



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA
OPERACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Laura Patricia Herrera Juárez

Asesorado por la Inga. Jeanny Beatriz Ramírez Sosa

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA
OPERACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LAURA PATRICIA HERRERA JUÁREZ

ASESORADO POR LA INGA. JEANNY BEATRIZ RAMÍREZ SOSA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA AMBIENTAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 6 de junio de 2021.

Laura Patricia Herrera Juárez

Guatemala, 21 de enero de 2022


Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación titulado: "Identificación y evaluación de servicios ecosistémicos asociados a la operación del parque ecológico La Asunción, ubicado en el municipio de Guatemala, departamento de Guatemala", elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, Laura Patricia Herrera Juárez, quien se identifica con el registro académico 2014-01476 y con el CUI 2854 19587 0101.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Jeanny Beatriz Ramirez Sosa

Ingeniera Civil
Colegiada 12904

Jeanny Beatriz Ramírez Sosa

ASESOR

Ingeniera Civil

Colegiado activo no. 12904



Guatemala, 08 de febrero de 2022.
Ref. EIQ.TG-IF.002.2022.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **007-2021**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Laura Patricia Herrera Juárez**.
Identificado con número de carné: **2854195870101**.
Identificado con registro académico: **201401476**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Ambiental**.
En la modalidad: **Informe Final, Seminario de Investigación**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:


**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DEL PARQUE
ECOLÓGICO LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Jeanny Beatriz Ramírez Sosa, profesional de la Ingeniería Civil

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

“ID Y ENSEÑAD ATODOS”


Carlos Vinicio Godínez Miranda
profesional de la Ingeniería Agronómica
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



Ing. Agr. M.A. Carlos Vinicio Godínez Miranda
Colegiado activo 2,212

C.c.: archivo





LNG.DIRECTOR.066.EIQ.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por: **Laura Patricia Herrera Juárez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Williams G. Alvarez M.U.I.E.
DIRECTOR DE INGENIERÍA QUÍMICA
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, abril de 2022.

LNG.DECANATO.OI.162.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** presentado por: **Laura Patricia Herrera Juárez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de vivir y disfrutar el proceso de estudiar en la Facultad de Ingeniería.
- Mis padres** Rosa Juárez y José Herrera, por amarme siempre y apoyarme durante toda mi vida, gracias a ustedes es este logro, gracias por siempre estar orgullosos de mí.
- Mis hermanos** Mynor Herrera, por emocionarte cuando ingresé a la Facultad; por siempre quererme y apoyarme, José Antonio Herrera, por siempre ser una fuente de inspiración para ser una gran profesional; por siempre quererme y apoyarme, Rosa Herrera, mi ejemplo a seguir, mi compañera de aventuras y quien me motivó a estudiar ingeniería; gracias por creer tanto en mí y siempre estar conmigo.
- Mis sobrinos** Paula Herrera, Valentina Hernández y Mateo Herrera, quienes me han enseñado un tipo de amor diferente y me inspiran a ser una mejor persona cada día.

**Mis amigos de la
Facultad**

Quienes hicieron que mis años en la Facultad de Ingeniería fueran de los mejores de mi vida. Especialmente a María Rivas, Mercedes Dardón, Alejandro Rodríguez, Mercedes Corado, Sofía Cap, Roberto Garrido, Pablo Girón, Juan José González, Wanda Yoc, Diego Álvarez, William Montenegro, Katherine Sazo, Laura Méndez, José Andrés Valenzuela.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi <i>alma máter</i> , siempre me sentiré orgullosa de ser Sancarlista.
Facultad de Ingeniería	Por todo el conocimiento adquirido en los años de estudio, los cuales siempre recordaré con mucho cariño.
A mi familia	Por acompañarme, apoyarme, motivarme a continuar en todo momento y siempre ser mi fuente de inspiración.
Mis amigos de la Facultad	Especialmente a mis amigos de la carrera de Ingeniería Ambiental, María Rivas, Mercedes Dardón, Alejandro Rodríguez, Mercedes Corado, Sofía Cap y Roberto Garrido, quienes se han convertido en compañeros de aventuras.
Mi asesora	Inga. Beatriz Ramírez por el apoyo y motivación en el desarrollo de esta investigación, sumando al proceso y a mi carrera profesional.
Leticia Quintanar	Por su acompañamiento en este proceso y ayudarme a recordar en donde se encuentra mi valor como persona.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Justificación	5
1.2. Determinación del problema.....	7
1.2.1. Definición	7
1.2.2. Delimitación	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Ecosistemas	9
2.1.1. Los ecosistemas y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS)	12
2.2. Servicios ecosistémicos.....	15
2.2.1. Clasificación de los servicios ecosistémicos.....	17
2.2.1.1. Evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA) y la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB).....	19
2.2.1.2. Common International Classification for Ecosystem Services (CICES)	22

2.3.	Infraestructura verde	28
2.4.	Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en ciudades	30
2.5.	Parques ecológicos	31
2.5.1.	Parque ecológico La Asunción	32
2.6.	Sistemas de información geográfica (SIG)	34
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	37
3.1.	Variables	37
3.1.1.	Variables independientes	37
3.1.2.	Variables dependientes	37
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	38
3.2.1.	Localización.....	38
3.3.	Recursos humanos disponibles	39
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	39
3.5.	Técnica cualitativa.....	39
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	40
3.6.1.	Análisis previo al establecimiento del parque ecológico	40
3.6.2.	Análisis actual	43
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	59
3.8.	Análisis estadístico.....	61
3.8.1.	Identificación de servicios ecosistémicos	61
3.8.2.	Evaluación de servicios ecosistémicos	64
3.8.3.	Resultados presentados en un sistema de información geográfica	70
4.	RESULTADOS.....	71
4.1.	Análisis previo al establecimiento del parque ecológico.....	71

4.1.1.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos	71
4.2.	Análisis actual.....	78
4.2.1.	Metodología Ecosistemas del Milenio.....	78
4.2.1.1.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos	79
4.2.1.1.1.	Elementos bióticos	83
4.2.1.1.2.	Elementos abióticos	87
4.2.1.1.3.	Actividades educación ambiental.....	87
4.2.1.2.	Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos	88
4.2.1.2.1.	Elementos bióticos	95
4.2.1.2.2.	Elementos abióticos ...	101
4.2.1.2.3.	Actividades educación ambiental.....	101
4.2.2.	Metodología CICES.....	103
4.2.2.1.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos	103
4.2.2.1.1.	Elementos bióticos	109
4.2.2.1.2.	Elementos abióticos ...	117
4.2.2.1.3.	Actividades educación ambiental.....	117
4.2.2.2.	Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos	118
4.2.2.2.1.	Elementos bióticos	130
4.2.2.2.2.	Elementos abióticos ...	145
4.2.2.2.3.	Actividades educación ambiental.....	146

5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	149
5.1.	Identificación de servicios ecosistémicos	149
5.1.1.	Análisis previo al establecimiento del parque ecológico	149
5.1.2.	Análisis actual	150
5.1.2.1.	Metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA)	150
5.1.2.2.	Metodología CICES.....	156
5.1.2.3.	Comparación de metodologías.....	160
5.2.	Evaluación de servicios ecosistémicos	161
5.2.1.	Metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA)	161
5.2.2.	Metodología CICES.....	167
5.2.3.	Comparación metodologías.....	174
5.3.	Identificación de estrategias de potencialización de servicios ecosistémicos.....	176
5.3.1.	Ejemplos estrategias de potencialización.....	186
	CONCLUSIONES.....	189
	RECOMENDACIONES	193
	BIBLIOGRAFÍA.....	197
	APÉNDICES.....	201

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Componentes considerados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España.....	11
2.	ODS vinculados a los ecosistemas urbanos	15
3.	Los ecosistemas y algunos de los servicios que proveen	17
4.	Parque ecológico La Asunción	34
5.	Ubicación de parque ecológico La Asunción.....	38
6.	Ubicación áreas parque ecológico La Asunción, según tablas VI y VII ..	55
7.	Elementos parque ecológico La Asunción.....	61
8.	Elementos de parque ecológico La Asunción, según el número de servicios ecosistémicos generados, metodología MEA	154
9.	Elementos de parque ecológico La Asunción, según el número de servicios ecosistémicos generados, metodología CICES	158
10.	Elementos del parque ecológico La Asunción según el tipo de oportunidad de potencialización, metodología MEA	163
11.	Puntuaciones por elemento del parque ecológico La Asunción, metodología MEA.....	165
12.	Elementos del parque ecológico La Asunción según el tipo de oportunidad de potencialización, metodología CICES	169
13.	Puntuaciones por elemento del parque ecológico La Asunción, metodología CICES	171

TABLAS

I.	Componentes considerados en la EME.....	10
II.	Clasificación de servicios ecosistémicos según la Evaluación de los ecosistemas del milenio.....	19
III.	Clasificación de servicios ecosistémicos según CICES.....	23
IV.	Posibles elementos de la infraestructura verde	29
V.	Elementos y criterios de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN).....	31
VI.	Estado del sitio previo al establecimiento del parque ecológico La Asunción.....	40
VII.	Fotografías recorrido parque ecológico La Asunción.....	44
VIII.	Información recopilada sobre el parque ecológico La Asunción	56
IX.	Elementos parque ecológico La Asunción	59
X.	Metodología construcción matriz de servicios ecosistémicos, metodología MEA	62
XI.	Metodología construcción matriz de servicios ecosistémicos, metodología CICES	63
XII.	Criterios de evaluación de servicios ecosistémicos	65
XIII.	Ejemplo matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, por criterio evaluado..	66
XIV.	Ejemplo matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, puntuación final.....	68
XV.	Clasificación de matrices de servicios ecosistémicos según el número de servicios prestados	69
XVI.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos previo al establecimiento del parque ecológico, metodología MEA.....	71
XVII.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos previo al establecimiento del parque ecológico, metodología CICES	75

XVIII.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología MEA	80
XIX.	Matriz de evaluación de servicios de servicios ecosistémicos, detalle criterios de evaluación, metodología MEA	89
XX.	Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología MEA	92
XXI.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de jardinería.....	95
XXII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de reforestación.....	96
XXIII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de bosque natural.....	97
XXIV.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de cobertura vegetal.....	98
XXV.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, senderos naturales.....	99
XXVI.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, orquideario	99
XXVII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, fauna nativa del área.....	100
XXVIII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, infraestructura y equipamiento	101
XXIX.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, capacitaciones, talleres y actividades	102
XXX.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, centro de acopio de materiales reciclables	102

XXXI.	Matriz de identificación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología CICES	104
XXXII.	Matriz de evaluación de servicios de servicios ecosistémicos, detalle criterios de evaluación, metodología CICES.....	120
XXXIII.	Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología CICES.....	125
XXXIV.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de jardinería	130
XXXV.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de reforestación	133
XXXVI.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de bosque natural	135
XXXVII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de cobertura vegetal	138
XXXVIII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, senderos naturales	140
XXXIX.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, orquideario	142
XL.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, fauna nativa del área	144
XLI.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, Infraestructura y equipamiento ...	146
XLII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, capacitaciones, talleres y actividades.....	147
XLIII.	Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, centro de acopio de materiales reciclables.....	148

XLIV.	Elementos del parque ecológico La Asunción que generan mayor número de servicios ecosistémicos, según metodología MEA.....	153
XLV.	Servicios ecosistémicos más frecuentes en el parque ecológico La Asunción, según metodología MEA	155
XLVI.	Elementos del parque ecológico la Asunción que generan mayor número de servicios ecosistémicos, según metodología CICES	157
XLVII.	Servicios ecosistémicos más frecuentes en el parque ecológico La Asunción, según metodología CICES	159
XLVIII.	Número de servicios ecosistémicos según su oportunidad de potencialización, metodología MEA	162
XLIX.	Puntuaciones totales obtenidas por elemento, metodología MEA	164
L.	Puntuaciones totales obtenidas por servicios ecosistémicos, metodología MEA.....	166
LI.	Número de servicios ecosistémicos según su oportunidad de potencialización, metodología CICES	167
LII.	Puntuaciones totales obtenidas por elemento, metodología CICES	170
LIII.	Puntuaciones totales obtenidas por servicios ecosistémicos, metodología CICES	172
LIV.	Estrategias de potencialización por elemento, según los servicios ecosistémicos evaluado, metodología MEA.....	177
LV.	Estrategias de potencialización por elemento, según los servicios ecosistémicos evaluado, metodología CICES.....	181
LVI.	Descripción estrategias de potencialización de servicios ecosistémicos, capacitaciones, talleres y actividades de educación ambiental.....	187

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
B	Bienestar otorgado
<i>n</i>	Número máximo posible
P	Potencial de crecimiento
P1	Potencial de crecimiento según las condiciones del área territorial
P2	Potencial de crecimiento según la implementación de buenas prácticas
T	Tiempo de establecimiento

GLOSARIO

ArcMap	Sistema de información geográfica desarrollado por ESRI.
CEA	Centro de Educación Ambiental.
CEM	Cinturón Ecológico Municipal.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
CICES	<i>Common International Classification for Ecosystem Services.</i>
CITES	Convención de Comercio Internacional de Especies Amenazadas.
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
DMA	Dirección de Medio Ambiente.
EME	Evaluación de los Ecosistemas de España.
MEA	<i>Milennium Ecosystem Assesment.</i>
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible.

ONU	Organización de las Naciones Unidas.
POT	Plan de Ordenamiento Territorial.
RUV	Red Urbana Verde.
SBN	Soluciones Basadas en la Naturaleza.
SIG	Sistema de Información Geográfica.
TEEB	<i>The Economy of Ecosystem and Biodiversity.</i>
UICN	<i>International Union for Conservation of Nature.</i>
WRI	<i>World Resources Institute.</i>
Zona G0	Zona natural, para la conservación del ambiente y de riesgo de desastres, según plan de ordenamiento territorial de la Ciudad de Guatemala.
Zona G1	Zona rural, para la conservación del ambiente y para la ocupación humana compatible, según plan de ordenamiento territorial de la Ciudad de Guatemala.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo identificar y evaluar los servicios ecosistémicos asociados a la operación del parque ecológico La Asunción, el cual se ubica en la zona 5 del municipio de Guatemala. El parque ecológico, así como otras áreas gestionadas por la Dirección de Medio Ambiente (DMA) de la Municipalidad de Guatemala, forman parte de la Red Urbana Verde (RUV) de la ciudad, estos espacios han sido implementados para brindar servicios ambientales y crear espacios socialmente seguros para los pobladores del municipio, sin embargo, no se cuenta con estudios al respecto de los servicios ecosistémicos que otorgan por su operación y gestión.

Para el desarrollo de la investigación se aplicaron dos metodologías de clasificación de servicios ecosistémicos, la primera la elaborada por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (*MEA*, por sus siglas en inglés) y la segunda la desarrollada por el *Common International Classification for Ecosystem Services* (CICES).

En primer lugar, se realizó una identificación de los servicios ecosistémicos que se desarrollaban en el área previo al establecimiento del parque ecológico en el año 2015. Para esto se aplicaron ambas metodologías mencionadas, elaborando una matriz de identificación por cada una de estas, y dividiendo el área en tres elementos bióticos: áreas de bosque natural, áreas de cobertura vegetal y fauna nativa del área. En ambas metodologías se obtuvo como resultado la existencia de servicios ecosistémicos considerando que estos se veían afectados por la existencia de focos de contaminación ambiental.

El segundo análisis fue realizado considerando el estado actual del área del parque ecológico La Asunción, en este caso el parque fue dividido en tres categorías de elementos: elementos bióticos (subdividido en áreas de jardinería, áreas de reforestación, áreas de bosque natural, áreas con cobertura vegetal, senderos naturales, orquideario y fauna nativa del área), elementos abióticos (considerando la Infraestructura y equipamiento del parque) y actividades de educación ambiental (subdividido en las capacitaciones, talleres y actividades de educación ambiental y en el centro de acopio de materiales reciclables).

Con la metodología MEA se identificaron veinte servicios ecosistémicos, mientras que con la metodología CICES se identificaron veintisiete. Ambas metodologías coinciden en que los elementos bióticos del parque ecológico generan un mayor número de servicios ecosistémicos y en que los servicios culturales son los que se generan de forma más frecuente.

El resultado final de las matrices de evaluación de servicios ecosistémicos indica que el parque ecológico La Asunción tiene una oportunidad media de potencializar sus servicios ecosistémicos, clasificando en una categoría C según la metodología MEA, al generar veinte servicios ecosistémicos, y clasificándolo en una categoría B según la metodología CICES, al generar veintisiete servicios ecosistémicos. Se identifica que los servicios ecosistémicos de regulación son los mejor puntuados, y los servicios culturales son de los mejor puntuados y, además, los más frecuentes.

Para complementar el análisis de resultados se construyó una capa en el software ArcMap 10,8, creando mapas para la presentación de los resultados de forma gráfica.

OBJETIVOS

General

Identificar y evaluar los servicios ecosistémicos asociados a la operación del parque ecológico La Asunción ubicado en el municipio de Guatemala, a partir de la construcción de matrices de identificación y evaluación.

Específicos

1. Identificar los servicios ecosistémicos asociados a la operación del parque ecológico La Asunción a partir de la construcción de una matriz de identificación de servicios ecosistémicos relacionándolos a la fuente del servicio.
2. Evaluar los servicios ecosistémicos identificados en el parque ecológico La Asunción para determinar su contribución al bienestar de las personas influenciadas directa e indirectamente por el proyecto, haciendo una evaluación del escenario previo a su operación y el escenario actual.
3. Determinar la existencia de estrategias de potencialización de los servicios ecosistémicos asociados al estado actual del parque ecológico La Asunción.

INTRODUCCIÓN

Según el Plan de Ordenamiento Territorial, el 41,64 % del municipio de Guatemala está constituido por zonas naturales y rurales, las cuales conforman el Cinturón Ecológico Municipal, el 58,36 % del área restante son zonas urbanizables las cuales han crecido considerablemente en los últimos 50 años, convirtiendo al municipio de Guatemala en un municipio totalmente urbano.

