoración económica en el ámbito de los servicios ambientales resulta ser de gran interés para la colectividad en general y, para los gestores públicos en particular”. “La información que se obtenga de la utilización de métodos de valoración puede promover políticas ambientales más sostenibles” (Costanza, 2020). Sin embargo, aunque existe un potencial (Bartkowski et al., 2020) para “la generación de información, también existe una dificultad inherente en la implementación de métodos para evaluar la valoración económica de espacios verdes urbanos”. Es importante señalar que, la valoración económica no significa establecer una valoración monetaria vinculante o generar directamente un precio de mercado. Al relacionar una cantidad monetaria con el valor económico de un servicio ambiental, no se intenta asignar un precio, sino, contar con un simple indicador monetario (Romero, et al., 2019) del valor que tiene para un individuo o un colectivo de individuos (Bamwesigye, 2019).

En función de lo anteriormente mencionado, es preciso resaltar la importancia que tienen las políticas públicas orientadas a la conservación de los espacios naturales y por ende la valoración de los servicios que comprenden la esencia para la preservación de estas áreas protegidas como es el estudio de caso analizado en este artículo como es el Parque Histórico de Guayaquil, que según la información publicada en el (Robalino J. & González B., 2020) ,es un área natural, educativa, recreativa, turística y cultural que abrió sus puertas al público en 1999, bajo la administración del Banco Central del Ecuador. En este contexto, el Parque Histórico de Guayaquil (PHG) mantiene diferentes zonas clasificadas como; la vida silvestre donde se han recreado ecosistemas característicos de la Antigua Provincia de Guayaquil, la Zona Urbano Arquitectónica que simula el estilo de vida en Guayaquil durante el inicio del siglo XX y la Zona de tradiciones la cual representa el área rural de la región costera.

Sobre este escenario (Columba K., 2013, p. 16-40) ,señala que “las áreas protegidas son una superficie de tierra y/o mar, consagrada a la protección y mantenimiento de la biodiversidad”, considerando así, los recursos naturales, culturales y el ámbito

jurídico como factores asociados, mediante los medios jurídicos eficaces y eficientes para garantizar la preservación de estos espacios.

El Parque Histórico de la ciudad de Guayaquil, es un territorio destinado a rendir homenaje a la Antigua Provincia de Guayaquil, está rodeado de bosques de manglares y otras especies de árboles, como el platanillo (*Heliconia collinsiana*), que crecen naturalmente alrededor de un estero del Río Daule. Existen especies vegetales y animales en exhibición, otras en estado silvestre y el componente cultural, se fusionan para formar una amalgama bastante atractiva para los visitantes; esto sumado a la cultura de la Antigua Provincia de Guayaquil con las usanzas y costumbres ancestrales son el ingrediente secreto que atrae a las personas, brindándoles la oportunidad de transportarse en el tiempo a través de las recreaciones desarrolladas en el parque de una manera interactiva.

Por otra parte, la valoración económica permite establecer el beneficio que le asignan las personas al medio ambiente, este estudio, analiza las variables en base a los servicios que presta (PHG). El objetivo fue determinar los Servicios ecosistémicos de espacios verdes urbanos y su aporte a la calidad del aire a través del método valor económico total (VET), (Zhang, et al., 2022); (Khosla A. et al., 2022). de los servicios ambientales que ofrece este espacio natural a la comunidad y los visitantes que llegan de otros lugares con una mirada al turismo que se desarrolla. De allí que la justificación de este estudio se fortalece en el avance progresivo para determinar los costos que comprende las distintas estrategias de preservación ambiental y de la biodiversidad existente en el Parque Histórico de Guayaquil, Ecuador que se adentra en la temática sobre la Valoración económica de los servicios ambientales del Parque Histórico de Guayaquil, lo que reviste su importancia en la cuantía para el mantenimiento y conservación de los recursos naturales que existen en el sitio de estudio.

Metodología

El parque Histórico de Guayaquil (PHG) se encuentra ubicado en la parroquia urbana satélite “La Puntilla” entre los afluentes de los ríos Babahoyo y Daule, en la Av. Central y Av. Río Esmeraldas (Samborondón), siendo el único espacio verde y de recreación público de la parroquia (Figura 1).