Las ciudades, al ser el centro de las actividades de un país tienen un papel a nivel nacional importante en muchos aspectos. Al considerar el desarrollo urbano, suele relacionarse directamente con infraestructura y obra gris, y aunque las ciudades están compuestas en gran medida por este tipo de infraestructuras, la adición de espacios públicos que implementen infraestructura verde se ha visto necesaria con el pasar de los años, debido a varias razones, como mejorar la calidad de vida los habitantes, mejorar la calidad del ecosistema urbano del municipio, enfrentar los crecientes riesgos climáticos, entre otros. El constante crecimiento y desarrollo de la ciudad de Guatemala ha generado a la vez un aumento en la demanda de recursos. Aunque algunos de los recursos demandados son suplidos del área exterior a la ciudad, como por ejemplo la generación de energía eléctrica que se realiza en otros municipios del país, o el abastecimiento de agua que es suplida en mayor porcentaje de municipios fuera de la ciudad de Guatemala, existen otras demandas que necesitan ser ofertadas en el área territorial del municipio.

Como parte de la Red Urbana Verde (RUV) establecida por la Dirección de Medio Ambiente (DMA) de la Municipalidad de Guatemala, en el municipio del mismo nombre, se encuentran operando una serie de parques ecológicos, siendo

uno de sus objetivos recuperar las áreas del Cinturón Ecológico Municipal (CEM), las zonas G0 y G1, según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), y crear áreas verdes para la población de la ciudad que sean beneficiosas tanto social como ambientalmente. El POT clasifica al municipio en diferentes zonas generales, entre las que se encuentran las zonas G0 y G1, las cuales son áreas de conservación natural debido a las características de los ecosistemas que se desarrollan en ellas, lo que las convierte en áreas de importancia ambiental.

A pesar de la existencia del CEM y la RUV, no se cuenta con una línea base acerca de la importancia de su existencia, adecuada gestión, y de los beneficios que generan para el ecosistema urbano de la ciudad, a partir de esto surge la iniciativa de realizar una investigación específica para identificar y evaluar los servicios ecosistémicos del primer parque ecológico que fue establecido por la DMA, que a la vez, actualmente es uno de los más emblemáticos, siendo este el parque ecológico La Asunción, el cual se encuentra ubicado en el área de barranco bajo el puente La Asunción, en la zona 5 del municipio, desde el año 2015.

A partir de la investigación se identificaron los elementos del ecosistema urbano desarrollado en el área del parque ecológico La Asunción que otorgan servicios ecosistémicos de diferentes tipos, haciendo un análisis del área previo a la construcción del parque y de su estado actual. Además, se realiza una evaluación del estado actual de los servicios ecosistémicos y se identifican oportunidades de potencialización según criterios definidos.

1. ANTECEDENTES

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en el reporte “Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación”¹ define los ecosistemas como “un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas”².

El mismo estudio del *World Resources Institute (WRI)* se define a los servicios ecosistémicos como “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas”³. A partir de esta evaluación surge la clasificación de los servicios ecosistémicos en cuatro grupos: los servicios de aprovisionamiento, los servicios de regulación, los servicios culturales y los servicios de soporte, los cuales a la vez se subdividen en unas series de servicios que dependen de los recursos del área y su estado actual. Los servicios otorgados por los ecosistemas son buscados por las personas, debido a que son clave para el desarrollo humano y su valor ha sido determinado por la capacidad de estos de brindar los servicios requeridos. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio realizó hallazgos importantes relacionados con la alteración realizada a los ecosistemas debido a las actividades antropogénicas, principalmente en la época actual, así como la importancia de revertir la degradación ocasionada, tanto por el valor intrínseco de los ecosistemas como por lo necesaria que es su existencia desde la perspectiva social y económica.

¹ World Resources Institute. *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación*. p. 20.

² *Ibíd.* p. 3.

³ *Ibíd.* p. 3.

El constante crecimiento y desarrollo de la Ciudad de Guatemala ha generado a la vez un aumento en la demanda de recursos. Aunque muchos de los recursos demandados son suplidos del área exterior a la ciudad, como por ejemplo la generación de energía eléctrica que se realiza en otros municipios del país, o el abastecimiento de agua potable que en mayor porcentaje es captada de otros municipios, existen otras demandas que necesitan ser ofertadas en el área territorial del municipio.

Como parte del Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizó la investigación “Proyecto DIGI 2.26: Los Servicios Ecosistémicos Urbanos en las Ciudades de Quetzaltenango y La Antigua Guatemala”⁴, donde se identifican los servicios ecosistémicos urbanos que existen en ambas ciudades, evaluando a su vez el conocimiento de la población y las autoridades acerca del tema. Se evaluaron 14 servicios ecosistémicos considerados clave en las ciudades y se obtuvo como resultado que, aunque existe un desconocimiento general acerca del concepto de servicios ecosistémicos, existe una percepción leve de los beneficios de su existencia.

Otra investigación acorde a la temática es la publicada en el artículo “Evaluación de los servicios ecosistémicos en la ciudad no planificada: el caso de Quetzaltenango”. En esta investigación se evaluaron 7 servicios ecosistémicos identificados en la ciudad de Quetzaltenango, la investigación hace énfasis en “la importancia del conocimiento, monitoreo y medición constante de los servicios ecosistémicos para garantizar la sostenibilidad y el bienestar de la sociedad

⁴ CASTILLO, Fernando; GARCÍA, Jorge; LÓPEZ, Anaité; CELADA, Mario. *Proyecto DIGI 2.26: Los Servicios Ecosistémicos Urbanos en las Ciudades de Quetzaltenango y La Antigua Guatemala*. p. 113.

dentro de una región definida”⁵. En la investigación se hace referencia al libro “EcoCities: Rebuilding cities in balance with nature”⁶ en donde se resalta que es fundamental considerar los servicios ecosistémicos en las decisiones sobre el paisaje urbano, no solo para la conservación de los ecosistemas si no para su desarrollo dentro de las ciudades.

En el caso de la ciudad de Guatemala, como parte de planificación urbana, se cuenta con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) el cual fue publicado inicialmente en el año 2008 y actualmente se encuentra vigente la versión del año 2014. Las zonas G0 y G1 se consideran zonas con vocación para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. En estas zonas se encuentra el área que desde el año 2015, es ocupada por el parque ecológico La Asunción, ubicado en la zona 5 del municipio de Guatemala. El concepto de parque ecológico fue adoptado por la municipalidad de Guatemala a partir de la implementación de este primer parque, con el propósito de recuperar el área de barranco anteriormente degradada y potencializarla al establecer un proyecto de infraestructura verde en el área urbana.

Existen diversos estudios acerca de los beneficios de la implementación de la infraestructura verde en las áreas urbanas. Como es el caso del documento “Guía de Infraestructura Verde Municipal”⁷, publicado por la Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde (ASEJA), la Federación Española de Municipio y Provincias (FEMP), la Red de Gobiernos Locales + Biodiversidad, y la Asociación Española de Parque y Jardines Públicos (AEPJP), con el propósito de crear un documento de apoyo a las municipalidades en el desarrollo

⁵ LÓPEZ HUERTAS, Mario Joaquín. *Evaluación de los servicios ecosistémicos en la ciudad no planificada: el caso de Quetzaltenango*. p. 142.

⁶ REGISTER, Richard. *EcoCities: Rebuilding cities in balance with nature*. p. 368.

⁷ Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde. Federación Española de Municipio y Provincias. Red de Gobiernos Locales + Biodiversidad. Asociación Española de Parque y Jardines Públicos. *Guía de Infraestructura Verde Municipal*. p. 389.

de la estrategia y la gestión de infraestructura verde municipal. En este documento se resalta que los servicios ecosistémicos otorgados por el establecimiento de proyectos de infraestructura verde tienen beneficios como contribuir a la adaptación y mitigación al cambio climático, mejorar el estado de la biodiversidad, mejorar la calidad ambiental y mejorar la salud y el bienestar de la población.

Además de España, otro país que busca establecer procedimientos específicos para implementar la infraestructura verde en sus estrategias de gestión municipal es México. En el marco de la cooperación entre el Gobierno Federal Alemán a través de la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y el Gobierno Federal Mexicano a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), se desarrolló el documento “Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta”⁸. Este documento identifica que la infraestructura verde es un sistema en el que interactúan las esferas humana y ambiental, que proporcionan servicios ecosistémicos indispensables para el funcionamiento de las dinámicas urbanas, haciendo especial énfasis en los beneficios de estos como acciones para mitigar y adaptarse al cambio climático.

Actualmente no existe un estudio que identifique y evalúe los servicios ecosistémicos asociados a la operación del parque ecológico La Asunción, ni de ninguna otra área del municipio de Guatemala.

⁸ QUIROZ BENÍTEZ, Diana Esmeralda. *Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta*. p. 65.

1.1. Justificación

El crecimiento poblacional del municipio de Guatemala tiene un inicio marcado a partir de 1950, según el estudio publicado por CEPAL en el marco de la reunión de expertos sobre Población, territorio y desarrollo sostenible en el 2011, llamado “Transformaciones urbanas en Guatemala 1950-2002”⁹, en 1950 la población del municipio de Guatemala representaba el 10,55 % de la población total del país, lo que equivalía a un 40,82 % de la población urbana del país. Debido al establecimiento de otros centros urbanos en el país, para el año 2002 la población del municipio representaba el 8,39 % de la población total del país, equivalente al 18,18 % de la población urbana del país.

En el mismo estudio de CEPAL se considera que el Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala (AMCG), involucraba en el 2002 al municipio de Guatemala y siete municipios, siendo estos: Mixco, Chinautla, Villa Nueva, Amatitlán, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula y Villa Canales. El área metropolitana representaba el 20,22 % de la población total del país, equivalente al 39,75 % de la población urbana a nivel nacional, contando con un grado de urbanización del 90,72 %, con respecto a un grado de urbanización a nivel nacional del 46,14 %. Es importante recalcar que un área metropolitana surge cuando una ciudad, considerada eje va estableciendo comunidades sobre otras áreas geográficas (conurbación) fortaleciendo su relacionamiento. En el caso específico de Guatemala, la Ciudad de Guatemala es el centro del AMCG. Comparando la población de la Ciudad de Guatemala con respecto a la del AMCG, esta representa el 41,49 %, y equivale al 45,73 % de la población urbana. Según los datos del censo del año 2018 la población del AMCG representa el 20,23 % de la población del país, y la Ciudad de Guatemala representa el

⁹ MARTÍNEZ LÓPEZ. José Florentín. *Transformaciones urbanas en Guatemala 1950-2002*. p.29

6,20 % de la población total. Considerando que, según las estadísticas, la Ciudad de Guatemala es el principal centro urbano del AMCG, y que la AMCG es el principal centro urbano del país, la Ciudad de Guatemala pasa a ser la principal ciudad urbana a nivel nacional.

En la planificación urbana realizada por la Municipalidad de Guatemala a través del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se establecen las zonas G0 y G1, que son áreas con vocación para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. En estas zonas, debido a su topografía, suelen desarrollarse las llamadas áreas de barranco. En un área de la zona 5, bajo el puente La Asunción, desde el año 2015 se desarrolla el parque ecológico La Asunción, área donde se encuentran zonas G0 y G1. El concepto de parque ecológico fue adoptado por la Municipalidad de Guatemala a partir de la implementación de este primer parque, con el propósito de potencializar el valor del área de barranco al establecer un proyecto de infraestructura verde en el área urbana. Actualmente no se cuenta con una línea base de los servicios ecosistémicos que presta este parque en el municipio y a la población que lo visita, por lo que se genera la necesidad de realizar un estudio para identificar y evaluar sus beneficios.

Se elige el parque ecológico La Asunción para el desarrollo de la investigación debido a que es el primer parque ecológico gestionado por la municipalidad de Guatemala, este se encuentra establecido desde el 2015 por lo que se considera que la calidad de los servicios ecosistémicos es mayor a la de otros parques ecológicos establecidos más recientemente. La identificación y evaluación de servicios ecosistémicos en el parque permitirá plantear estrategias para potencializar los servicios brindados para que estos sean de mayores beneficios para la población del sector y para los visitantes, además que permitirá

evaluar los beneficios de la existencia de estos espacios de infraestructura verde en las áreas urbanas.

Debido a que la Ciudad de Guatemala es el área urbana de mayor importancia en el país, se considera que es ideal elegir un proyecto desarrollado dentro de esta, como es el caso del parque ecológico La Asunción para realizar una primera identificación y evaluación piloto que luego podrá ser replicada en otros parques ecológicos u otros proyectos de infraestructura verde urbana; tanto en la Ciudad de Guatemala como en otros municipios del área metropolitana.

1.2. Determinación del problema

En esta sección será desarrollada la problemática que da origen a la presente investigación, identificando el contexto de la misma y las situaciones específicas que se generan debido a esta.

1.2.1. Definición

La Ciudad de Guatemala es la principal ciudad del país. Según el “Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guatemala (POT)”¹⁰, el 41,64 % del municipio de Guatemala está constituido por zonas naturales y rurales, las cuales conforman el Cinturón Ecológico Municipal, el 58,36 % del área restante son zonas urbanizables. Dentro de la ciudad existen proyectos de infraestructura verde gestionados por la municipalidad de Guatemala, que generan servicios ecosistémicos a la población del área. A pesar de conocer este hecho teóricamente, no se cuenta con estudios que identifiquen los servicios ecosistémicos asociados a la operación de un área de infraestructura verde, por

¹⁰ Dirección de Planificación Urbana. Municipalidad de Guatemala.

lo que se decide realizar una investigación en el parque ecológico La Asunción ubicado en la zona 5 del municipio de Guatemala para identificar y evaluar los servicios ecosistémicos asociados a la operación de este, con el propósito de plantear estrategias para potencializar los actuales servicios ecosistémicos y poder replicar la metodología aplicada en otros proyectos gestionados por la municipalidad de Guatemala.

1.2.2. Delimitación

En esta sección se define la delimitación del área de estudio de la investigación. En este caso es importante considerar la delimitación geográfica y la temática.

- Geográfica: la investigación será realizada en el parque ecológico La Asunción ubicado en diagonal catorce (14) y doce (12) calle, zona cinco (5) del municipio de Guatemala.
- Temática: la investigación aborda la temática de identificación y valoración de servicios ecosistémicos en el área geográfica de estudio, se consideran cuatro tipos de servicios ecosistémicos: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios culturales, y servicios de apoyo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistemas

Existen diversas definiciones acerca de que es un ecosistema, para desarrollar el contexto se utilizaron definiciones de estudios internacionales sobre la temática. En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en el reporte Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación se define lo siguiente:

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas presentan diferencias ostensibles de tamaño; una poza pasajera en la hendidura de un árbol y una cuenca oceánica pueden ambas constituir un ecosistema¹¹.

En la Evaluación de los Ecosistemas de España (EME), en la primera sección en donde se desarrolla el marco conceptual se define a los ecosistemas como “una unidad funcional constituida por componentes vivos y no vivos, ligados por una trama de relaciones biofísica que intercambia materia y energía y se autoorganizan en el tiempo”¹².

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME) fue fundamentada en torno a cinco componentes básicos, además de los ecosistemas definidos anteriormente, que son importantes a considerar:

¹¹ World Resources Institute. *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación*. p. 3.

¹² MONTES, Carlos; Martín-SANTOS, Fernando. *Marco Conceptual de Referencia, Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. p. 13.

Tabla I. **Componentes considerados en la EME**

Componente	Definición
Bienestar humano	Estado en el que se cubren las necesidades materiales básicas para una buena vida considerando cinco componentes: libertad y capacidad de elección y acción, salud, seguridad, buenas relaciones sociales y paz de mente y espíritu
Capital natural	Ecosistema que tiene capacidad de ejercer funciones y suministrar servicios a la sociedad
Funciones de los ecosistemas	Capacidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de generar servicios que contribuyan al bienestar humano
Servicios de los ecosistemas	Son las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano
Impulsores de cambio	Se refiere a cualquier factor de origen natural y humano que directa o indirectamente genera cambios en los ecosistemas y por tanto en el flujo de los servicios. Impulsores directos: cualquier factor que altera directamente a los ecosistemas. Actúan de manera inequívoca sobre los procesos biofísicos de los ecosistemas. Impulsores indirectos: un factor o proceso o conjunto de factores y procesos socio políticos que actúan de un modo más difuso alterando los ecosistemas a través de sus acciones sobre uno o más impulsores directos de cambio.

Fuente: MONTES, Carlos; MARTÍN-SANTOS, Fernando. *Marco Conceptual de Referencia, Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. p. 13.

La consideración de estos componentes en la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos es importante debido a que en conjunto forman parte de un ciclo, como puede explicarse en la figura 1:

Figura 1. **Componentes considerados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España**



Fuente: MONTES, Carlos; MARTÍN-SANTOS, Fernando. *Marco Conceptual de Referencia, Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. p. 13.

Como se puede observar en la figura 1, los ecosistemas generan servicios, que a la vez son beneficiosos para los humanos y generan un estado de bienestar, existen impulsores directos e indirectos de cambio, que pueden tanto mejorar el estado de los ecosistemas o empeorarlo, lo cual afectará directamente los servicios ecosistémicos otorgados y por lo tanto el nivel de bienestar humano. Con esta figura se puede identificar la importancia de la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos, para poder identificar estrategias para potencializarlos y así aumentar el nivel de bienestar humano de las poblaciones.

En el informe La Economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las autoridades regionales y locales se dice lo siguiente:

Los ecosistemas nos proporcionan alimentos, agua dulce, combustible, fibra, aire fresco y cobijo. La biodiversidad se define como la variedad de ecosistemas y procesos ecológicos, y la diversidad de plantas y animales, así como sus distintas variedades y tipos dentro de cada especie. Es la clave para mantener la resistencia de los ecosistemas, es decir, su capacidad para funcionar y prestar servicios vitales bajo condiciones cambiantes¹³.

2.1.1. Los ecosistemas y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS)

Al considerar los ecosistemas urbanos, no se puede desligar el ODS número once que es “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”¹⁴. Una de las metas aplicables de este ODS a la temática de ecosistemas urbanos es la 11,3 “de aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países”¹⁵. Otra de las metas importantes de mencionar es la 11,6 “de aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”¹⁶. Al igual que la meta 11,7 “de aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad”¹⁷.

¹³ The Economy of Ecosystem and Biodiversity. *La Economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las autoridades regionales y locales*. p. 16.

¹⁴ Instituto Danés de Derechos Humanos. *Objetivos, metas e indicadores*. Copenhague, Dinamarca: *La guía de los derechos humanos a los ODS*. p. 3.

¹⁵ *Ibíd.*

¹⁶ *Ibíd.*

¹⁷ *Ibíd.*

También son importantes las metas 11,a y 11,b de los ODS, la 11,a es “apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional”¹⁸, mientras que la meta 11,b menciona lo siguiente:

De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles¹⁹.

Debido a la importancia de la adaptación y mitigación al cambio climático a partir de la implementación de áreas públicas verdes, infraestructura verde y potencializar otros elementos de los ecosistemas urbanos, es importante considerar el ODS número trece, este es: “adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (Reconociendo que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial al cambio climático)”²⁰. La meta 13,1 de este ODS es “fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países”²¹, considerando que las ciudades son centros importantes de las naciones, la resiliencia y la capacidad de adaptación deben ser consideradas clave en la planificación de las autoridades locales, como las municipalidades.

¹⁸ Instituto Danés de Derechos Humanos. *Objetivos, metas e indicadores. Copenhague, Dinamarca: La guía de los derechos humanos a los ODS. and-targets.* p. 4.

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ *Ibíd.*

²¹ *Ibíd.*

El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) número 15 es “proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”²². Una de las metas de este objetivo, la 15,1 es “de aquí a 2030, asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales”²³.

Es importante mencionar que esta meta contempla la conservación de los ecosistemas y de sus servicios, por lo que la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos de un área específica está relacionada con el cumplimiento de los ODS.

²² Instituto Danés de Derechos Humanos. *Objetivos, metas e indicadores. Copenhague, Dinamarca: La guía de los derechos humanos a los ODS. and-targets.* p. 4.

²³ *Ibíd.*

Figura 2. ODS vinculados a los ecosistemas urbanos



Fuente: Content. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Objetivos del Desarrollo Sostenible.* <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

Consulta: 1 de abril de 2021.

Al analizar en conjunto los ODS 11, 13 y 15, se encuentra una relación directa entre la conservación y el desarrollo sostenible que quiere ser alcanzado en los ecosistemas urbanos de las ciudades.

2.2. Servicios ecosistémicos

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en el reporte Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación define a los servicios ecosistémicos como:

Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles²⁴.

Como se indicó anteriormente, no se puede abordar el concepto de servicios ecosistémicos sin considerar la definición de bienestar humano. En el glosario de La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en el reporte Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación se define el bienestar como “un estado que depende del contexto y de la situación, que comprende aspectos básicos de una buena vida libertad y capacidad de elección, salud y bienestar corporal, buenas relaciones sociales, seguridad y tranquilidad de espíritu²⁵. En el mismo documento se menciona lo siguiente:

El bienestar humano tiene múltiples constituyentes, entre los que se incluyen los materiales básicos para el buen vivir, la libertad y las opciones, la salud, las buenas relaciones sociales y la seguridad. El bienestar es uno de los extremos de un continuo cuyo opuesto es la pobreza, que se define como una “privación ostensible del bienestar”. Los componentes del bienestar, tal como las personas los experimentan y perciben, dependen de la situación, reflejan la geografía, la cultura y las circunstancias ecológicas locales²⁶.

La declaración del consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) llamada “Estamos consumiendo más de lo que poseemos”²⁷ muestra la siguiente figura como ejemplo acerca de los distintos tipos de ecosistemas y los servicios que proveen:

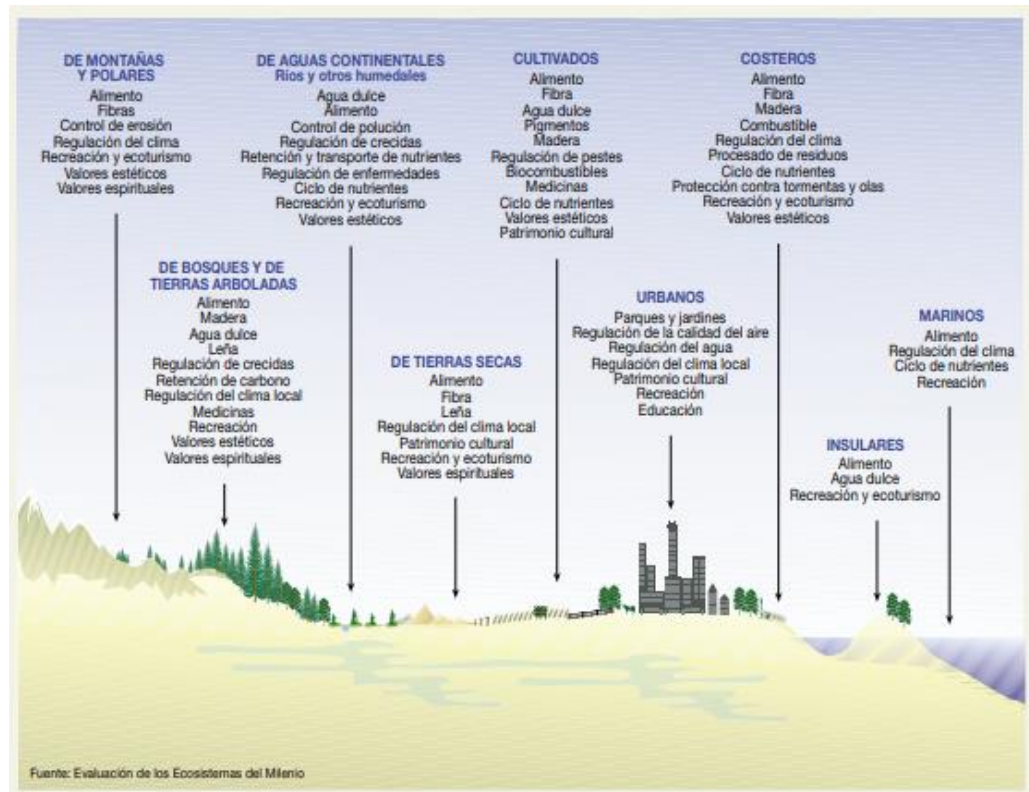
²⁴ World Resources Institute. *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación*. p. 20.

²⁵ *Ibíd.* p. 216

²⁶ *Ibíd.*

²⁷ Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. *Los ecosistemas y algunos de los servicios que proveen*. p. 28.

Figura 3. Los ecosistemas y algunos de los servicios que proveen



Fuente: Millenniums. *Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005). Los ecosistemas y algunos de los servicios que proveen.* <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.440.aspx.pdf>. Consulta: 1 de abril de 2021.

2.2.1. Clasificación de los servicios ecosistémicos

Existentes diferentes metodologías para clasificar los servicios ecosistémicos, a continuación, se mencionan algunas de las más relevantes:

- Robert Constanza en 1997 publicó el estudio “El valor de los servicios ecosistémicos del mundo y el capital natural”²⁸ en donde se identifican 17 servicios ecosistémicos clave: regulación de gases, regulación del clima, regulación de perturbaciones, regulación del agua, abastecimiento de agua, control de la erosión, formación del suelo, ciclo de nutrientes, tratamiento de desechos, polinización, control biológico, hábitats de especies, producción de insectos, materias primas, recursos genéticos, recreación, cultura.
- La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) fue uno de los principales estudios sobre el tema, en donde se realizó una evaluación de las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las bases científicas para las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de estos. En esta clasificación se identifican servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y de apoyo.
- La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB) ha publicado varios documentos con diferentes enfoques, entre estos se encuentra “TEEB para las autoridades regionales y locales”²⁹ que ofrece una perspectiva para las acciones a esta escala. La clasificación se basa en la realizada por la Evaluación de Los Ecosistemas del Milenio en el 2005, e identifica cuatro tipos de servicios: aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales.

²⁸ CONSTANZA, Robert. *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*. p. 253-260.

²⁹ The Economy of Ecosystem and Biodiversity. *La Economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las autoridades regionales y locales*. p. 249.

- CICES (por las siglas en inglés “Common international classification for ecosystem services”³⁰) es el sistema de clasificación utilizado por la Unión Europea y aplicado en todo ese continente. Considera tres de los cuatro servicios considerados en el MEA: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación y servicios culturales. Los servicios de apoyo son excluidos debido a que se considera que pueden ser duplicados en los otros servicios identificados.

2.2.1.1. Evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA) y la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB)

La clasificación realizada por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) posteriormente fue adoptada por otras metodologías, como el caso de la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB), por lo que se considera que es de las más relevantes. A continuación, se describen los tipos de servicios ecosistémicos considerados por esta.

Tabla II. **Clasificación de servicios ecosistémicos según la Evaluación de los ecosistemas del milenio**

Servicio	Descripción
	Servicios de aprovisionamiento
Alimentos	Los ecosistemas proporcionan las condiciones necesarias para cultivar productos alimentarios. Los alimentos proceden principalmente de ecosistemas agrícolas gestionados, pero los sistemas marinos y de agua dulce o los bosques también proporcionan alimentos para consumo humano. Con frecuencia, se subestiman los alimentos silvestres procedentes de los bosques.

³⁰ HAINES-YOUNG, Roy. POTSCHIN, Morion. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure*. p. 27.

Continuación de la tabla II.

Servicio	Descripción
Materias primas	En los ecosistemas es posible hallar una enorme variedad de materiales de construcción y para su uso como combustible, entre ellos la madera, los biocombustibles y los aceites vegetales que se derivan directamente de especies de plantas tanto cultivadas como silvestres.
Combustibles	
Agua dulce	Los ecosistemas desempeñan un papel clave en el ciclo hidrológico global, ya que regulan el flujo y la depuración del agua. La vegetación y los bosques influyen en la cantidad de agua disponible a nivel local.
Recarga hídrica	
Recursos medicinales	En los ecosistemas y la diversidad biológica crecen muchas plantas que se utilizan como medicamentos tradicionales y que, además, proporcionan las materias primas que el sector farmacéutico necesita. Todos los ecosistemas son una posible fuente de recursos medicinales.
Recursos ornamentales	Productos animales, como pieles y conchas, y flores de uso ornamental, el valor que estos recursos es comúnmente determinado culturalmente. Lo que puede verse como un ejemplo en los vínculos entre las categorías de servicios.
Servicios de regulación	
Regulación de la calidad del aire	Los árboles nos dan sombra, mientras que los bosques influyen en las precipitaciones y en la disponibilidad de agua tanto a nivel local como regional. Los árboles y otras plantas también desempeñan un papel importante en la regulación de la calidad del aire, ya que eliminan las sustancias contaminantes de la atmósfera.
Regulación del clima	
Secuestro y almacenamiento de carbono	Los ecosistemas controlan el clima global mediante el almacenamiento y secuestro de los gases con efecto invernadero. Al crecer, las plantas y los árboles eliminan dióxido de carbono de la atmósfera, atrapándolo eficazmente dentro de sus tejidos. Por lo tanto, los ecosistemas forestales son almacenes de carbono. La biodiversidad también desempeña un papel importante a la hora de mejorar la capacidad de los ecosistemas para adaptarse a los efectos del cambio climático.
Moderación de desastres naturales	Entre las condiciones meteorológicas extremas o los peligros naturales se encuentran las inundaciones, las tormentas, los tsunamis, las avalanchas y los corrimientos de tierra. Los ecosistemas y los organismos vivos amortiguan estos desastres naturales que evitan sus posibles daños. Por ejemplo, los humedales pueden absorber el agua de las inundaciones y los árboles pueden estabilizar las pendientes. Los arrecifes de coral y los manglares ayudan a proteger las costas de los daños ocasionados por las tormentas.
Purificación del agua y tratamiento de aguas residuales	Los ecosistemas, como por ejemplo los humedales, filtran los residuos tanto humanos como animales y sirven de amortiguador natural para el entorno que los rodea. La mayor parte de los residuos se descompone a través de la actividad biológica de los microorganismos del suelo. Así se eliminan los patógenos (los microbios que causan enfermedades) y se reduce el nivel de nutrientes y de contaminación.
Prevención de erosión	La erosión del suelo es un factor clave en el proceso de degradación y desertificación del terreno. La cobertura vegetal brinda un servicio vital de regulación ya que evita dicha erosión. La fertilidad del suelo es
Fertilidad del suelo	

Continuación de la tabla II.

Servicio	Descripción
	esencial para el crecimiento de las plantas y la agricultura, el buen funcionamiento de los ecosistemas suministra a la tierra los nutrientes que las plantas necesitan para crecer.
Polinización	Los insectos y el viento polinizan las plantas y los árboles, una labor crucial para la producción de frutas, verduras y semillas. La polinización animal es un servicio ecosistémico realizado principalmente por los insectos, pero también algunos pájaros y los murciélagos. Unos 87 de los 115 principales cultivos mundiales de alimentos dependen de la polinización animal, incluidos importantes productos económicos como el cacao y el café (Klein et al. 2007).
Controles biológicos	Los ecosistemas son importantes en la regulación de plagas y enfermedades de transmisión vectorial que afectan a las plantas, los animales y las personas. Los ecosistemas regulan las plagas y las enfermedades mediante la actividad de los depredadores y los parásitos. Pájaros, murciélagos, moscas, avispas, ranas y hongos, todos ellos actúan como controles naturales.
Regulación de enfermedades humanas	Los cambios en los ecosistemas pueden alterar directamente la abundancia de patógenos, como el caso del cólera, y pueden alterar la abundancia de vectores como el caso de los mosquitos.
Servicios culturales	
Actividades recreativas	Pasear y practicar deporte en áreas verdes no es sólo una buena forma de ejercicio físico, sino que también permite que las personas se relajen. El papel que las zonas verdes desempeñan en el mantenimiento de la salud física y mental se valora cada vez más, a pesar de lo difícil que resulta medirlo.
Turismo	Los ecosistemas y la biodiversidad son muy importantes para muchos tipos de turismo, lo que a su vez reporta considerables beneficios económicos y es una fuente vital de ingresos para muchos países. En 2008 los ingresos mundiales procedentes del turismo alcanzaron los 944.000 millones de USD. El turismo cultural y ecológico también puede educar a la gente sobre la importancia de la diversidad biológica.
Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño	El lenguaje, el conocimiento y el entorno natural son aspectos que han estado íntimamente relacionados durante toda la historia de la humanidad. La biodiversidad, los ecosistemas y los paisajes naturales han sido la fuente de inspiración de una gran parte de nuestro arte, cultura y, cada vez más, de la ciencia.
Experiencia espiritual	En muchas partes del mundo lugares naturales como bosques, cuevas o montañas concretas se consideran sagradas o tienen un significado religioso. La naturaleza es un elemento común en todas las grandes religiones y en la sabiduría tradicional, y las costumbres que a ella se asocian son importantes para crear un sentimiento de pertenencia a un lugar determinado.
Valor educacional	Los ecosistemas y sus componentes y procesos proveen la base para la educación formal e informal en muchas sociedades.
Relaciones sociales	Los ecosistemas influyen el tipo de relaciones sociales que son establecidas en ciertas culturas. Además, que facilitan áreas de convivencia.

Continuación de la tabla II.

Valores ancestrales	Muchas sociedades identifican un alto valor al mantenimiento de las áreas históricamente importantes en sus culturas que cuentan con valores ancestrales.
Servicios de apoyo	
Hábitats para especies	Los hábitats proporcionan todo lo que una planta o animal necesita para sobrevivir, es decir, alimento, agua y cobijo. Cada ecosistema constituye un hábitat distinto que puede resultar esencial en el ciclo de vida de una especie. Las especies migratorias, incluidas aves, peces, mamíferos e insectos, dependen de distintos ecosistemas durante sus migraciones.
Mantenimiento diversidad genética	La diversidad genética es la variedad de genes entre las distintas poblaciones de especies y dentro de ellas. La diversidad genética distingue varias especies o razas entre sí, lo que forma la base de unos cultivos locales bien adaptados y crea la reserva de genes necesaria para desarrollar en mayor medida los productos agrícolas y el ganado con valor comercial. Algunos hábitats tienen una cantidad excepcionalmente elevada de especies, por lo que tienen una mayor diversidad genética que otros, este tipo de hábitats se denominan "focos de biodiversidad".
Ciclos de nutrientes	Los ciclos de los nutrientes como el nitrógeno y el carbono, aunque no son identificados como un servicio que afecte directamente a las personas, indirectamente brindan soporte a los otros tipos de servicios para que puedan generarse.
Ciclo del agua	El ciclo del agua es vital para la vida, y al igual que otros servicios de apoyo brinda el soporte necesario para que puedan generarse otro tipo de servicios ecosistémicos.
Producción de oxígeno atmosférico	La producción del oxígeno a través de la fotosíntesis es categorizada como un servicio de apoyo debido a que cualquier alteración en la concentración de oxígeno en la atmósfera solamente ocurriría un periodo de tiempo extremadamente largo.

Fuente: PNUMA. *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad para las autoridades regionales y locales*. p. 22.-23.

WRI. *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación*. p. 56-60.

2.2.1.2. Common International Classification for Ecosystem Services (CICES)

En el caso de la clasificación realizada por CICES, siendo la versión V,5,1 del año 2018 la que se encuentra vigente, es considerada debido a que esta es una metodología utilizada internacionalmente para la identificación y evaluación de servicios ecosistémicos. Esta clasificación únicamente considera tres tipos

de servicios ecosistémicos: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación y servicios de apoyo.

Tabla III. **Clasificación de servicios ecosistémicos según CICES**

Código	Class / clasificación	Traducción
Servicios de aprovisionamiento		
1.1.1.1	<i>Cultivated terrestrial plants (including fungi, algae) grown for nutritional purposes</i>	Cultivo de alimentos para el ser humano
1.1.1.2	<i>Fibers and other materials from cultivated plants, fungi, algae and bacteria for direct use or processing (excluding genetic materials)</i>	Fibras y otros materiales de origen vegetal para uso directo o procesado
1.1.1.3	<i>Cultivated plants (including fungi, algae) grown as a source of energy</i>	Biomasa vegetal para la producción de energía
1.1.3.1	<i>Animals reared for nutritional purposes</i>	Ganadería para alimentación
1.1.4.1	<i>Animals reared by in-situ aquaculture for nutritional purposes</i>	Productos de acuicultura para alimentación
1.1.5.1	<i>Wild plants (terrestrial and aquatic, including fungi, algae) used for nutrition</i>	Plantas silvestres con fines alimenticios
1.2.1.1	<i>Seeds, spores, and other plant materials collected for maintaining or establishing a population</i>	Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población
4.2.1.1	<i>Surface water for drinking</i>	Agua superficial para consumo humano
4.2.1.2	<i>Surface water used as a material (non-drinking purposes)</i>	Agua superficial usando como material (no para consumo humano)
4.2.1.3	<i>Freshwater surface water used as an energy source</i>	Energía hidroeléctrica

Continuación de la tabla III.