Figura 1. Mapa de ubicación del PHG

Los espacios de usos turísticos que se realizan en el parque, están las excursiones educativas y recreativas diarias, por las diferentes zonas. La Zona de Vida Silvestre (ZVS), especie de reserva ecológica y faunística, es el punto de partida para la visita del parque, cuenta con 23 estaciones en las cuales cuenta con exhibición 30 especies y cuatro ecosistemas característicos de la región. Se evaluó en base a métodos y procedimientos aplicando la metodología del valor económico total, mediante el método inductivo, deductivo, analítico, y correlacional-cuantitativo.

Se analizó los atractivos turísticos se realizó en base a la ponderación de criterios, las jerarquías corresponden a un proceso de cualificación con base en la revisión de la Metodología para Inventarios (guía metodológica para la jerarquización de atractivos y generación de espacios turísticos del Ecuador 2017 (1ra parte).) con criterios propuestos por la OEA. La valoración contingente se determinó para establecer cuanto la población está dispuesto a pagar para ingresar al PHG, se consideró la población promedio del total de visitantes que ingresaron al parque

en el periodo 2019-2021, se aplicó la ecuación (1) para establecer el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{(k^2)*p*q*N}{(e^2)*(N-1)+(k^2)*p*q} \quad (\text{Ecuación 1})$$

n: Tamaño de muestra 384

N: Población= 3 032 003

p: Probabilidad de que ocurra un evento (0,5)

q: Probabilidad de que no ocurra un evento (0,5)

e: Error de la estimación (0,5)

k: Nivel de confianza (95%).

La categorización de los servicios ambientales se la realizó en base a categoría, tipo y subtipo, información según el nivel de importancia son accesibilidad y conectividad, servicios turísticos, estado de conservación e integración del sitio, higiene y seguridad turística, políticas y regulaciones, actividades de atractivo y finalmente la difusión.

Para establecer el superávit ecológico se estableció la huella ecológica aplicando la metodología citada por (González et al., 2020) y ecuación:

$$TA + EI = SHE - CHE = HE \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde:

TA = Tierra agrícola

EI= Energía incorporada

SHE= Sub huella ecológica

CHE= Contra huella ecológica

HE=Huella ecológica

Biocapacidad = Superficie (ha)/Población

Superávit ecológico SE = B - HE

Donde:

SE = Superávit ecológico

B = Biocapacidad

HE= Huella Ecológica

Para el almacenamiento y secuestro de carbono Se considero las características de los árboles el área foliar, copa, diámetro en base a las tres especies más representativas en el sitio usando la metodología de ecuaciones alométricas (González B., et al., 2019) (Ecuación 2).

$$CO_2 = Kr * C \quad (\text{Ecuación 2})$$

CO₂= Dióxido de carbono

C= carbono

Kr= 3,67 es el factor de conversión a CO₂, resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono 44 y del carbono 12. La masa molecular del CO₂ es de 32+12=44gramos/mol. El metano (CH₄) tiene 1 carbono de masa molecular 12; entonces: 44/12=3,67

Finalmente para determinar la producción de oxígeno a partir del secuestro de carbono se tomó como base a sus pesos atómicos liberación neta de O₂, (kg/año) es igual secuestro neto de carbono (kg/año)*32/12 se aplicó la metodología establecida por (Nowak et al., n.d.). la remoción de contaminación atmosférica se obtuvo de los cálculos de eliminación horaria por parte de las copas de los árboles por cada especie, para nitrógeno (NO₂), el ozono (O₃) y dióxidos de azufre (SO₂) cuyo modelo híbrido es hojas, se calculó en base a la metodología de (Balducchi, Hicks, & Camara, 1987) las tasas de remoción (velocidad de deposición) e índice de área foliar en base al software i-Tree Eco.

Resultados

Los Espacios verdes que mantiene El Parque Histórico Guayaquil son bosques de manglares y otras especies de árboles, como el platanillo (*Heliconia collinsiana*), que crecen naturalmente alrededor de un estero del Río Daule, las especies vegetales existentes se encuentran dentro de las plantas uso medicinal, alimenticio y ornamental (Tabla 1).