Código	Class / clasificación	Traducción
4.2.1.4	<i>Coastal and marine water used as energy source</i>	Aguas costeras como recurso energético
4.2.2.1	<i>Ground water for drinking</i>	Agua subterránea para consumo humano
4.2.2.2	<i>Ground water used as a material (nondrinking purposes)</i>	Agua subterránea para otros usos diferentes al consumo
4.3.1.1	<i>Mineral substances used for nutrition</i>	Sustancias minerales utilizadas para alimentación
4.3.1.2	<i>Mineral substances used for material purposes</i>	Sustancias minerales utilizadas como materia prima
4.3.1.3	<i>Mineral substances used for as an energy source</i>	Sustancias minerales utilizadas como fuente de energía
4.3.2.1	<i>Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition</i>	Sustancia no minerales o elementos de ecosistemas utilizadas para alimentación
4.3.2.2	<i>Non-mineral substances used for materials</i>	Sustancias no minerales utilizadas como materia prima
4.3.2.3	<i>Wind energy</i>	Energía eólica
4.3.2.4	<i>Solar energy</i>	Energía solar
4.3.2.5	<i>Geothermal</i>	Energía geotérmica
<i>Servicios de regulación</i>		
2.1.1.1	<i>Bioremediation by micro-organisms, algae, plants, and animals</i>	Bio-remediación
2.1.1.2	<i>Filtration/sequestration/storage/accumulation by micro-organisms, algae, plants, and animals</i>	Filtración/secuestro/almacenaje / acumulación por parte de los ecosistemas
2.1.2.1	<i>Smell reduction</i>	Reducción de olores
2.1.2.2	<i>Noise attenuation</i>	Atenuación del ruido

Continuación de la tabla III.

Código	Class / clasificación	Traducción
2.1.2.3	<i>Visual screening</i>	Atenuación visual
2.2.1.1	<i>Control of erosion rates</i>	Control de la erosión
2.2.1.2	<i>Buffering and attenuation of mass movement</i>	Atenuación del movimiento de masas
2.2.1.3	<i>Hydrological cycle and water flow regulation (flood control)</i>	Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones
2.2.1.4	<i>Storm protection</i>	Protección contra tormentas
2.2.1.5	<i>Fire protection</i>	Protección contra incendios
2.2.2.1	<i>Pollination</i>	Polinización
2.2.2.2	<i>Seed dispersal</i>	Dispersión de semillas
2.2.2.3	<i>Maintaining nursery populations and habitats</i>	Mantenimiento de hábitats
2.2.3.1	<i>Pest control (including invasive species)</i>	Control de plagas y enfermedades (incluidas EEI)
2.2.3.2	<i>Disease control</i>	Control de enfermedades humanas
2.2.4.1	<i>Weathering processes and their effect on soil quality</i>	Procesos de meteorización y su efecto en la calidad del suelo.
2.2.4.2	<i>Decomposition and fixing processes and their effect on soil quality</i>	Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo.
2.2.5.1	<i>Regulation of the chemical condition of freshwaters by living processes</i>	Regulación de las condiciones químicas de las aguas mediante procesos vivos
2.2.6.1	<i>Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans</i>	Regulación de la composición química de la atmósfera

Continuación de la tabla III.

Código	Class / clasificación	Traducción
2.2.6.2	<i>Regulation of temperature and humidity, including ventilation and transpiration</i>	Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración
5.1.1.1	<i>Dilution by freshwater and marine ecosystems</i>	Dilución en agua dulce y ecosistemas marinos
5.1.1.2	<i>Dilution by atmosphere</i>	Dilución en la atmósfera
5.1.1.3	<i>Mediation by other chemical or physical MEAns (e.g., via Filtration, sequestration, storage or accumulation)</i>	Mediación por otros medios físicos o químicos
5.1.2.1	<i>Mediation of nuisances by abiotic structures or processes</i>	Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos
5.2.1.1	<i>Mass flows</i>	Regulación de flujos de masa (deslizamientos)
5.2.1.2	<i>Liquid flows</i>	Regulación de flujos de agua (inundaciones)
5.2.1.3	<i>Gaseous flows</i>	Regulación de flujos gaseosos
5.2.2.1	<i>Maintenance and regulation by inorganic natural chemical and physical processes</i>	Mantenimiento y regulación por sustancias inorgánicas naturales y procesos físicos
Servicios culturales		
3.1.1.1	<i>Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through active or immersive interactions</i>	Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo
3.1.1.2	<i>Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through passive or observational interactions</i>	

Continuación de la tabla III.

Código	Class / clasificación	Traducción
3.1.2.1	<i>Characteristics of living systems that enable scientific investigation or the creation of traditional ecological knowledge</i>	Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación
3.1.2.3	<i>Characteristics of living systems that enable scientific investigation or the creation of traditional ecological knowledge</i>	Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional
3.1.2.4	<i>Characteristics of living systems that enable aesthetic experiences</i>	Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas
3.2.1.1/3.2.1.2	<i>Elements of living systems that have symbolic MEAning</i>	Elementos de los sistemas vivos que tienen un significado simbólico, sagrado o religioso
3.2.1.3	<i>Elements of living systems used for entertainment or representation</i>	Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación
3.2.2.1/3.2.2.2	<i>Characteristics or features of living systems that have an existence value</i>	Características o rasgos de los sistemas vivos que tienen un valor intrínseco o por su legado.
6.1.1.1	<i>Natural, abiotic characteristics of nature that enable active or passive physical and experiential interactions</i>	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas.

Continuación de la tabla III.

Código	Class / clasificación	Traducción
6.1.2.1	<i>Natural, abiotic characteristics of nature that enable intellectual interactions</i>	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
6.2.1.1	<i>Natural, abiotic characteristics of nature that enable spiritual, symbolic and other interactions</i>	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
6.2.2.1	<i>Natural, abiotic characteristics or features of nature that have either an existence or bequest value</i>	Características naturales, abióticas o características de la naturaleza que tienen valor de existencia o de legado.

Fuente: European Environment Agency. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure*, p. 22-26.

Traducción: FEMP, ASEJA, AEPJP. *Guía de Infraestructura Verde Municipal*, p. 47-48.

2.3. Infraestructura verde

La Unión Europea define a la infraestructura verde como:

Una red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos. Más concretamente, al tratarse de una estructura espacial que genera beneficios de la naturaleza a las personas, la infraestructura verde tiene como objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios ecosistémicos múltiples y valiosos, tales como agua o aire limpios³¹.

³¹ Unión Europea. *Construir una infraestructura verde para Europa*. <https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>. Consulta: 1 de abril de 2021.

Tabla IV. Posibles elementos de la infraestructura verde

Elementos	Descripción
Zonas neurálgicas de alto valor	En términos de biodiversidad que actúan como centros de infraestructura verde, tales como zonas protegidas
Zonas neurálgicas	Fuera de las zonas protegidas que contienen grandes ecosistemas sanos.
Hábitats restaurados	Ayudan a reconectar o mejorar las zonas naturales existentes, como un cañaveral restaurado o una pradera de flores silvestres.
Elementos naturales	Que sirven como puntos de enlace o corredores para la fauna silvestre, como los pequeños cursos fluviales, estanques, setos o franjas de bosque.
Elementos artificiales	Que mejoran los servicios ecosistémicos o ayudan al movimiento de la fauna silvestre, como los ecoductos o los eco puentes, las escalas de peces o los tejados verdes.
Zonas de amortiguamiento	Gestionadas de forma sostenible que ayudan a mejorar la calidad ecológica general y la permeabilidad del paisaje a la biodiversidad, por ejemplo, la agricultura respetuosa con la vida silvestre.
Zonas multifuncionales	Donde coexisten diferentes usos del suelo compatibles que, en un esfuerzo conjunto, pueden crear combinaciones de gestión del suelo que favorecen la multiplicidad de usos del suelo en la misma zona espacial, por ejemplo, la producción de alimentos y el ocio.

Fuente: Unión Europea. *Construir una infraestructura verde para Europa.*

<https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>.

Consulta: 1 de abril de 2021.

En un documento de infraestructura Verde desarrollado en México se da la siguiente definición:

De manera general, se puede hacer referencia a la infraestructura verde como un sistema en el que interactúan las esferas humana y ambiental, siendo esta última uno de los principales soportes para el desarrollo y calidad de vida del ser humano, al proporcionar los servicios ecosistémicos indispensables para el funcionamiento

de las distintas dinámicas urbanas, incluyendo la movilidad (i.e. microclima amigable para caminar o usar la bicicleta)³².

2.4. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en ciudades

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza define las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como:

Un concepto *paraguas* que incluye una serie de enfoques diferentes como la Adaptación Basada en Ecosistemas. Estos enfoques nacen de distintas disciplinas, pero comparten un mismo interés en utilizar las funciones de los ecosistemas para resolver los problemas que enfrentamos, en lugar de depender solamente en soluciones convencionales. Los enfoques de SbN pueden ser utilizados en combinación con otros tipos de intervenciones. Por ejemplo, los desafíos en seguridad alimentaria pueden ser resueltos de mejor forma si se combinan SbN (como los sistemas agroforestales o la restauración de humedales), con soluciones más convencionales (como mejorar la distribución y acceso a alimentos, o políticas de comercio que apoyan a productores locales). Estos enfoques también pueden generar múltiples beneficios para la población y la biodiversidad, y al mismo tiempo representan una medida confiable para fortalecer la resiliencia frente al cambio climático. (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza³³.

Además, la UICN reconoce que “los beneficios económicos de los ecosistemas bien gestionados y los servicios que proveen son un aspecto cada vez más reconocido en el desarrollo de proyectos”³⁴.

En la página web de City Adapt se puede encontrar que:

Las SbN abarcan una gran variedad de medidas de adaptación y de mitigación al cambio climático al conservar el medio ambiente, crear hábitats para especies en peligro y reducir las emisiones de carbono. Incluyen una serie de enfoques innovadores como la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE)³⁵.

³² QUIROZ BENÍTEZ, Diana Esmeralda. *Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas*, hoja de ruta. p. 2.

³³ International Union for Conservation of Nature (UICN). *¿Qué son las Soluciones Basadas en la Naturaleza?* <https://www.iucn.org/node/28778>. Consulta: 1 de abril de 2021.

³⁴ *Ibíd.*

³⁵ City Adapt. *Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en ciudades*. <https://cityadapt.com/cityadapt/que-son-sbn-en-ciudades/#sbn-en-ciudades>. Consulta: 1 de abril de 2021.

Para determinar si los proyectos implementados responden a las SbN se deben tomar en cuenta tres elementos y cinco criterios:

Tabla V. **Elementos y criterios de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)**

Elementos	Criterios
Ayuda a las personas a adaptarse al cambio climático	<p>Reduce las vulnerabilidades sociales y ambientales. Aborda explícitamente el cambio climático y la evaluación de la vulnerabilidad climática, así como los beneficios de la adaptación.</p> <p>Genera beneficios sociales en el contexto de la adaptación al cambio climático.</p> <p>Reduce las vulnerabilidades de las personas mediante el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.</p>
Mediante un uso activo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	<p>Restaura, mantiene o mejora la salud ecosistémica. Da soporte, fomenta la conectividad y los múltiples roles de los ecosistemas.</p>
En el contexto de una estrategia de adaptación general	<p>Recibe el respaldo de políticas a múltiples niveles. Opera en distintos niveles (local, nacional, regional)</p> <p>Aporta la gobernanza equitativa y mejora las capacidades.</p> <p>Un enfoque centrado en las comunidades, con perspectiva de género y requiere la participación activa.</p>

Fuente: City Adapt. *Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en ciudades*.
<https://cityadapt.com/cityadapt/que-son-sbn-en-ciudades/>. Consulta: 1 de abril de 2021.

2.5. Parques ecológicos

Una de las definiciones de parque ecológico es que: “es un espacio verde que se caracteriza por su especial cuidado de la vegetación, los ecosistemas y las especies que habitan en él”³⁶.

³⁶ SANCHÉZ, Javier. *Qué es un parque ecológico*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-parque-ecologico-1212.html>. Consulta: 1 de abril de 2021.

Además, el autor indica que:

El principal objetivo de los parques ecológicos es de servir de protección para los ecosistemas que acogen y el de crear conciencia en la población sobre lo importante de preservar el medio ambiente, haciendo que la población se familiarice con la naturaleza que allí se desarrolla. Además, sirven de lugar de ocio y permiten que en ellos se lleven a cabo investigaciones y estudios de carácter científico, aumentando nuestro conocimiento técnico de los animales, las plantas y los diversos ecosistemas.³⁷.

Otro autor indica que un parque ecológico “es un ejemplo de manejo sustentable de un área natural, así pues, puede decirse que es un modelo funcional que puede adecuarse a otras zonas naturales y debe ofrecer a sus pobladores y visitantes puntos de contacto con la naturaleza”³⁸.

2.5.1. Parque ecológico La Asunción

El parque ecológico La Asunción se encuentra ubicado en la diagonal catorce (14) y doce (12) calle, zona cinco (5) del municipio de Guatemala, bajo el puente La Asunción. Es descrito como “ejemplo de recuperación, reforestación, protección y conservación de barrancos; respondiendo a la necesidad de rescatar las zonas Generales G0 y G1 que forman parte del Cinturón Ecológico del Municipio de Guatemala (CEM)”³⁹.

De León et al además indica que el parque ecológico La Asunción cuenta con una extensión de 12 hectáreas siendo el área verde municipal en barranco más cercana al centro de la ciudad, convirtiéndose en un espacio recreativo y de

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ CASASOLA FLORES, Erick Josué. *Parque ecológico “Pozo del Carrizo” San José La Arada, Chiquimula*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3094.pdf. p.17. Consulta: 1 de abril de 2021.

³⁹ DE LEÓN, Susana. et al. *Parque ecológico la Asunción*. <http://www.arquitecturapanamericana.com/parque-ecologico-la-asuncion>. Consulta: 1 de abril de 2021.

contacto con la naturaleza que los vecinos de la ciudad pueden disfrutar de forma gratuita, es posible realizar actividades como la observación de aves, observación de orquídeas, correr, caminar y actividades de convivencia y deporte con familiares y amigos.

Tiene una influencia directa en vecinos que residen en un radio de 3 kilómetros, dando cobertura en nueve zonas de la ciudad: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17 y 18 e indirectamente al resto del municipio.

Figura 4. **Parque ecológico La Asunción**



Fuente: Dirección de Medio Ambiente, municipalidad de Guatemala.

2.6. **Sistemas de información geográfica (SIG)**

En la página web de ESRI, se define a un sistema de información geográfica de la siguiente forma:

Un sistema de información geográfica (SIG) es un marco para recopilar, administrar y analizar datos. Enraizado en la ciencia de la geografía, GIS (por sus siglas en

inglés) integra muchos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, GIS revela información más profunda sobre los datos, como patrones, relaciones y situaciones, lo que ayuda a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes⁴⁰.

En la misma página web de ESRI se indica que los SIG pueden utilizarse para lo siguiente:

- Identificar problemas
- Monitorear cambios
- Manejar y responder ante eventos climáticos
- Realizar previsiones
- Definir prioridades
- Comprender las tendencias

⁴⁰ ESRI. *Sistema de Información Geográfica*. <https://www.esri.com/en-us/home>. Consulta: 1 de abril de 2021.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

A continuación, se describen las diferentes variables consideradas para la investigación, considerando variables independientes y dependientes, las cuales se complementan entre sí.

3.1.1. Variables independientes

Las variables independientes son las que se desarrollan actualmente en el área de estudio, son intrínsecas del sitio y afectan directamente a las variables dependientes. Se identifican las siguientes:

- Elementos del ecosistema urbano desarrollado en el área de estudio.
- Estado de la infraestructura verde del área de estudio.
- Potencial de crecimiento del bienestar otorgado a las personas por el ecosistema urbano desarrollado en el área de estudio.

3.1.2. Variables dependientes

Las variables dependientes son las que dependerán del desarrollo de las variables independientes, identificarlas es parte del objetivo de la investigación. Se identifican las siguientes:

- Servicios ecosistémicos del área de estudio.

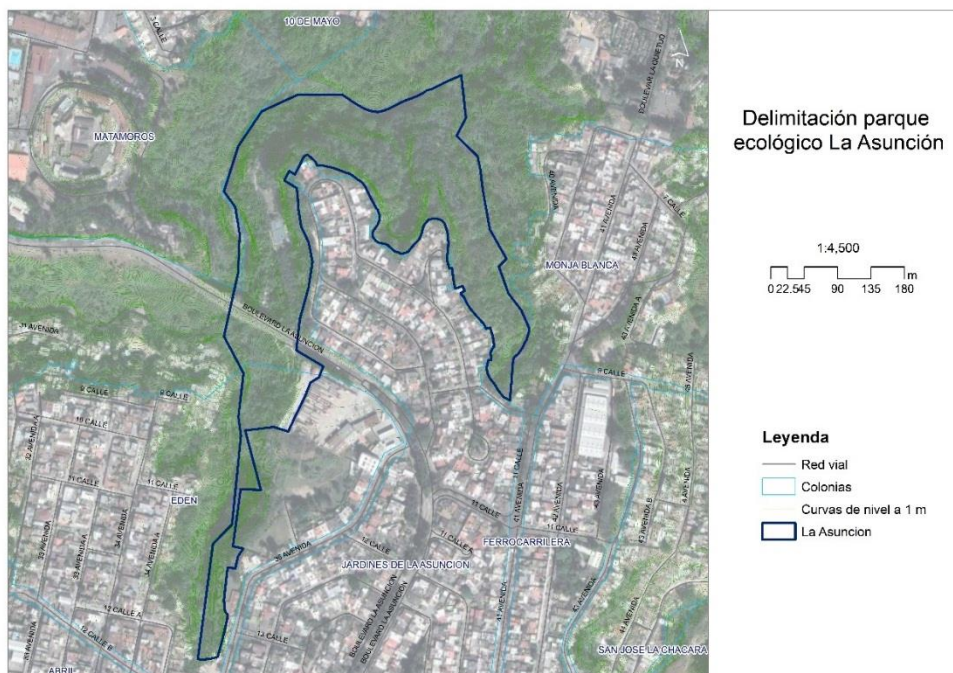
3.2. Delimitación del campo de estudio

El campo de estudio es la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos asociados a la operación del parque ecológico La Asunción, ubicado en la zona 5 del municipio de Guatemala.

3.2.1. Localización

El parque ecológico La Asunción, se encuentra ubicado en la diagonal catorce (14) y doce (12) calle, zona cinco (5) del municipio de Guatemala, esta área es la elegida para la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos asociados a su operación.