Tabla 1. Especies vegetales presentes en el Parque Histórico de Guayaquil

Nombre común	Familia	Nombre científico	Uso
Aji	Solanaceae	<i>Capsicum Annum</i>	Alimenticio
Albahaca	Lamiaceae	<i>Ocinum basilicum</i>	Alimenticio
Alelí	Capparaceae	<i>Cleome speciosa</i>	Medicinal
Banano	Musaceae	<i>Musa Paradisiaca</i>	Alimenticio
Berenjena	Solanaceae	<i>Solanun melongena</i>	Alimenticio
Cacao	Malvaceae	<i>Theobroma cacao L.</i>	Alimenticio
Café	Rubiaceae	<i>Musa Paradisiaca</i>	Alimenticio
Camote	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Alimenticio
Chabela	Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i>	Medicinal
Culantro de pozo	Apiaceae	<i>Erygium foetidum</i>	Alimenticio
Estramonio o Chamico	Solanaceae	<i>Datura stramonium L.</i>	Alimenticio
Estropajo	Cucurbitaceae	<i>Luffa acutangula</i>	Alimenticio
Frejol cuarentón	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	Alimenticio
Girasol	Asteraceae	<i>Helianthis annus</i>	Medicinal y ornamental
Haba	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	Alimenticio
Hierba Luisa	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	Medicinal
Hierva del toro	Lythraceae	<i>Cyphea stringulosa H. B. K.</i>	Medicinal
Hoja del aire	Crassulaceae	<i>Bryophyllum pinnatus</i>	Medicinal
Jenjibre	Plantaginaceae	<i>Zingiber officinale</i>	Alimenticio
Llantén	Poaceae	<i>Plantago major</i>	Medicinal
Lufa cilíndrica	Fabaceae	<i>Lufia cylindrica</i>	Doméstico
Maíz	Asteraceae	<i>Zea mays L.</i>	Alimenticio
Maní	Cucurbitaceae	<i>Arachis hypogaea</i>	Alimenticio
Marigold	Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i>	Medicinal
Melón	Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i>	Alimenticio
Menta	Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i>	Medicinal
Oreganón	Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>	Alimenticio y medicinal
Paico	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosoides L.</i>	Medicinal
Pepino	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>	Alimenticio
Pimiento	Solanaceae	<i>Capsicum Annum L.</i>	Alimenticio
Piña	Bromelaceae	<i>Ananas camosus</i>	Alimenticio
Rábano	Brasicaceae	<i>Rhapanus sativus</i>	Alimenticio y medicinal

Fuente: Los Autores

En el manglar existen 28 especies de animales en cautiverio, entre las que podemos citar al venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), al mapache y osito lavador (*Procyon cancrivorus*), grupos de saínos (*Pecari tajacu*), osos perezosos (*Choloepus*

hoffmanni). Existen 90 especies de aves como papagayos, pericos, águila, arpía entre otros espacios verdes. Referente a la Jerarquización de criterios el resultado obtenido es de 98 que corresponde a una jerarquización IV lo que se traduce en un atractivo excepcional y de alta significación para el mercado turístico internacional, capaz por sí solo de motivar una importante corriente de visitantes (actual o potencial).

La valoración contingente permitió determinar el DAP por persona en condiciones actual y situación propuesta, en condiciones normales una población objetiva de 3032003 usuarios a un precio de ingreso de la entrada de 2,3 usd por persona, lo cual generara un ingreso anual de 6973613,8 de dólares, mientras que en la situación propuesta ingresarían solo el 4% de esa población es decir un total de 121280 usuarios, a un precio de ingreso de 32 dólares por persona, los ingresos anuales asciende a 3880967,68 dólares, con lo cual se estaría preservando los recursos que tiene el parque al disminuir la carga de visitas, esto indica que los servicios que presta el parque son muy acogidos por los turistas que visitan el lugar. (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis comparativo de las condiciones actuales y situación propuesta PHG con fines de conservación

Condiciones actuales					Situación propuesta				
Población objetivo	Precio de ingreso al Parque (USD)	Ingresos anuales (USD)	numero de visitante al mes	Ingresos mensuales (USD)	Población objetivo (4%)	Precio de ingreso al Parque (USD)	Ingresos anuales (USD)	Número de visitantes al mes	Ingresos mensuales (USD)
487238	2,3	1120647,4	40603	93387,28	19490	32	623664,64	1624	51972,05
540639	2,3	1243469,7	45053	103622,48	21626	32	692017,92	1802	57668,16
599893	2,3	1379753,9	49991	114979,49	23996	32	767863,04	2000	63988,59
665641	2,3	1530974,3	55470	127581,19	26626	32	852020,48	2219	71001,71
738595	2,3	1698768,5	61550	141564,04	29544	32	945401,60	2462	78783,47
3032006	2,3	6973613,8	252667	581134,48	121280	32	3880967,68	10107	323413,97

Fuente: Los autores

La valoración de los Espacios verdes y Validación de la relación con los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), según La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS), aprobada en el año 2015, abarca entre su contenido los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales son una herramienta de planificación para los países, ya que formulan las medidas que se deben tomar para alcanzar un desarrollo

sostenible (Unidas, 2018) .Por medio de estos se puede plasmar la importancia de los bosques urbanos y espacios verdes para el logro de lo planteado en la Agenda 2030. Los espacios verdes urbanos participan en el cumplimiento de hasta 9 Objetivos, al crean empleo, generan recursos para emprendedores, mejora las condiciones de vida, refuerzan las economías locales, son fuente directa de alimento, mantienen la seguridad alimentaria, mejoran la calidad del suelo para una agricultura más sostenible. proveen de espacios para realizar actividades al aire libre, relajación, mejora de la salud física y mental, mejoran la calidad del aire, reducen la transmisión de enfermedades. Los bosques urbanos son reguladores naturales del ciclo hidrológico urbano, reducen contaminantes químicos y biológicos del agua potable, disminuyen el riesgo de erosión e inundaciones. La inversión en bosques urbanos y otras infraestructuras verdes refuerzan el crecimiento de la economía verde y genera un escenario atractivo para nuevas oportunidades de negocio: turismo, construcción, y mejoras en las condiciones laborales. Un diseño y gestión adecuada de los bosques urbanos contribuyen de forma significativa a la sostenibilidad ambiental, viabilidad económica y habitabilidad de las ciudades. Estos espacios participan en la mitigación del cambio climático y de los desastres naturales, reducen costes energéticos; contribuyen a la mitigación del impacto del cambio climático de forma directa mediante el secuestro de carbono, la reducción de los gases de efecto invernadero, mitigando el efecto de isla de calor urbano, minimizando las inundaciones. También crean hábitats para reforzar e incrementar la biodiversidad, mejoran la calidad del suelo y contribuyen a la restauración de las tierras.

Los servicios ambientales que brinda el parque histórico de Guayaquil tienen una incidencia positiva ya que conserva muchas especies de flora y fauna, A partir de un análisis de la zonificación del PHG se estimó la porción de la superficie que cumple cada uno de los servicios ambientales, obteniendo un valor de de \$ 20015,9 por año mediante el valor económico total (Tabla 3).

Tabla 3. Servicios ambientales que posee el parque histórico

Servicios ambientales	Ha	Valor total
Regulación gases	0,95	1273,95
Regulación clima	1,2	820,8
Regulación perturbaciones	0,8	1423,2
Control erosión	0,8	460,8
Reciclado de nutrientes	0,75	12806,25
Hábitat refugio	0,5	62
Producción de alimentos	0,5	693
Recursos genéticos	0,6	47,4
Recreo	1,5	1222,5
Recursos culturales	0,4	1206
Total ha⁻¹	8.0	20015,9

Fuente: Los autores

Los valores de almacén y secuestro de carbono medios son inferiores de las especies medicinales a lo obtenidos en especies alimenticias, debido al incremento del diámetro, altura de los árboles, las variables diamétricas son superior e inciden exponencialmente en los cálculos de almacén de carbono; la remoción de la contaminación es de 0.23, 0.33 y 0,21 valores de Pm_{2,5} considerando que los principales contaminantes del aire en las ciudades son monóxidos de ozono (O₃), CH₂O, dióxido de azufre (SO₂), metano (CH₄) y (CH₂O), (Tabla 4), en el caso de Ecuador las concentraciones de monóxido de carbono van de 0,0183 a 0,0538 mol/m², en el periodo carbono (CO) dióxido de nitrógeno (NO₂), 2020 a 2021.