Figura 5. Ubicación de parque ecológico La Asunción



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8

3.3. Recursos humanos disponibles

En los recursos humanos disponibles se describen a los investigadores involucrados, así como el equipo asesor de la investigación, son profesionales competentes en el área de estudio:

- Investigadora: Laura Patricia Herrera Juárez
- Asesora: Inga. Jeanny Beatriz Ramírez Sosa

3.4. Recursos materiales disponibles

En los recursos materiales se describe todo el equipo necesario para desarrollar la investigación, así como los tipos de documentos, estudios, entre otros consultados como base bibliográfica.

- Computadora marca Dell
- Teléfono celular Samsung
- Estudios técnicos, ambientales, entre otros realizados para el área del parque ecológico La Asunción.

3.5. Técnica cualitativa

Se aplicó una técnica cualitativa para el desarrollo de la investigación debido a que la metodología elegida para la identificación y evaluación de servicios ecosistémicos utiliza criterios de este tipo, basados en la clasificación de servicios ecosistémicos, los elementos de los ecosistemas urbanos, el estado de la infraestructura verde, el potencial de crecimiento del bienestar otorgado a las personas, y el criterio del investigador.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

En esta sección será descrita la fase de recolección y ordenamiento de la información, especificando como fue desarrollado al momento de desarrollar la investigación.

3.6.1. Análisis previo al establecimiento del parque ecológico




Para el análisis previo al establecimiento del parque ecológico La Asunción en el año 2015 se procedió a la revisión de diferentes fotografías tomadas por el personal de la Dirección de Medio Ambiente en ese año, además se tomó en consideración la descripción realizada por el personal.

En la tabla VI se encuentran las fotografías del sitio incluyendo una descripción de estas, las fotografías se encuentran relacionadas por medio de una numeración con las fotografías del área como se encuentra actualmente (tabla VII).



Tabla VI. **Estado del sitio previo al establecimiento del parque ecológico La Asunción**

No.	Fotografía	Descripción
1		Área en donde actualmente se encuentra el ingreso al parque.



Continuación de la tabla VI.

No.	Fotografía	Descripción
2		<p>Área bajo el puente La Asunción, se puede observar la presencia de desechos sólidos.</p>
4 y 6		<p>Fotografía tomada desde el área en la que actualmente se encuentra el parque ecológico.</p>
5		<p>Vista del puente La Asunción desde el área donde actualmente se desarrolla el parque ecológico.</p>

Continuación de la tabla VI.

No.	Fotografía	Descripción
7 y 8		Área plana en donde actualmente se encuentra desarrollado el parque ecológico.
18		Fotografía de los senderos naturales que se encontraban en el predio del parque ecológico.

Continuación de la tabla VI.

No.	Fotografía	Descripción
19		<p>Fotografía tomada desde el predio colindante, se puede apreciar el área que posteriormente fue reforestada.</p>
20		<p>Área previa al desarrollo del parque ecológico, se observa área plana sin vegetación en donde actualmente se encuentra Infraestructura y equipamiento del parque.</p>


Fuente: Dirección de Medio Ambiente, municipalidad de Guatemala.

3.6.2. Análisis actual



Como parte del análisis realizado para la investigación, se desarrolló una fase de campo, en la cual se recorrió el área del parque ecológico La Asunción. A partir de este recorrido se identificaron los elementos principales del parque los

cuales fueron utilizados para la identificación de servicios ecosistémicos. En la tabla VII se encuentran las fotografías de las diferentes áreas del parque, estas se encuentran relacionados por medio de una numeración con las fotografías del área previo a la construcción del parque (tabla VI).

Tabla VII. **Fotografías recorrido parque ecológico La Asunción**

No	Fotografía	Descripción
1	 A photograph showing a gravel path leading through a park entrance. On the left, there is a wooden fence made of vertical posts. In the background, there are tall pine trees and a wooden gate structure. The sky is blue with some clouds.	Ingreso a parque

Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
2	 The 'Fotografía' cell for row 2 contains two side-by-side photographs. The left photograph shows a narrow, paved stone path winding through a lush, green hillside with banana plants and other tropical vegetation. The right photograph shows a wooden boardwalk with metal railings, also on a hillside, leading towards a residential area built on a slope under a blue sky with scattered clouds.	Caminamientos en el área de ingreso
3	 The 'Fotografía' cell for row 3 contains a single photograph of a two-story wooden building with a porch, situated on a hillside. The building is surrounded by large trees and dense greenery. The ground in the foreground appears to be a mix of dirt and some low-lying plants.	Área administración



Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
4	 The first photograph on the left shows a stone path winding through a young forest. The trees are thin and have sparse foliage. The second photograph on the right shows a similar stone path, but the trees are more densely packed and have more green leaves, suggesting a more established or different section of the reforestation area.	Caminamientos y áreas de reforestación de hormigo
5	 The photograph shows a dirt staircase with several steps, bordered by a simple wooden railing on the right side. The path leads up a hillside covered in green vegetation. In the background, a concrete bridge with a metal railing spans across the scene.	Caminamiento a área de churrasqueras y mesas



Continuación de la tabla VII.

No	Fotografía	Descripción
6	 Two photographs showing a picnic table with a canopy structure. The left photo shows the table from a side angle, and the right photo shows it from a slightly different perspective, both situated under a concrete bridge structure.	Mesas y churrasqueras
7	 A photograph of an outdoor sports court, likely for basketball or volleyball, with a green and blue surface and yellow boundary lines. A net and posts are visible in the background.	Cancha

Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
8		Áreas de juegos infantiles
9		Área reforestada de encino y caminamientos

Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
10		Orquídeas y árbol de encino
11		Orquideario y caminamientos



Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
12		Orquideario
13		Caminamientos



Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
14	 <p>The 'Fotografía' column contains three photographs. The top-left photo shows a white sign with a green recycling symbol on a wooden post. The top-right photo shows a white sign with a blue trash can icon and the word 'BASURERO' in green, next to a wooden trash bin. The bottom photo shows a blue and green sign on a wooden post in a grassy area.</p>	Señalizaciones en parque

Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
15		Tour de orquídeas
16		Huerto urbano con vista a la cancha

Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
17	 A photograph of a recycling center. In the foreground, there are four large recycling bins with different colored lids (blue, yellow, white, and light blue). Above the bins is a sign that reads "MUNICENTRO DE RECICLAJE" and "REUTILIZABLE". To the right, there is a large pile of plastic bottles. In the background, there are more recycling bins and a sign that says "L 12" and "AMBBL".	Centro de acopio de materiales reciclables
18	 A photograph of a natural oak forest. The ground is covered with dry leaves and twigs. There are several large oak trees with thick trunks. In the background, a person wearing a green vest and a hat is standing among the trees.	Área bosque natural de encino

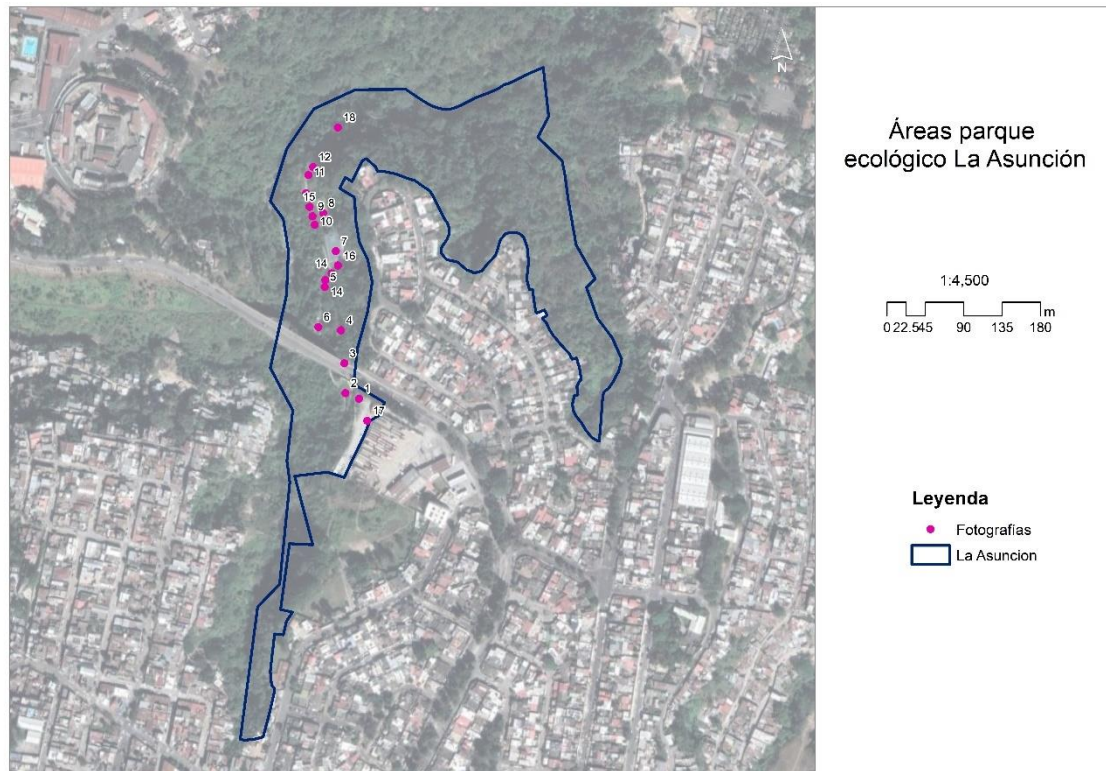
Continuación de la tabla VII.

No.	Fotografía	Descripción
19		<p>Fotografía tomada con dron desde el punto de vista del predio de Matamoros.</p>
20		<p>Fotografía tomada con dron desde el punto de vista del puente La Asunción</p>

Fuente: Dirección de Medio Ambiente, municipalidad de Guatemala.

En la figura 6, se encuentra un mapa identificando las diferentes áreas del parque ecológico, relacionando su ubicación geográfica con las fotografías de las tablas VI y VII por medio de la numeración utilizada.

Figura 6. **Ubicación áreas parque ecológico La Asunción, según tablas VI y VII**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8

Además de la visita de campo realizada en el parque, también se recolectaron diferentes documentos, en la tabla VIII se encuentran un listado de estos, indicando los aspectos más importantes considerados.

Tabla VIII. **Información recopilada sobre el parque ecológico La Asunción**

Categoría de tipo de información	Tipo de información	Información recolectada
Planos arquitectónicos	Planos del parque ecológico	<p>Diseño original planteado para el parque, utilizando para la visión arquitectónica del proyecto. El resultado final se adecúa al diseño realizado durante su planificación.</p> <p>Se obtuvo información acerca de residuos obtenidos de otras obras de construcción que fueron reutilizados en el parque ecológico, como el caso de ripio para los caminamientos. También se reutilizaron algunas llantas.</p>
Recopilación bibliográfica	Estudio de la vegetación y plan de conservación parque La Asunción	Elaborado por la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala en el año 2015. En este estudio se realiza un inventario forestal oficial y una propuesta de protección del bosque. Se toma como contexto del área forestal en el año 2015.
Recopilación bibliográfica	Diagnóstico de vulnerabilidad ante incendios forestales en el parque ecológico La Asunción	Documento elaborado en el año 2018 para identificar factores riesgo y acciones de prevención de incendios, desarrollado por la Unidad Forestal de la Dirección de Medio Ambiente. Utilizado para poner en contexto el estado de conservación del área forestal y las medidas implementadas.
Recopilación bibliográfica	Catálogo de aves de la región metropolitana de Guatemala	Identifica las especies de aves de la región, indicando su hábitat, distribución estacional, grado de amenaza según el Listado de Especies Amenazadas del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y los apéndices de la convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas (CITES). Utilizado para poner en contexto las especies de aves que pueden encontrarse en el área del parque ecológico.

Continuación tabla VIII.

Categoría de tipo de información	Tipo de información	Información recolectada
Recopilación bibliográfica	Catálogo de mamíferos de la región metropolitana de Guatemala	Identifica las especies de mamíferos de la región detallando su distribución y hábitat y su estado de conservación según el Listado de Especies Amenazadas de CONAP, la lista roja de la UICN, y los apéndices de la convención CITES. Utilizado para poner en contexto las especies de mamíferos que pueden encontrarse en el área del parque ecológico.
Recopilación bibliográfica	Catálogo de plantas de la región metropolitana de Guatemala	Identifica las plantas presentando información sobre la familia, nombre científico y nombre común, hábitat, descripción botánica de la flor, fruto, distribución altitudinal y regional, y su estado de conservación según el Listado de Especies Amenazadas de CONAP, la lista roja de la UICN, y los apéndices de la convención CITES. Utilizado para poner en contexto las especies de plantas que pueden encontrarse en el área del parque ecológico.
Actividad de educación ambiental	Tour de orquídeas	Actividad educativa impartida por el Centro de Educación Ambiental (CEA) en conjunto con la Asociación de Orquideología de Guatemala. Se realiza por un recorrido por el orquideario explicando la importancia de las diferentes especies, como se desarrollan, las especies que se encuentran en el parque. En el recorrido se encuentran letreros con un código QR en donde al escanearlo indica la especie de orquídea, identificándose cinco especies principales: <i>Sobralia macrantha</i> , <i>Elleanthus capitatus</i> , <i>Maxillariella variabilis</i> , <i>Rhyncholaelia glauca</i> y <i>Epidendrum stamfordianum</i> .
Actividad de educación ambiental	Tour de aves	Actividad educativa impartida por el Centro de Educación Ambiental (CEA) en conjunto con biólogos de FUNDAECO y colaboradores de <i>Organization for Women in Science for the Developing World (OWSD)</i> Guatemala, el objetivo principal es fomentar la observación de aves urbanas y educar al respecto.

Continuación tabla VIII.

Categoría de tipo de información	Tipo de información	Información recolectada
Recorrido y entrevista	Recorrido con técnico de la Unidad Forestal de la Dirección de Medio Ambiente	Se realizó un recorrido con un técnico forestal de la Dirección de Medio Ambiente, con el propósito de contextualizar las especies que se encuentran en el área. Las dos principales reforestaciones del parque son de encino y hormigo, en cuanto al bosque natural se encuentran especies como encino, coralillo, suquinay, matiliguat, Iguerillo, ocote, calague, mano de león, ciprés, cedrillo, entre otras. Encontrándose una mayor presencia de encino y coralillo.
Entrevista con encargada del parque ecológico	Actividades de educación ambiental	Además del tour de orquídeas y tour de aves, en el parque ecológico se han realizado otro tipo de actividades de educación ambiental, lo que incluye capacitaciones, talleres, concursos, entre otras, relacionadas con las temáticas ambientales que se imparten en el Centro de Educación Ambiental.
Entrevista con encargada del parque ecológico	Actividades de recreación	Las diferentes áreas del parque ecológico La Asunción fomentan el desarrollo de actividades sociales, aunque actualmente estas se encuentran suspendidas por la pandemia del COVID-19.

Fuente: elaboración propia.

Además, se recopiló información relevante acerca del número de visitantes del parque ecológico La Asunción y el alcance de las actividades realizadas, la información fue proporcionada por el Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Dirección de Medio Ambiente:

- Visitantes: durante el año 2019 73 333 personas visitaron el parque ecológico, en el año 2021 lo visitaron 15 690 personas.
- Personas capacitadas: en el año 2019 se capacitaron a 39 812 personas a través de las diferentes actividades realizadas en el parque ecológico.

- Tour de orquídeas: en los meses de enero a mayo del año 2021 se realizó aproximadamente un tour mensual, asistiendo en total 239 personas a la actividad.
- Avistamientos de aves: durante el año 2020 se han realizado dos actividades de avistamiento de aves, a las cuales asistieron aproximadamente 40 personas en total y fueron identificadas 12 especies de aves.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Considerando el recorrido de campo realizado y la información recolectada, se decidió dividir el área del parque ecológico en tres tipos de elementos: elementos bióticos, elementos abióticos y actividades de educación ambiental. Esta categorización se realizó con el propósito de identificar y evaluar los servicios ecosistémicos desarrollados en el parque ecológico La Asunción.

Los elementos considerados se encuentran en la tabla IX, para identificar de forma más práctica los elementos del parque ecológico La Asunción en el mapa, se les asignó una numeración, la cual también se encuentra en la tabla.

Tabla IX. **Elementos parque ecológico La Asunción**

Numeración asignada	Tipo de elemento	Elemento	Áreas que abarca
1	Biótico	Áreas de jardinería	Cualquier sector que se encuentre jardinería.
2		Áreas de reforestación	Áreas en donde se ha reforestado en el parque, principalmente la reforestación de hormigo y encino.
3		Áreas de bosque natural	El bosque natural que se encuentra en todo el predio donde se ubica el parque.

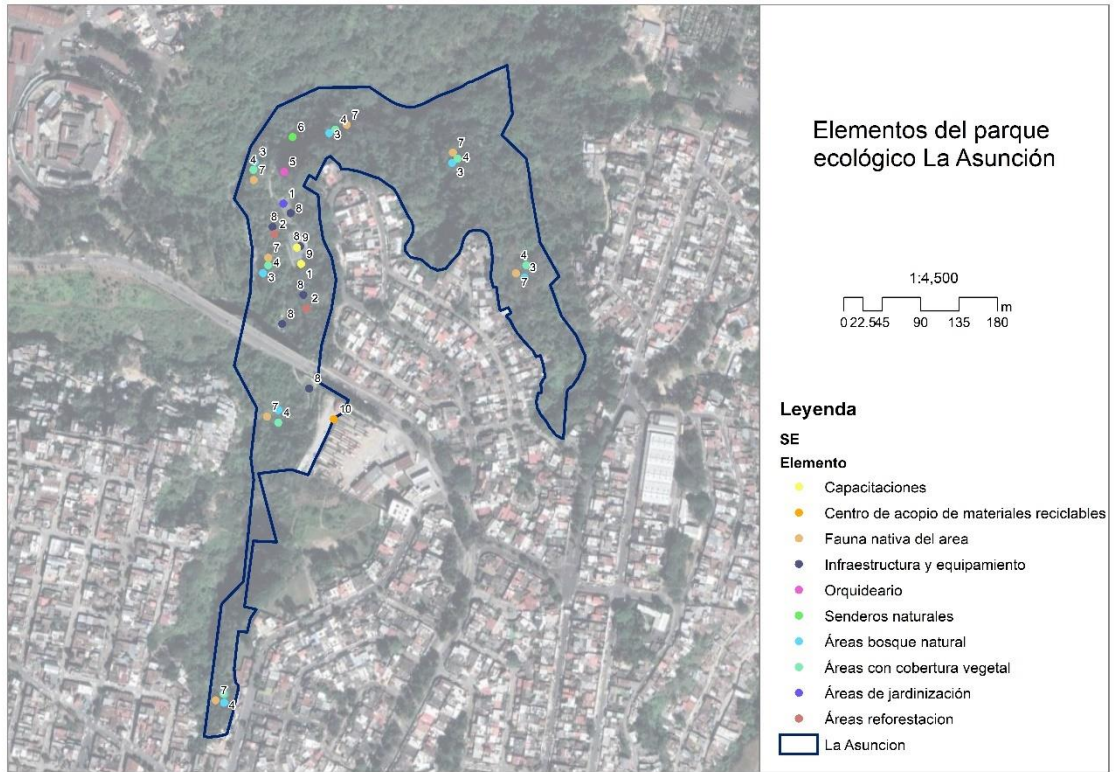
Continuación tabla IX.