Tabla 4. Comparación de especies y servicios ecosistémicos

Especies	Numero de arboles	Almacen de carbono (Tm⁻¹)	Secuestro de carbono (Tm año⁻¹)	Remoción de contaminación (Tm año⁻¹)
Quercus ilex	100	8.26	0.51	0.23
Pinus pinea	100	15.90	0.61	0.33
Platanus hybrida	100	7.98	0.38	0.21

La reducción de la contaminación atmosférica a través de los espacios verdes obedece a la capacidad de captación y eliminación de partículas contaminantes a través de las estomas de las hojas y/o de las particulares características morfológicas que las especies presentan y que permiten captar y retener el material depositado en estas.

Los espacios verdes son aliados para la mitigación del efecto de la isla de calor urbana, ya que reduce significativamente la temperatura fisiológica que afecta a los habitantes de una ciudad. Otro beneficio es atenuación del ruido, mediante barreras que las pantallas vegetales tienen sobre el ruido. Así mismo, ayudan a controlar la erosión usando el sistema radical de los árboles urbanos, también previenen la pérdida de las propiedades físicas y químicas del suelo, favoreciendo la compactación por el sistema radicular y reduciendo la erosión por impacto que pueden causar las gotas de lluvia.

Otro beneficio ecosistémico de los espacios verde urbanos es que funcionan como filtros contra incendios siempre que se mantengan actuaciones silvícolas preventivas, eliminando restos inflamables y haya una cobertura diversa para evitar el efecto antorcha, por lo que el sitio mantiene la presencia de especies nativas arbóreas y arbustivas.

DISCUSIÓN

La fauna y flora que mantiene el Parque histórico aún está conservado debido a que está declarado como patrimonio cultural de la humanidad, pero se debe generar acciones para evitar que en un corto plazo esta se vea afectada principalmente por las actividades antropogénicas (asentamientos humanos, depósitos de residuos sólidos, presencia de indigentes, entre otros), esto debido a que el puerto principal del Ecuador cada día incrementa la población, amenazando áreas protegidas por ende al medio ambiente.

Se encontró en el sitio de estudio la presencia de especies de aprovisionamiento que generan alimento, agua, madera, fibras, recursos genéticos), vitales para la supervivencia y bienestar; es importante mencionar los deservicios encontrados como son: insectos (*Vespula vulgaris*) que generan reacciones alérgicas en las personas, el consumo de agua por especie que han sido introducidas que en época de no presencia de lluvias, impactos en la salud, mediante la emisión de contaminantes, destacando los alérgenos, debido a que la presencia de polen en los árboles es superior a lo que existe en el área rural por la presencia de especies vegetales tóxicas y venenosas.

La validación de la valoración contingente resultó el valor de 32 dólares por usuario, precio que concuerda con (Roa S., 2006, pg. 77-87), en su investigación encontró valores de 30 dólares por usuario en un estudio de reserva ecológica, por tanto la disponibilidad a pagar (DAP) constituye un buen elemento para la valoración de estos beneficios ecosistémicos, en el sentido que refleja lo que una persona valora y está dispuesta a sacrificar para obtener un bien que contribuye a mejorar su bienestar del sitio por lo que este valor según (Osorio & Correa, 2004) influyen en la política de estado en mantener el parque como reserva y patrimonio de la humanidad.

El valor de no uso es asignado a los beneficios indirectos derivados de las funciones que desempeñan los ecosistemas, como servicios de abastecimiento, de regulación y culturales, la regulación de gases, clima, perturbaciones, hídrica, suministro de agua, control de erosión, formación del suelo, reciclado de nutrientes, depuración de aguas, polinización, control biológico, producción de alimento, recursos naturales, recreo, recursos genéticos, materias primas, retención de nutrientes, control erosión, entre otros. (Lambert, 2003, págs. 20-45). En el caso del parque se ubicó que por hectárea-año se genera un valor de 200015,9 dólares, valores que están en el rango establecido por (MINTUR, 2017, p. 4-21) que manifiesta “es un valor aceptable para continuar invirtiendo para que se mantenga el parque”, a su vez el código del ambiente en su artículo 82 también indica que los sitios que generan servicios ambientales se deben conservar, proteger, mantener manejar a través de mecanismo que aseguren su permanencia por largo tiempo.