Numeración asignada	Tipo de elemento	Elemento	Áreas que abarca
4		Áreas con cobertura vegetal	Áreas en donde se encuentran diferentes especies vegetales.
5		Orquideario	Área de orquideario.
6		Senderos naturales	Senderos que comienzan a partir del orquideario.
7		Fauna nativa del área	Diferentes especies de fauna del parque, aves, insectos, entre otros.
8	Abiótico	Infraestructura y equipamiento	Senderos, cancha, mesas y churrasqueras, juegos infantiles, entre otros.
9	Actividades educación ambiental	Capacitaciones, actividades, talleres	Diferentes actividades de educación ambiental que son desarrolladas en el parque ecológico, tour de orquídeas, huerto urbano, tour de aves, entre otros.
10		Centro de acopio de materiales reciclables	Centro de acopio de materiales reciclables ubicado en el ingreso del parque ecológico.

Fuente: elaboración propia.

Con el propósito de representar su ubicación por medio de mapas se eligieron puntos estratégicos en el terreno abarcado por el parque ecológico La Asunción, los cuales se mantendrán constantes en este documento. Los elementos del parque se encuentran ubicados en la figura 7 y la numeración asignada se describe en la tabla IX.

Figura 7. Elementos parque ecológico La Asunción



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8.

3.8. Análisis estadístico

En la siguiente sección se describe el análisis estadístico realizado para desarrollar la investigación, especificando cualquier análisis relacionado que haya sido relevante para concluir la misma.

3.8.1. Identificación de servicios ecosistémicos

Los elementos planteados para el parque ecológico en la tabla IX y figura 6, fueron tabulados en una matriz para identificar los servicios ecosistémicos que

generan. Se elaborarán dos tipos de matrices, una con la metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA) y otra con la metodología CICES.

En la tabla X se muestra un ejemplo de la metodología utilizada para la construcción de la matriz de identificación de servicios ecosistémicos con la metodología MEA.

Tabla X. **Metodología construcción matriz de servicios ecosistémicos, metodología MEA**

Clasificación servicios ecosistémicos MEA	Elementos parque ecológico La Asunción									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Servicios aprovisionamiento										
Servicio de aprovisionamiento 1	X									
Servicio de aprovisionamiento 2		X		X						
Servicio de aprovisionamiento n			X		X	X				
Servicios de regulación										
Servicios de regulación 1		X								
Servicios de regulación 1	X					X		X		X
Servicios de regulación n			X							
Servicios culturales										
Servicio cultural 1	X		X							
Servicio cultural 2		X		X	X	X	X			
Servicio cultural n			X							
Servicios de apoyo										
Servicio de apoyo 1	X									
Servicio de apoyo 2	X									
Servicio de apoyo n	X									

Fuente: elaboración propia.

Los servicios ecosistémicos identificados fueron definidos según el criterio del investigador, con base a la clasificación realizada por la metodología y definida en la sección 2.2.1.1 y tabla II, la identificación final se muestra en la sección de resultados. En la tabla X se utiliza el símbolo *n* para representar el número final de servicios ecosistémicos que fue identificado, la “X” se utiliza para presentar que en ese elemento se genera el servicio ecosistémico identificado.

En la tabla XI se muestra la metodología utilizada para la construcción de la matriz de identificación de servicios ecosistémicos con la metodología CICES.

Tabla XI. **Metodología construcción matriz de servicios ecosistémicos, metodología CICES**

Clasificación servicios ecosistémicos CICES	Elementos parque ecológico La Asunción									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Servicios aprovisionamiento										
Servicio de aprovisionamiento 1	X									
Servicio de aprovisionamiento 2		X		X						
Servicio de aprovisionamiento <i>n</i>			X		X	X				
Servicios de regulación										
Servicios de regulación 1		X								
Servicios de regulación 1	X					X		X		X
Servicios de regulación <i>n</i>			X							
Servicios culturales										
Servicio cultural 1	X		X							
Servicio cultural 2		X		X	X	X	X			
Servicio cultural <i>n</i>			X							

Fuente: elaboración propia.

Los servicios ecosistémicos identificados fueron definidos según el criterio del investigador, con base a la clasificación realizada por la metodología y definida en la sección 2.2.1.2 y tabla III, la identificación final se muestra en la sección de resultados. En la tabla XI se utiliza el símbolo n para representar el número final de servicios ecosistémicos que fue identificado, la “X” se utiliza para presentar que en ese elemento se genera el servicio ecosistémico identificado. Una de las claras diferencias entre ambas metodologías es que en el caso de CICES no se utiliza la categoría de servicios ecosistémicos de apoyo, y estos se integran en las otras categorías.

3.8.2. Evaluación de servicios ecosistémicos

A partir de la matriz de identificación de servicios ecosistémicos se realizó una evaluación de cada uno de los servicios identificados, según los diez elementos en los que fue dividido el parque ecológico. La evaluación se realizó con base al estado actual del servicio ecosistémico y su oportunidad de potencialización.

- Tiempo de estar establecido: este parámetro evalúa si los beneficios del servicio ecosistémico aumentarán con el tiempo o si se mantendrán constantes con el tiempo. Existen algunos elementos de los ecosistemas que con el paso del tiempo aumentan su valor, y por el contrario otros que al establecerse en el área ya generan su máximo potencial.
- Potencial de crecimiento del servicio ecosistémico: basado en dos subcriterios, en las condiciones del área física de otorgar más beneficios y en las buenas prácticas de gestión y manejo realizadas para mantener o potencializar el servicio. Considerando estos dos criterios, el potencial del área física (área territorial) y la mejora en las buenas prácticas de gestión

y manejo, el servicio puede ser potencializado, o puede mantenerse constante al mantener las condiciones actuales.

- Bienestar otorgado a las poblaciones: qué beneficios reciben las poblaciones, se basa en cuatro tipos de bienestar, físico, social, educacional y cultural, y ambiental.

Dependiendo del resultado se asignó un puntaje y un color según los criterios a cada uno de los servicios ecosistémicos identificados, a continuación, se describe la metodología:

Tabla XII. **Criterios de evaluación de servicios ecosistémicos**

Escenarios	Descripción	Puntuación	Código de color
Criterio 1: tiempo de establecimiento del servicio ecosistémico			
Escenario 1	El servicio ecosistémico se mantendrá constante con el tiempo	1	
Escenario 2	El servicio ecosistémico se potencializará con el tiempo	2	
Criterio 2: potencial de crecimiento			
Criterio 2,1: condiciones del área territorial			
Escenario 1	El área donde se desarrolla el servicio ecosistémico no otorga la oportunidad de potencializarlo	1	
Escenario 2	El área donde se desarrolla el servicio ecosistémico otorga oportunidad de potencializarlo	2	
Criterio 2,2: buenas prácticas de gestión y manejo del servicio ecosistémico			
Escenario 1	No existe la oportunidad de potencializar el servicio ecosistémico a pesar de las buenas prácticas de manejo y gestión	1	
Escenario 2	A partir de las buenas prácticas de gestión y manejo realizadas al servicio ecosistémico se puede potencializar	2	
Criterio 3: bienestar			
Escenario 1	Se cumple con 1 a 2 tipos de bienestar	2	
Escenario 2	Se cumple con 3 a 4 tipos de bienestar	4	

Fuente: elaboración propia.

La puntuación total máxima que puede obtener un servicio ecosistémico por elemento es de diez puntos, dividido de la siguiente forma: dos puntos por la evaluación de tiempo de establecimiento, cuatro puntos por la evaluación de potencial de crecimiento (dos puntos por las condiciones del área territorial y dos puntos por las buenas prácticas de gestión y manejo) y cuatro puntos por la evaluación de bienestar. A partir de la puntuación se determinará el estado del servicio ecosistémico y las oportunidades de potencializarlo; lo cual se identificará más claramente por el código de colores, el amarillo representa los servicios ecosistémicos que se encuentra en su máximo potencial, sin oportunidades de mejora, y el verde representa los servicios ecosistémicos que pueden llegar a otorgar mayores beneficios con el tiempo y su adecuada gestión.

Tabla XIII. **Ejemplo matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, por criterio evaluado**

Clasificación servicios ecosistémicos	Elementos parque ecológico La Asunción											
	Elemento 1				Elemento 2				Elemento <i>n</i>			
	T	P1	P2	B	T	P1	P2	B	T	P1	P2	B
Servicios aprovisionamiento												
Servicio de aprovisionamiento 1	1	2	2	2								
Servicio de aprovisionamiento 2					2	2	2	4				
Servicio de aprovisionamiento <i>n</i>									1	1	2	2
Servicios de regulación												
Servicios de regulación 1					1	1	1	2				
Servicios de regulación 1	2	2	2	4								
Servicios de regulación <i>n</i>									2	2	2	2
Servicios culturales												
Servicio cultural 1	2	2	2	4					2	2	2	4
Servicio cultural 2					2	1	1	4				
Servicio cultural <i>n</i>									1	2	1	2

Continuación de la tabla XIII.

Servicios de apoyo												
Servicio de apoyo 1	2	2	2	4								
Servicio de apoyo 2	2	2	2	4								
Servicio de apoyo n	1	1	2	4								

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- T: tiempo de establecimiento del servicio.
- P: potencial de crecimiento.
- P1: potencial de crecimiento según las condiciones del área territorial.
- P2: potencial de crecimiento según la implementación de buenas prácticas de manejo y gestión.
- B: bienestar otorgado.

Como se puede apreciar en la tabla XIII, la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos incluye los 3 criterios antes mencionados, se indica la puntuación obtenida y el código de colores según lo indicado en la tabla XII, cada servicio ecosistémico identificado será evaluado según la metodología explicada.

Las puntuaciones por criterio serán sumadas para obtener la puntuación final por cada servicio ecosistémico generado en el elemento evaluado, un ejemplo de estos resultados se presenta en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Ejemplo matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, puntuación final**

Clasificación servicios ecosistémicos	Elementos parque ecológico La Asunción			Puntuación total por servicio ecosistémico
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento <i>n</i>	
Servicios aprovisionamiento				
Servicio de aprovisionamiento 1	7			7
Servicio de aprovisionamiento 2		10		10
Servicio de aprovisionamiento <i>n</i>			6	6
Servicios de regulación				
Servicios de regulación 1		5		5
Servicios de regulación 1	10			10
Servicios de regulación <i>n</i>			8	8
Servicios culturales				
Servicio cultural 1	10		10	10
Servicio cultural 2		8		8
Servicio cultural <i>n</i>			6	6
Servicios de apoyo				
Servicio de apoyo 1	10			10
Servicio de apoyo 2	10			10
Servicio de apoyo <i>n</i>	8			8
Puntuación total por elemento	9,17	7,67	7,5	Puntuación total matriz 8,17

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de las puntuaciones pueden evaluarse desde cuatro puntos de vista distintos: la puntuación obtenida individualmente por el servicio ecosistémico generado en el elemento evaluado (según los resultados de la tabla

XIV), por la puntuación total obtenida por el elemento evaluado (promedio puntuaciones columnas), por la puntuación total obtenida por el servicio ecosistémico evaluado (promedio puntuaciones filas), y por la puntuación total obtenida por la matriz en conjunto (promedio filas y columnas, el cual coincide).

Para las puntuaciones obtenidas en individual, se utilizó una clasificación de baja, media o alta, según la oportunidad de potencializar el servicio ecosistémico. Considerando que se clasifica como bajo al obtener una puntuación de 5 o 6, medio una puntuación de 7 u 8, y alta con una puntuación de 9 o 10.

Debido a que la metodología busca ser replicable para otros proyectos de la municipalidad de Guatemala, además se considera el número de servicios ecosistémicos prestados, esto para clasificar a los proyectos que brindan un mayor número de servicios como más beneficiosos. La clasificación se hará de la siguiente forma:

Tabla XV. **Clasificación de matrices de servicios ecosistémicos según el número de servicios prestados**

Rango de número de servicios ecosistémicos prestados	Clasificación
Menor o igual a 10 servicios ecosistémicos	D
Entre 11 y 20 servicios ecosistémicos	C
Entre 21 y 30 servicios ecosistémicos	B
Más de 30 servicios ecosistémicos	A

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, a las matrices de evaluación de servicios ecosistémicos se les otorga una puntuación numérica y además una clasificación según el número de

servicios ecosistémicos que presta, clasificación que será alfabética, como se indica en la tabla XV. En el caso de la puntuación numérica, la mínima calificación que puede obtener una matriz es de 5 puntos, lo cual no significa que los servicios ecosistémicos no sean de calidad o no sean suficientes, quiere decir que se encuentran en su máximo potencial posible según las capacidades del área. Por el contrario, una matriz con una puntuación de 10 puntos representa que el área tiene potencial de alcanzar un mayor beneficio de los servicios ecosistémicos actuales. La clasificación alfabética se realiza como se indicó en la tabla XV, siendo una matriz clasificada como E, donde el proyecto otorga 10 servicios ecosistémicos o menos, y por el contrario la clasificación máxima es una matriz A, en donde el proyecto evaluado otorga 30 servicios ecosistémicos o más.

3.8.3. Resultados presentados en un sistema de información geográfica

Los resultados obtenidos de las matrices de identificación y evaluación serán representados por medio del software ArcMap 10,8 a través de la creación de capas, una capa para representar los resultados obtenidos a través de la metodología de los Ecosistemas del Milenio y otra capa para la metodología CICES. Los atributos de la capa creada fueron filtrados y representados a través de diferentes simbologías para representar los resultados deseados.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis previo al establecimiento del parque ecológico

En esta sección se realiza el análisis correspondiente considerando las condiciones del área predio al establecimiento del parque ecológico, considerando ambas metodologías evaluadas.

4.1.1. Matriz de identificación de servicios ecosistémicos

Se realiza una identificación de los servicios ecosistémicos que existían previo al establecimiento del parque ecológico La Asunción en el año 2015. Se elaboraron dos matrices, la primera con metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) y la segunda con metodología CICES.

A continuación, en la tabla XVI, se presenta la matriz de identificación de servicios ecosistémicos con la metodología MEA.

Tabla XVI. **Matriz de identificación de servicios ecosistémicos previo al establecimiento del parque ecológico, metodología MEA**

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio		
	Elementos bióticos		
	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Fauna nativa del área
Servicios de aprovisionamiento			
Recarga hídrica	X	X	

Continuación de la tabla XVI.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio		
	Elementos bióticos		
	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Fauna nativa del área
Servicios de regulación			
Regulación de la calidad del aire	X		
Regulación del clima	X		
Secuestro y almacenamiento de carbono	X		
Moderación de desastres naturales	X	X	
Prevención de erosión	X	X	
Polinización	X	X	X
Control biológico	X	X	X
Regulación de enfermedades humanas	X	X	X
Servicios de apoyo			
Hábitats para especies	X	X	X
Mantenimiento diversidad genética	X	X	X
Ciclos de nutrientes	X	X	
Ciclo del agua	X	X	
Producción de oxígeno atmosférico	X	X	

Fuente: elaboración propia.

A través de la matriz elaborada con la metodología MEA, se identifican catorce servicios ecosistémicos que se desarrollaban en el área antes de establecer el parque ecológico, en sus diferentes elementos, distribuidos de la siguiente forma:

- Áreas de bosque natural: 14 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.

- Regulación de la calidad del aire.
 - Regulación del clima.
 - Secuestro y almacenamiento de carbono.
 - Moderación de desastres naturales.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Ciclos de nutrientes.
 - Ciclo del agua.
 - Producción de oxígeno atmosférico.
- Áreas con cobertura vegetal: 11 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Moderación de desastres naturales.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Ciclos de nutrientes.
 - Ciclo del agua.
 - Producción de oxígeno atmosférico.
- Fauna nativa del área: 5 servicios ecosistémicos identificados.
 - Polinización.

- Control biológico.
- Regulación de enfermedades humanas.
- Hábitats para especies.
- Mantenimiento diversidad genética.

Es importante considerar que, aunque se desarrollan catorce servicios ecosistémicos en el área, estos podían verse afectados por el estado en algunos de los sectores del terreno, en donde se encontraba un botadero de basura el cual generaba contaminación y por lo tanto en este sector los servicios ecosistémicos no se encontraban en su mejor potencial. A pesar de la existencia de contaminación, en ciertos sectores, principalmente el área del bosque natural, se encontraba en condiciones favorables.

Para realizar el análisis previo a la implementación del parque ecológico La Asunción, también se implementó la metodología CICES, a continuación, en la tabla XVII, se presenta la matriz de identificación de servicios ecosistémicos con esta metodología.

**Tabla XVII. Matriz de identificación de servicios ecosistémicos
previo al establecimiento del parque ecológico,
metodología CICES**

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio		
	Elementos bióticos		
	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Fauna nativa del área
Servicios de aprovisionamiento			
1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	X		
Servicios de regulación			
2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas	X		
2.1.2.2 Atenuación del ruido	X		
2.2.1.1 Control de la erosión	X	X	
2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas	X	X	
2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	X	X	
2.2.1.4 Protección contra tormentas	X	X	
2.2.2.1 Polinización	X	X	X
2.2.2.2 Dispersión de semillas	X	X	X
2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	X	X	X
2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades	X	X	X
2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	X	X	X
2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	X	X	
2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera	X	X	

Continuación de la tabla XVII.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio		
	Elementos bióticos		
	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Fauna nativa del área
Servicios de regulación			
2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	X		
2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	X		
5.1.2.1 Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos	X		
5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)	X	X	
5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)	X	X	

Fuente: elaboración propia.

A través de la matriz elaborada con la metodología CICES, se identificaron dieciocho servicios ecosistémicos que se desarrollaban en el área antes de establecer el parque ecológico, en sus diferentes elementos, distribuidos de la siguiente forma:

- Áreas de bosque natural: 18 servicios ecosistémicos identificados.
 - Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población.
 - Control de la erosión.
 - Filtración, secuestro, almacenaje o acumulación por parte de los ecosistemas.

- Atenuación del ruido.
 - Atenuación del movimiento de masas.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Protección contra tormentas.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
 - Regulación de la composición química de la atmósfera regulación de temperatura y humedad incluyendo ventilación y transpiración.
 - Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos.
 - Regulación de flujos de masa (deslizamientos).
 - Regulación de flujos de agua (inundaciones).
- Áreas con cobertura vegetal: 13 servicios ecosistémicos identificados.
 - Control de la erosión.
 - Atenuación del movimiento de masas.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Protección contra tormentas.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.

- Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
- Regulación de flujos de masa (deslizamientos).
- Regulación de flujos de agua (inundaciones).

- Fauna nativa del área: 5 servicios ecosistémicos identificados.
 - Polinización.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.

4.2. Análisis actual

En esta sección se realiza el análisis considerando la situación actual del parque ecológico La Asunción, de esta forma se identifican los servicios ecosistémicos que se generan hoy en día.

4.2.1. Metodología Ecosistemas del Milenio

En primer lugar, es desarrollado el análisis aplicando la metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA), realizando la clasificación de servicios ecosistémicos según esta lo establece.

4.2.1.1. Matriz de identificación de servicios ecosistémicos

Para realizar una identificación más detallada, se definieron diferentes elementos que conforman el parque, como fue indicado en la sección 3.7, en la tabla IX y figura 7.

A continuación, en la tabla XVIII, se presenta la matriz de servicios ecosistémicos elaborada con la metodología MEA:

Tabla XVIII. **Matriz de identificación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología MEA**

Fuente del servicio										
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos						Elementos abióticos	Actividades educación ambiental		
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario		Fauna nativa del área	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables
Servicios de aprovisionamiento										
Recarga hídrica	X	X	X	X	X	X				
Reducción de materia prima							X			
Servicios de aprovisionamiento										
Regulación de la calidad del aire		X	X							
Regulación del clima		X	X							
Secuestro y almacenamiento de carbono		X	X							
Moderación de desastres naturales		X	X	X						
Prevención de erosión	X	X	X	X	X	X				
Polinización	X	X	X	X	X	X				
Control biológico	X	X	X	X	X	X				

Continuación de la tabla XVIII.

Fuente del servicio										
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos							Elementos abióticos	Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área		Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables
Regulación de enfermedades humana	X	X	X	X	X	X	X			
Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos									X	X
Servicios culturales										
Actividades recreativas	X	X	X	X	X	X	X	X		
Experiencia espiritual	X	X	X	X	X	X	X			
Relaciones sociales	X	X	X	X	X	X	X	X		
Educación relacionada al desarrollo sostenible									X	X

Continuación de la tabla XVIII.

Fuente del servicio										
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos						Elementos abióticos	Actividades educación ambiental		
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario		Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades
Servicios de apoyo										
Hábitats para especies	X	X	X	X	X	X	X	X		
Mantenimiento diversidad genética	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ciclos de nutrientes	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ciclo del agua	X	X	X	X	X	X	X	X		
Producción de oxígeno atmosférico	X	X	X	X						

Fuente: elaboración propia.

A través de la matriz, se identifican veinte servicios ecosistémicos que se desarrollan en el parque ecológico La Asunción, en sus diferentes elementos, distribuidos de la siguiente forma:

4.2.1.1.1. Elementos bióticos

En los elementos bióticos son considerados todos los elementos del parque ecológico La Asunción que son parte del ambiente natural. Estos se dividen en 7 elementos, para los cuales se identifican servicios ecosistémicos. A continuación, se describen.

- Áreas de jardinería: 13 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.
 - Relaciones sociales.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Ciclos de nutrientes.
 - Ciclo del agua.
 - Producción de oxígeno atmosférico.

- Áreas de reforestación: 17 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Regulación de la calidad del aire.

- Regulación del clima, secuestro y almacenamiento de carbono.
 - Moderación de desastres naturales.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.
 - Relaciones sociales.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Ciclos de nutrientes.
 - Ciclo del agua.
 - Producción de oxígeno atmosférico.
- Áreas de bosque natural: 17 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Regulación de la calidad del aire.
 - Regulación del clima.
 - Secuestro y almacenamiento de carbono.
 - Moderación de desastres naturales.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.
 - Relaciones sociales.
 - Hábitats para especies.

- Mantenimiento diversidad genética.
- Ciclos de nutrientes.
- Ciclo del agua.
- Producción de oxígeno atmosférico.

- Áreas con cobertura vegetal: 14 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Moderación de desastres naturales.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.
 - Relaciones sociales.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Ciclos de nutrientes.
 - Ciclo del agua.
 - Producción de oxígeno atmosférico.

- Senderos naturales: 12 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.

- Relaciones sociales.
- Hábitats para especies.
- Mantenimiento diversidad genética.
- Ciclos de nutrientes.
- Ciclo del agua.

- Orquideario: 12 servicios ecosistémicos identificados.
 - Recarga hídrica.
 - Prevención de erosión.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.
 - Relaciones sociales.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Ciclos de nutrientes.
 - Ciclo del agua.

- Fauna nativa del área: 8 servicios ecosistémicos identificados.
 - Polinización.
 - Control biológico.
 - Regulación de enfermedades humanas.
 - Hábitats para especies.
 - Mantenimiento diversidad genética.
 - Actividades recreativas.
 - Experiencia espiritual.
 - Relaciones sociales.

4.2.1.1.2. Elementos abióticos

En los elementos abióticos son descritos los elementos del parque ecológico La Asunción que fueron instalados con el fin de otorgar un valor potencializado al área y hacerlo apto para el uso de los visitantes. A continuación, se describen.

- Infraestructura y equipamiento: 3 servicios ecosistémicos identificados.
 - Reducción de materia prima.
 - Actividades recreativas.
 - Relaciones sociales.

4.2.1.1.3. Actividades educación ambiental

En las actividades de educación ambiental se describen todas las actividades relacionadas que son impartidas a los vecinos del municipio de Guatemala. A continuación, se describen.

- Capacitaciones, talleres, actividades: 3 servicios ecosistémicos identificados.
 - Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos
 - Relaciones sociales.
 - Educación relacionada al desarrollo sostenible.
- Centro de acopio de materiales reciclables: 2 servicios ecosistémicos identificados.

- Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos.
- Educación relacionada al desarrollo sostenible.

4.2.1.2. Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos

A través de la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, se analiza y otorga una puntuación a cada uno de los elementos que conforman el parque ecológico La Asunción. Para su evaluación, se utilizó la misma agrupación por elementos que en la matriz de identificación de servicios ecosistémicos.

Como fue indicado en el apartado del diseño metodológico, la puntuación de cada elemento se basa en la calidad del servicio ecosistémicos prestado y la oportunidad que se presenta de potencializarlo, la cual se define según tres criterios: tiempo, potencial de crecimiento y bienestar otorgado por el servicio ecosistémico.

La puntuación otorgada a cada elemento considerando los tres criterios se encuentra en la tabla XIX, en donde a la vez se utiliza un código de colores, siendo los servicios ecosistémicos identificados con verde los que tienen oportunidad de potencializarse. En la tabla XX, se presentan las puntuaciones finales de la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, realizando las sumatorias de la tabla XIX:

Tabla XIX. **Matriz de evaluación de servicios de servicios ecosistémicos, detalle criterios de evaluación, metodología MEA**

Servicios ecosistémicos		Fuente del servicio																							
		Elementos bióticos												Elementos abióticos						Actividades educación ambiental					
		Áreas de jardinerización		Áreas de reforestación		Áreas de bosque natural		Áreas con cobertura vegetal		Senderos naturales		Orquideario		Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento		Capacitaciones talleres actividades		Centro de acopio de materiales reciclables					
T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B		
Servicios de aprovisionamiento																									
Recarga hídrica	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Reducción de materia prima																				1	1	1	2		
Servicios de aprovisionamiento																									
Regulación de la calidad del aire			2	2	4	2	1	2	4																
Regulación del clima			2	2	4	2	1	2	4																
Secuestro y almacenamiento de carbono			2	2	2	2	1	2	2																
Moderación de desastres naturales			2	2	4	2	1	2	4	2	2	4													
Prevención de erosión	2	1	2	4	2	2	4	2	4	2	2	4	1	1	2	4	2	1	1	4					
Polinización	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2		
Control biológico	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2		

Continuación de la tabla XIX.

Fuente del servicio		Elementos bióticos														Elementos abióticos				Actividades educación ambiental																																			
Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio	Áreas de jardinería				Áreas de reforestación				Áreas de bosque natural				Áreas con cobertura vegetal				Senderos naturales				Orquideario				Fauna nativa del área				Infraestructura y equipamiento				Capacitaciones talleres actividades				Centro de acopio de materiales reciclables																	
		T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B																		
		Regulación de enfermedades humana		1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																						
Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos																																																							
Servicios culturales																																																							
Actividades recreativas		2	1	2	4	2	2	1	2	2	4	2	2	4	2	4	2	4	2	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4							
Experiencia espiritual		2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
Relaciones sociales		2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Educación relacionada al desarrollo sostenible																																																							

Continuación de la tabla XIX.

Fuente del servicio		Elementos bióticos												Elementos abióticos			Actividades educación ambiental										
		Áreas de jardinzación		Áreas de reforestación		Áreas de bosque natural		Áreas con cobertura vegetal		Senderos naturales		Orquideario		Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento			Capacitaciones talleres actividades			Centro de acopio de materiales reciclables					
Servicios ecosistémicos		T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B		
		Servicios de apoyo																									
Hábitats para especies	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mantenimiento diversidad genética	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ciclos de nutrientes	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ciclo del agua	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Producción de oxígeno atmosférico	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología MEA**

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos	
	Elementos bióticos						Elementos abióticos	Actividades educación ambiental		Centro de acopio de materiales reciclables		
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario		Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento			Capacitaciones talleres actividades
Servicios de aprovisionamiento												
Recarga hídrica	7	8	7	8	6	7						7,2
Reducción de materia prima								5				5,0
Servicios de aprovisionamiento												
Regulación de la calidad del aire		10	9									9,5
Regulación del clima		10	9									9,5
Secuestro y almacenamiento de carbono		8	7									7,5
Moderación de desastres naturales		10	9	10								9,7
Prevención de erosión	9	10	9	10	8	8						9,0
Polinización	6	8	7	8	6	6	8					7,0
Control biológico	6	7	6	7	6	6	8					6,6

Continuación de la tabla XX.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos	
	Elementos bióticos							Elementos abióticos		Actividades educación ambiental		
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables		
Regulación de enfermedades humana	6	7	6	7	6	6	8					6,6
Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos									9		9	9,0
Servicios culturales												
Actividades recreativas	9	10	9	10	9	9	10		9			9,4
Experiencia espiritual	7	8	7	8	7	7	8					7,4
Relaciones sociales	7	8	7	8	7	7	8		7	9		7,6
Educación relacionada al desarrollo sostenible										9	9	9,0

Continuación de la tabla XX.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos	
	Elementos bióticos						Elementos abióticos	Actividades educación ambiental		Centro de acopio de materiales reciclables		
	Áreas de jardinería	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario		Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento			Capacitaciones talleres actividades
Servicios de apoyo												
Hábitats para especies	6	8	7	8	6	6	7	8				7,1
Mantenimiento diversidad genética	6	8	7	8	6	6	7	8				7,1
Ciclos de nutrientes	6	7	6	7	6	6	6					6,3
Ciclo del agua	6	7	6	7	6	6	6					6,3
Producción de oxígeno atmosférico	6	8	7	5								6,5
Puntuación fuente del servicio	6,69	8,35	7,35	7,93	6,58	6,83	8,25	7,00	9,00	9,00		7,7

Fuente: elaboración propia.

La puntuación otorgada a los tres criterios evaluados con la metodología MEA se encuentra en la tabla XIX, la sumatoria de estas puntuaciones da como resultado la tabla XX, siendo el resultado final de la evaluación.

Las puntuaciones de cinco y seis son interpretadas como una oportunidad baja de potencializar los servicios ecosistémicos, puntuaciones de siete y ocho son interpretadas como una oportunidad media de potencialización, y las puntuaciones de nueve y diez son interpretadas como una oportunidad alta de potencialización. A continuación, se describen la interpretación de las puntuaciones por cada servicio ecosistémicos que se encuentran en la tabla XX.

4.2.1.2.1. Elementos bióticos

En las tablas de la XXI a la XXVII se describen las puntuaciones de los elementos bióticos evaluados, además, se utiliza un código de colores para facilitar la interpretación de los resultados.

Tabla XXI. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de jardinería**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de jardinería	Recarga hídrica	7	Media
	Prevención de erosión	9	Alta
	Polinización	6	Baja
	Control biológico	6	Baja
	Regulación de enfermedades humanas	6	Baja
	Actividades recreativas	9	Alta
	Experiencia espiritual	7	Media
	Relaciones sociales	7	Media

Continuación de la tabla XXI.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de jardinería	Hábitats para especies	6	Baja
	Mantenimiento diversidad genética	6	Baja
	Ciclos de nutrientes	6	Baja
	Ciclo del agua	6	Baja
	Producción de oxígeno atmosférico	6	Baja

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de reforestación**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de reforestación	Recarga hídrica	8	Media
	Regulación de la calidad del aire	10	Alta
	Regulación del clima	10	Alta
	Secuestro y almacenamiento de carbono	8	Media
	Moderación de desastres naturales	10	Alta
	Prevención de erosión	10	Alta
	Polinización	8	Media
	Control biológico	7	Media
	Regulación de enfermedades humanas	7	Media
	Actividades recreativas	10	Alta
	Experiencia espiritual	8	Media
	Relaciones sociales	8	Media
	Hábitats para especies	8	Media
	Mantenimiento diversidad genética	8	Media

Continuación de la tabla XXII.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de reforestación	Ciclos de nutrientes	7	Media
	Ciclo del agua	7	Media
	Producción de oxígeno atmosférico	8	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de bosque natural

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de bosque natural	Recarga hídrica	7	Media
	Regulación de la calidad del aire	9	Alta
	Regulación del clima	9	Alta
	Secuestro y almacenamiento de carbono	7	Media
	Moderación de desastres naturales	9	Alta
	Prevención de erosión	9	Alta
	Polinización	7	Media
	Control biológico	6	Media
	Regulación de enfermedades humanas	6	Media
	Actividades recreativas	9	Alta
	Experiencia espiritual	7	Media
	Relaciones sociales	7	Media
	Hábitats para especies	7	Media
	Mantenimiento diversidad genética	7	Media
	Ciclos de nutrientes	6	Media
Ciclo del agua	6	Media	

Continuación de la tabla XXIII.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de bosque natural	Producción de oxígeno atmosférico	7	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, áreas de cobertura vegetal

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Área de cobertura vegetal	Recarga hídrica	8	Media
	Moderación de desastres naturales	10	Alta
	Prevención de erosión	10	Alta
	Polinización	8	Media
	Control biológico	7	Media
	Regulación de enfermedades humanas	7	Media
	Actividades recreativas	10	Alta
	Experiencia espiritual	8	Media
	Relaciones sociales	8	Media
	Hábitats para especies	8	Media
	Mantenimiento diversidad genética	8	Media
	Ciclos de nutrientes	7	Media
	Ciclo del agua	7	Media
Producción de oxígeno atmosférico	5	Baja	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, senderos naturales

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Senderos naturales	Recarga hídrica	6	Baja
	Prevención de erosión	8	Media
	Polinización	6	Baja
	Control biológico	6	Baja
	Regulación de enfermedades humanas	6	Baja
	Actividades recreativas	9	Alta
	Experiencia espiritual	7	Media
	Relaciones sociales	7	Media
	Hábitats para especies	6	Baja
	Mantenimiento diversidad genética	6	Baja
	Ciclos de nutrientes	6	Baja
	Ciclo del agua	6	Baja
	Producción de oxígeno atmosférico	6	Baja

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, orquideario

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Orquideario	Recarga hídrica	7	Media
	Prevención de erosión	8	Media
	Polinización	6	Baja
	Control biológico	6	Baja
	Regulación de enfermedades humanas	6	Baja

Continuación de la tabla XXVI.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Orquideario	Actividades recreativas	9	Alta
	Experiencia espiritual	7	Media
	Relaciones sociales	7	Media
	Hábitats para especies	7	Media
	Mantenimiento diversidad genética	7	Media
	Ciclos de nutrientes	6	Baja
	Ciclo del agua	6	Baja

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, fauna nativa del área**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Fauna nativa del área	Polinización	8	Baja
	Control biológico	8	Baja
	Regulación de enfermedades humanas	8	Baja
	Hábitats para especies	8	Media
	Mantenimiento diversidad genética	8	Media

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2.2. Elementos abióticos

En la tabla XXVIII se describen las puntuaciones de los elementos abióticos evaluados. Además, se utiliza un código de colores para facilitar la interpretación de resultados.

Tabla XXVIII. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, infraestructura y equipamiento

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Infraestructura y equipamiento	Reducción de materias primas	5	Baja
	Actividades recreativas	9	Alta
	Mantenimiento diversidad genética	8	Media

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2.3. Actividades educación ambiental

En las tablas XXIX y XXX se describen las puntuaciones de los elementos de educación ambiental evaluados. Además, se utiliza un código de colores para facilitar la interpretación de resultados.

Tabla XXIX. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, capacitaciones, talleres y actividades

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Capacitaciones, talleres y actividades	Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos	9	Alta
	Relaciones sociales	9	Alta
	Educación relacionada al desarrollo sostenible	9	Alta

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología MEA, centro de acopio de materiales reciclables

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Centro de acopio de materiales reciclables	Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos	9	Alta
	Educación relacionada al desarrollo sostenible	9	Alta

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Metodología CICES

La metodología CICES la segunda utiliza para el desarrollo de la investigación, esto con el propósito de comprobar los resultados generados y determinar la utilidad de ambas metodologías.