Los servicios ecosistémicos en espacios verdes urbanos aportan a la calidad del aire debido a que los árboles regulan la temperatura como aliados en la mitigación de islas de calor urbana, también ayudan en la atenuación del ruido, controlan la erosión, prevención de incendios, en el aspecto social permiten realizar actividades físicas y mentales.

La valoración de la biodiversidad permite el avance en la conservación de los recursos, con el fin de “reducir las presiones sobre los ecosistemas” (Pearce, 2011). Por su parte (Figuroa, 2010, p.15-25), sostiene que “los beneficios derivados de mantener parques cercanos a ciudades son para facilitar el acceso a los turistas, así como prevención de cambios de hábitat de las especies de ese sitio, mantener ecosistema como patrimonio cultural y recreación”.

La (FAO, 2016) indica que las áreas verdes son “sistemas que abarcan todos los arbolados (rodales), grupos de árboles y árboles individuales ubicados en las áreas urbanas y periurbanas”; por lo cual, se incluye “bosques, árboles en calles, parques, jardines y en esquinas de calles” (Cariñanos et al., 2021) y (Universitat Politècnica de Catalunya, 2018).

Los bosques y las masas boscosas que rodean los poblados y ciudades y que pueden suministrar bienes y servicios tales como leña, fibras, frutas, otros productos forestales no madereros (PFNM), agua limpia, recreación y turismo, Los Parques y jardines que son huertos urbanos, campos deportivos, terrenos baldíos, patios de colegio, riberas de ríos, campos abiertos, cementerios y jardines botánicos (Fernanda Maradiaga-Marín, Cariñanos, Esperon-Rodriguez, & Harrison, 2021)

Árboles en las calles o en las plazas públicas. Poblaciones de árboles lineales, pequeños grupos de árboles y árboles individuales en las plazas, aparcamientos, calles, etc. También se presentan servicios con la presencia de los parques ya que se convierten también en soporte de especies perjudiciales para la salud, especies vegetales tóxicas, y espacios aprovechados para cometer delitos. Es necesario que cada ciudad cuente con un plan de calidad del aire y cambio climático ya que el fin es conseguir una ciudad sostenible, que garantice la salud de la ciudadanía frente al reto de la contaminación atmosférica al reducir las emisiones de gases de efecto en ciudades con ciento de miles de habitantes; el (ozono (O₃), con el 46,4% del total, seguido del NO₂ que asume el 36,6% de los contaminantes absorbidos, en Europa

ciudad de Madrid se ha estimado una remoción de 21 tm anuales de CO, 313 tm de O₃, total de la contaminación captada por el arbolado O₃; 246 tMde NO₂, 76 tM de SO₂ y 17 tM al año de partículas menores de 2,5 micras Borrajo Juan, Rastrollo Ana, Nowak David (2021) en términos económicos, “el bosque urbano de Madrid aporta beneficios a la ciudad de 5.560.851 € debidos a la captación de la contaminación”. Por otra parte La Agencia Espacial Europea (ESA) publicó varias imágenes que fueron capturadas por el Sentinel-5 Precursor, un satélite que monitorea varios gases atmosféricos incluyendo el monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), (“ESA - Sentinel-5P,” n.d.)

Conclusiones

El inventario establecido indica que el sitio está cubierto de bosques, manglares y especies ornamentales por regeneración natural, también existen especies de animales mayores y menores, así como aves de corral y silvestres.

Existe un superávit ecológico per-cápita de 17,3 valor superior en base a lo que recomienda la Organización Mundial de la Salud, los servicios ambientales mejoran la calidad del aire ya que su aporte es de 78 tm ha⁻¹ de carbono, este sitio contribuye en la regulación de gases, clima, erosión, reciclado de nutrientes, refugio, producción alimentaria, recreación y hábitat para los recursos bióticos del lugar.

Los espacios verdes urbanos son elementos clave en la provisión de servicios, beneficios y bienestar a la población y refuerzan la capacidad de resiliencia urbana ante los principales retos sociales, ambientales y económicos venideros.

La valoración y cuantificación de los efectos negativos (diservicios) asociados a los espacios verdes urbanos hacen posible una mejora de los bienes y servicios que provisionan a la población.

Referencias

- Baldocchi, D. D., Hicks, B. B., & Camara, P. (1987). A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment* (1967), 21(1), 91–101. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(87\)90274-5](https://doi.org/10.1016/0004-6981(87)90274-5)
- Ballester Díez, F., Tenías, J. M., & Pérez-Hoyos, S. (1999). EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD: UNA INTRODUCCIÓN. *Rev Esp Salud Pública*, 73, 109–121.
- Bamwesigye, D. (2019). *Expressed Preference Methods of Environmental Valuation: Non-Market Resource Valuation Tools*. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS201907.0116.V1>
- Bartkowski, B., Bartke, S., Helming, K., Paul, C., Techen, A.-K., & Hansjürgens, B. (n.d.). *Potential of the economic valuation of soil-based ecosystem services to inform sustainable soil management and policy*. <https://doi.org/10.7717/peerj.8749>
- Beatriz, B., Osorio, G., Monrroy, R. B., Ochoa, L. S., Rivero Herrada, M., Beatriz González Osorio, B., & Barragán Monrroy, R. (2020). *CONFLICTOS DE INTERESES Los autores declaran no existir conictos de intereses. CORRESPONDENCIA*. 47(4), 54–64. Retrieved from <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Calidad del aire - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (n.d.). Retrieved April 3, 2022, from <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- Carbono acumulado en la biomasa aérea en plantaciones de Terminalia ivorensis A. Chev (terminalia) y Gmelina arborea Roxb (melina), en el Litoral ecuatoriano - Dialnet. (n.d.). Retrieved April 3, 2022, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7190594>
- Cariñanos, P., Foyo-Moreno, I., Alados, I., Guerrero-Rascado, J. L., Ruiz-Peñuela, S., Titos, G., ... Díaz de la Guardia, C. (2021). Bioaerosols in urban environments: Trends and interactions with pollutants and meteorological variables based on quasi-climatological series. *Journal of Environmental Management*, 282, 111963. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.111963>
- Costanza, R. (2020). *Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability*. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101096>
- Del, Z., & Roa, P. (2006). Zulma del Pilar Roa Análisis del papel de la disposición a pagar (DAP) de los consumidores, por panela ecológica ... (77-87). *AGROALIMENTARIA*. Nº 22.Enero-Junio, 77–87.
- EL ESTADO DE LOS BOSQUES DEL MUNDO LOS BOSQUES Y LA AGRICULTURA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES*. (n.d.).
- En, E., Calidad, L. A., Aire, D., De, R., Contaminación, L. A., & Ciudadana, Y. S. (n.d.-a). *VALOR DEL BOSQUE URBANO DE MADRID*.
- En, E., Calidad, L. A., Aire, D., De, R., Contaminación, L. A., & Ciudadana, Y. S. (n.d.-b). *VALOR DEL BOSQUE URBANO DE MADRID*.
- En, M., & Ambiental, G. (n.d.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO UNIDAD DE POSGRADO TEMA SERVICIOS AMBIENTALES DEL PARQUE HISTÓRICO Y SU INCIDENCIA ECONÓMICA PARA EL CANTÓN DE*.

-
- ESA - Sentinel-5P. (n.d.). Retrieved April 2, 2022, from https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P
- Fao. (n.d.). *Guidelines on urban and peri-urban forestry*.
- Fernanda Maradiaga-Marín, M., Cariñanos, P., Esperon-Rodriguez, M., & Harrison, T. (2021). *An Indicator-Based Approach to Assess the Readiness of Urban Forests for Future Challenges: Case Study of a Mediterranean Compact City*. <https://doi.org/10.3390/f12101320>
- Gómez Martín, J. C., Guirado, D., Frattin, E., Bermudez-Edo, M., Cariñanos Gonzalez, P., Olmo Reyes, F. J., ... Muñoz, O. (2021). On the application of scattering matrix measurements to detection and identification of major types of airborne aerosol particles: Volcanic ash, desert dust and pollen. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 271, 107761. <https://doi.org/10.1016/J.JQSRT.2021.107761>
- GUÍA 3. MANEJO DEL BOSQUE URBANO. (n.d.).
- GUÍA METODOLÓGICA PARA LA JERARQUIZACIÓN DE ATRACTIVOS Y GENERACIÓN DE ESPACIOS TURÍSTICOS DEL ECUADOR 2017 (1ra Parte). (n.d.-a). Retrieved from www.turismo.gob.ec
- GUÍA METODOLÓGICA PARA LA JERARQUIZACIÓN DE ATRACTIVOS Y GENERACIÓN DE ESPACIOS TURÍSTICOS DEL ECUADOR 2017 (1ra Parte). (n.d.-b). Retrieved from www.turismo.gob.ec
- Khosla, A., Sorgonà, A., Oubeidillah, A., Paterne, A., Akay, A., Kheir, A., ... & Dolný, A. (2022). Acknowledgment to Reviewers of Forests in 2021 - Buscar con Google. (n.d.). Retrieved April 3, 2022, from [https://www.google.com/search?q=Khosla%2C+A.%2C+Sorgon%C3%A0%2C+A.%2C+Oubeidillah%2C+A.%2C+Paterne%2C+A.%2C+Akay%2C+A.%2C+Kheir%2C+A.%2C+...+%26+Doln%C3%BD%2C+A.+\(2022\).+Acknowledgment+to+Reviewers+of+Forests+in+2021&rlz=1C1UUXU_esEC951EC951&oq=Khosla%2C+A.%2C+Sorgon%C3%A0%2C+A.%2C+Oubeidillah%2C+A.%2C+Paterne%2C+A.%2C+Akay%2C+A.%2C+Kheir%2C+A.%2C+...+%26+Doln%C3%BD%2C+A.+\(2022\).+Acknowledgment+to+Reviewers+of+Forests+in+2021&aqs=chrome..69i57j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Khosla%2C+A.%2C+Sorgon%C3%A0%2C+A.%2C+Oubeidillah%2C+A.%2C+Paterne%2C+A.%2C+Akay%2C+A.%2C+Kheir%2C+A.%2C+...+%26+Doln%C3%BD%2C+A.+(2022).+Acknowledgment+to+Reviewers+of+Forests+in+2021&rlz=1C1UUXU_esEC951EC951&oq=Khosla%2C+A.%2C+Sorgon%C3%A0%2C+A.%2C+Oubeidillah%2C+A.%2C+Paterne%2C+A.%2C+Akay%2C+A.%2C+Kheir%2C+A.%2C+...+%26+Doln%C3%BD%2C+A.+(2022).+Acknowledgment+to+Reviewers+of+Forests+in+2021&aqs=chrome..69i57j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Labandeira, X., León, C. J., & Xosé Vázquez, M. (n.d.). *Economía ambiental*. Retrieved from www.pearsoneducacion.com
- Las emisiones de CO2 rompen otro récord: un calentamiento global catastrófico amenaza el planeta | Noticias ONU. (n.d.). Retrieved April 2, 2022, from <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485312>
- Malkoc, S. A., & Zauberaman, G. (2018). Psychological analysis of consumer intertemporal decisions. *Consumer Psychology Review*. <https://doi.org/10.1002/ARCP.1048>
- Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador*. (n.d.).
- Ninan, K. N. (n.d.). *Valuing Forest Ecosystem Services and Disservices-Case Study of a Protected Area in India*.
- Nowak, D. J., Hoehn, R., & Crane, D. E. (n.d.). *Oxygen Production by Urban Trees in the United States*.
- Romero, C., Arancibia-Avila, P., Améstica-Rivas, L., Toledo-Montiel, F., & Flores-

-
- Morales, G. (2019). Economic valuation of the eco-systemic benefits derived from the environmental asset lake Laguna Santa Elena, through the multi-criteria analysis. *Brazilian Journal of Biology*, 80(3), 557–564. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.216218>
- SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN ARGENTINA*. (n.d.).
- Unidas, N. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Retrieved from www.cepal.org/es/suscripciones
- Vargas Marcos, F. (n.d.). *LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA SALUD*.
- Vista de Valoración contingente en áreas protegidas: Caso Sector Amazónico, Ecuador. (n.d.). Retrieved April 3, 2022, from <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/27503/28187>
- Zhang, M., Wang, L., Ma, P., & Wang, W. (2022). Urban-rural income gap and air pollution: A stumbling block or stepping stone. *Environmental Impact Assessment Review*, 94, 106758. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2022.106758>