4.2.2.1. Matriz de identificación de servicios ecosistémicos

Al igual que con metodología de los ecosistemas del milenio, se realiza la identificación de servicios ecosistémicos generados en el parque ecológico La Asunción. Fue utilizada la misma clasificación de elementos que en la metodología MEA.

En la tabla XX, se presenta la matriz de identificación de servicios ecosistémicos elaborada con la metodología CICES:

Tabla XXXI. **Matriz de identificación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología CICES**

Fuente del servicio										
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos						Elementos abióticos		Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinería	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables
Servicios de aprovisionamiento										
.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población		X	X	X			X			
Servicios de regulación										
2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas		X	X							
2.1.2.2 Atenuación del ruido		X	X							
2.1.2.3 Atenuación visual		X	X							
2.2.1.1 Control de la erosión	X	X	X	X	X					
2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas		X	X	X						

Continuación de la tabla XXXI.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio											
	Elementos bióticos								Elementos abióticos		Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinería	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables		
2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico e inundaciones	X	X	X	X	X	X						
2.2.1.4 Protección contra tormentas		X	X	X								
2.2.2.1 Polinización	X	X	X	X	X	X	X					
2.2.2.2 Dispersión de semillas	X	X	X	X	X	X	X					
2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	X	X	X	X	X	X	X					
2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades	X	X	X	X	X	X	X					
2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	X	X	X	X	X	X	X					
2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	X	X	X	X	X	X						

Continuación de la tabla XXXI.

Fuente del servicio											
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos								Elementos abióticos	Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinitización	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento		Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables
2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera	X	X	X								
2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	X	X	X								
5.1.2.1 Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos		X	X							X	
5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)		X	X	X							
5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)		X	X	X							

Continuación de la tabla XXXI.

Fuente del servicio										
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos							Elementos abióticos	Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades
Servicios culturales										
3.1.1.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	X	X	X	X	X	X	X	X		
3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promuevan el conocimiento científico y la investigación	X	X	X	X	X	X	X		X	
3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	X	X	X	X	X	X	X		X	
3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	X	X	X	X	X	X	X			

Continuación de la tabla XXXI.

Fuente del servicio											
Servicios ecosistémicos	Elementos bióticos							Elementos abióticos		Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinzación	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables	
3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	X	X	X	X	X	X	X			X	
6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	X	X	X	X	X	X	X				

Fuente: elaboración propia.

A través de la matriz elaborada con la metodología CICES, se identifican veintisiete servicios ecosistémicos que se desarrollan en el parque ecológico La Asunción, en sus diferentes elementos, distribuidos de la siguiente forma:

4.2.2.1.1. Elementos bióticos

A través de la matriz, se identifican veinte servicios ecosistémicos que se desarrollan en el parque ecológico La Asunción, en sus diferentes elementos, distribuidos de la siguiente forma:

- Áreas de jardinería: 16 servicios ecosistémicos identificados.
 - Control de la erosión.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
 - Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.
 - Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.

- Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
- Áreas de reforestación: 27 servicios ecosistémicos identificados.
 - Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población.
 - Control de la erosión.
 - Filtración, secuestro, almacenaje o acumulación por parte de los ecosistemas.
 - Atenuación del ruido.
 - Atenuación visual.
 - Control de la erosión.
 - Atenuación del movimiento de masas.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Protección contra tormentas.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.

- Regulación de la composición química de la atmósfera regulación de temperatura y humedad incluyendo ventilación y transpiración.
 - Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos.
 - Regulación de flujos de masa (deslizamientos).
 - Regulación de flujos de agua (inundaciones).
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
 - Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.
 - Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
- Áreas de bosque natural: 27 servicios ecosistémicos identificados.
 - Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población.
 - Control de la erosión, filtración, secuestro, almacenaje o acumulación por parte de los ecosistemas.
 - Atenuación del ruido.

- Atenuación visual.
- Control de la erosión.
- Atenuación del movimiento de masas.
- Polinización, regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
- Protección contra tormentas.
- Dispersión de semillas.
- Mantenimiento de hábitats.
- Control de plagas y enfermedades.
- Control de enfermedades humanas.
- Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
- Regulación de la composición química de la atmósfera regulación de temperatura y humedad incluyendo ventilación y transpiración.
- Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos.
- Regulación de flujos de masa (deslizamientos).
- Regulación de flujos de agua (inundaciones).
- Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
- Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
- Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.
- Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.
- Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.

- Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.
- Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
- Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
- Áreas con cobertura vegetal: 21 servicios ecosistémicos identificados.
 - Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población.
 - Control de la erosión.
 - Control de la erosión.
 - Atenuación del movimiento de masas.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Protección contra tormentas.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
 - Regulación de flujos de masa (deslizamientos).
 - Regulación de flujos de agua (inundaciones).
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.

- Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.
 - Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
- Senderos naturales: 16 servicios ecosistémicos identificados.
 - Control de la erosión.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
 - Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.

- Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
- Orquideario: 17 servicios ecosistémicos identificados.
 - Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población.
 - Control de la erosión.
 - Polinización.
 - Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones.
 - Dispersión de semillas, mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Procesos de descomposición y fijación de nutrientes y su efecto en la calidad del suelo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
 - Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.

- Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.
- Fauna nativa del área: 13 servicios ecosistémicos identificados.
 - Polinización.
 - Dispersión de semillas.
 - Mantenimiento de hábitats.
 - Control de plagas y enfermedades.
 - Control de enfermedades humanas.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
 - Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.
 - Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales activas o pasivas.

- Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.
- Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo.

4.2.2.1.2. Elementos abióticos

En los elementos abióticos son descritos los elementos del parque ecológico La Asunción que fueron instalados con el fin de otorgar un valor potencializado al área y hacerlo apto para el uso de los visitantes. A continuación, se describen.

- Infraestructura y equipamiento: 3 servicios ecosistémicos identificados.
 - Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas.

4.2.2.1.3. Actividades educación ambiental

En las actividades de educación ambiental se describen todas las actividades relacionadas que son impartidas a los vecinos del municipio de Guatemala. A continuación, se describen.

- Capacitaciones, talleres, actividades: 4 servicios ecosistémicos identificados.

- Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación.
 - Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional.
 - Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas.
- Centro de acopio de materiales reciclables: 2 servicios ecosistémicos identificados.
 - Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos.
 - Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales.

4.2.2.2. Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos

A través de la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, se analiza y otorga una puntuación a cada uno de los elementos que conforman el parque ecológico La Asunción. Para su evaluación, se utilizó la misma agrupación por elementos que en la matriz de identificación de servicios ecosistémicos.

La evaluación se realiza como fue detallado en el apartado diseño metodológico, aplicando la clasificación de servicios ecosistémicos desarrollada por la metodología CICES.

A continuación, en la tabla XXI, se presenta la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos con la metodología CICES:

Continuación de la tabla XXXII.

Servicios ecosistémicos		Fuente del servicio																							
		Elementos bióticos												Elementos abióticos						Actividades educación ambiental					
		Áreas de jardinzación		Áreas de reforestación		Áreas de bosque natural		Áreas con cobertura vegetal		Senderos naturales		Orquideario		Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento		Capacitaciones talleres actividades		Centro de acopio de materiales reciclables					
T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B	T	P	B		
2.2.1.3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.2.1.4				2	2	4	2	4	2	2	4														
2.2.2.1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.2.2.2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.2.2.3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.2.3.1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.2.3.2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2.2.4.2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Continuación de la tabla XXXII.

Fuente del servicio		Elementos bióticos															Elementos abióticos			Actividades educación ambiental					
		Elementos bióticos															Elementos abióticos			Actividades educación ambiental					
		Áreas de jardinzación		Áreas de reforestación		Áreas de bosque natural		Áreas con cobertura vegetal		Senderos naturales		Orquideario		Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento			Capacitaciones talleres actividades		Centro de acopio de materiales reciclables				
T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B		
Servicios ecosistémicos																									
	2.2.6.1	Regulación de la composición química de la atmósfera	2	2	2	2	2	1	2	2															
	2.2.6.2	Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y	2	2	2	2	2	1	2	2															
5.1.2.1	Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos	2	2	2	4	2	2	1	2	4															
	5.2.1.1	Regulación de flujos de masa (deslizamientos)	2	2	2	4	2	2	1	2	4	2	2	2	4										
	5.2.1.2	Regulación de flujos de agua (inundaciones)	2	2	2	4	2	2	1	2	4	2	2	2	4										

Continuación de la tabla XXXII.

Fuente del servicio		Elementos bióticos												Elementos abióticos			Actividades educación ambiental				
		Áreas de jardinzación		Áreas de reforestación		Áreas de bosque natural		Áreas de cobertura vegetal		Senderos naturales		Orquideario		Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento		Capacitaciones talleres actividades		Centro de acopio de materiales reciclables	
		T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B	T	P	P	B
Servicios culturales																					
3.1.1.1																					
3.1.1.2																					
Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo		2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4
3.1.2.1																					
Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven el conocimiento científico y la investigación		2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4
3.1.2.3																					
Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional		2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4
3.1.2.4																					
Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas		2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	4

Continuación de la tabla XXXII.

Servicios ecosistémicos		Fuente del servicio																			
		Elementos bióticos										Elementos abióticos		Actividades educación ambiental							
		Áreas de jardinerización		Áreas de reforestación		Áreas de bosque natural		Áreas con cobertura vegetal		Senderos naturales		Orquideario		Fauna nativa del área		Infraestructura y equipamiento		Capacitaciones talleres actividades		Centro de acopio de materiales reciclables	
T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
3.2.1.3	Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6.1.1.1	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales. activas	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6.1.2.1	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6.2.1.1	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Matriz de evaluación de servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, metodología CICES**

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos	
	Elementos bióticos						Elementos abióticos	Actividades educación ambiental		Centro de acopio de materiales reciclables		
	Áreas de jardinerización	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario		Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento			Capacitaciones talleres actividades
	Servicios de aprovisionamiento											
1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población		8	7	8			7					7,5
	Servicios de aprovisionamiento											
2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas		8	7									7,5
2.1.2.2 Atenuación del ruido		7	5									6,0
2.1.2.3 Atenuación visual		7	5									6,0
2.2.1.1 Control de la erosión	9	10	9	10	8		8					9,0
2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas		10	9	10								9,7

Continuación de la tabla XXXIII.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos		
	Elementos bióticos								Elementos abióticos			Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinización	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas de cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables			
2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico e inundaciones	7	8	7	8	6	7						7,2	
2.2.1.4 Protección contra tormentas		10	9	10								9,7	
2.2.2.1 Polinización	6	8	7	8	6	6	8					7,0	
2.2.2.2 Dispersión de semillas	6	8	7	8	6	6	8					7,0	
2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6	7	6	7	6	6	8					6,6	
2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades	6	7	6	7	6	6	8					6,6	
2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	6	7	6	7	6	6	8					6,6	
2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6	7	6	7	6	6						6,3	

Continuación de la tabla XXXIII.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos		
	Elementos bióticos								Elementos abióticos			Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinización	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables			
2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera		8	7									7.5	
2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración		8	7									7.5	
5.1.1.1 Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos		10	9							10		9.7	
5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)		10	9	10								9.7	
5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)		10	9	10								9.7	

Continuación de la tabla XXXIII.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos	
	Elementos bióticos							Elementos abióticos		Actividades educación ambiental		
	Áreas de jardinerización	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables		
	9	10	9	9	9	9	10	9	9	10		
3.1.1.1 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9	10	9	9	9	9	9	9	9	10	9	9,3
3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promuevan el conocimiento científico y la investigación	9	10	9	10	9	9	9	9	9	10	9	9,4
3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	10	9	9	9	9	9	9	9	10	9	9,3
3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7	8	7	8	7	7	7	7	7	8		7,4

Continuación de la tabla XXXIII.

Servicios ecosistémicos	Fuente del servicio										Puntuaciones servicios ecosistémicos		
	Elementos bióticos								Elementos abióticos			Actividades educación ambiental	
	Áreas de jardinería	Áreas de reforestación	Áreas de bosque natural	Áreas con cobertura vegetal	Senderos naturales	Orquideario	Fauna nativa del área	Infraestructura y equipamiento	Capacitaciones talleres actividades	Centro de acopio de materiales reciclables			
3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento	7	8	7	8	7	7	8	7	9		7,6		
6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, actuales.	7	8	7	8	7	7	8	7	9		7,6		
6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7	8	7	8	7	7	8			9	7,6		
6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	7	8	7	8	7	7	8				7,4		
Puntuación fuente del servicio	7,13	8,44	7,37	8,48	7,0	7,06	8,46	7,67	9,0	9,5	7,9		

Fuente: elaboración propia.

A través de la matriz se realizó la evaluación de los diferentes servicios ecosistémicos por cada elemento que conforma al parque ecológico La Asunción, la puntuación otorgada a los tres criterios evaluados con la metodología CICES se encuentra en la tabla XXXII, la sumatoria de estas puntuaciones da como resultado la tabla XXXII, siendo el resultado final de la evaluación.

Las puntuaciones de cinco y seis son interpretadas como una oportunidad baja de potencializar los servicios ecosistémicos, puntuaciones de siete y ocho son interpretadas como una oportunidad media de potencialización, y las puntuaciones de nueve y diez son interpretadas como una oportunidad alta de potencialización. A continuación, se describe la interpretación de las puntuaciones por cada servicio ecosistémicos, que se encuentran en la tabla XXXII.

4.2.2.2.1. Elementos bióticos

En las tablas de la XXXIV a la XL se describen las puntuaciones de los elementos bióticos evaluados, además, se utiliza un código de colores para facilitar la interpretación de los resultados.

Tabla XXXIV. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de jardinerización**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Áreas de jardinerización	2.2.1.1 Control de la erosión	9	Alta
	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	7	Media
	2.2.2.1 Polinización	6	Baja

Continuación de la tabla XXXIV.

	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	6	Baja
Áreas de jardinería	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6	Baja
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades:	6	Baja
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	6	
	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6	
	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9	Alta
	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven el conocimiento científico y la investigación	9	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	Alta

Continuación de la tabla XXXIV.

	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7	Media
	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7	Media
Áreas de jardinería	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	7	Media
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7	Media
	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	7	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de reforestación**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Áreas de reforestación	1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	8	Media
	2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas	8	Media
	2.1.2.2 Atenuación del ruido	7	Media
	2.1.2.3 Atenuación visual	7	Media
	2.2.1.1 Control de la erosión	10	Alta
	2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas	10	Alta
Áreas de reforestación	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	8	Media
	2.2.1.4 Protección contra tormentas	10	Alta
	2.2.2.1 Polinización	8	Media
	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	8	Media
	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	7	Media
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades:	7	Media
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	7	Media
	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	7	Media
	2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera	8	Media

Continuación de la tabla XXXV.

	2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	8	Media
	5.1.2.1 Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos	10	Alta
	5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)	10	Alta
	5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)	10	Alta
	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9	Alta
Áreas de reforestación	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	9	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	Alta
	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	8	Media
	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	8	Media

Continuación de la tabla XXXV.

	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que p	8	Media
	ermiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas		
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	8	Media
	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	8	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de bosque natural**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Áreas de bosque natural	1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	7	Media
	2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas	7	Media
	2.1.2.2 Atenuación del ruido	5	Baja
	2.1.2.3 Atenuación visual	5	Baja
	2.2.1.1 Control de la erosión	9	Alta

Continuación de la tabla XXXVI.

	2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas	9	Alta
	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	7	Media
	2.2.1.4 Protección contra tormentas	9	Alta
	2.2.2.1 Polinización	7	Media
	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	7	Media
	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6	Baja
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades:	6	Baja
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	6	Baja
	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6	Baja
	2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera	7	Media
Áreas de bosque natural	2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	7	Media
	5.1.2.1 Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos	9	Alta
	5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)	9	Alta
	5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)	9	Alta

Continuación de la tabla XXXVI.

	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que p	9	Alta
	ermiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo		
	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	9	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	Alta
	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7	Media
3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7	Media	

Continuación de la tabla XXXVI.

Áreas de bosque natural	6.1.1.1	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	7	Media
	6.1.2.1	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7	Media
	6.2.1.1	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	7	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, áreas de cobertura vegetal**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización	
Áreas de cobertura vegetal	1.2.1.1	Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	8	Media
	2.2.1.1	Control de la erosión	10	Alta
	2.2.1.2	Atenuación del movimiento de masas	10	Alta
	2.2.1.3	Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	8	Media
	2.2.1.4	Protección contra tormentas	10	Alta
	2.2.2.1	Polinización	8	Media

Continuación de la tabla XXXVII.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Áreas de cobertura vegetal	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	8	Media
	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	7	Media
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades:	7	Media
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	7	Media
	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	7	Media
	5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)	10	Alta
	5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)	10	Alta
	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	10	Alta
	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	10	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	10	Alta
3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	8	Media	

Continuación de la tabla XXXVII.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Áreas de cobertura vegetal	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	8	Media
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	8	Media
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	8	Media
	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	8	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, senderos naturales**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Senderos naturales	2.2.1.1 Control de la erosión	8	Media
	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	6	Baja
	2.2.2.1 Polinización	6	Baja
	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	6	Baja

Continuación de la tabla XXXVIII.

	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6	Baja
Senderos naturales	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades:	6	Baja
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	6	
	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6	
	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9	Alta
	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	9	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	Alta
	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7	Media
	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7	Media
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	7	Media

Continuación de la tabla XXXVIII.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Senderos naturales	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7	Media
	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	7	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, orquideario**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Orquideario	1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	7	Media
	2.2.1.1 Control de la erosión	8	Media
	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico y protección contra inundaciones	7	Media
	2.2.2.1 Polinización	6	Baja
	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	6	Baja
	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6	Baja
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades:	6	Baja
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	6	Baja

Continuación de la tabla XXXIX.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Orquideario	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6	Baja
	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9	Alta
	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	9	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	Alta
	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7	Media
	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7	Media
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	7	Media
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7	Media

Continuación de la tabla XXXIX.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Orquideario	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	7	Media

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, fauna nativa del área**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Fauna nativa del área	2.2.2.1 Polinización	8	Media
	2.2.2.2 Dispersión de semillas:	8	Media
	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	8	Media
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades	8	Media
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	8	Media
	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	10	Alta
	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	10	Alta

Continuación de la tabla XL.

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Fauna nativa del área	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	10	Alta
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	8	Media
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	8	Media
	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	8	Media

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2. Elementos abióticos

En la tabla XLI se describen las puntuaciones de los elementos abióticos evaluados. Además, se utiliza un código de colores para facilitar la interpretación de resultados.

Tabla XLI. **Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, Infraestructura y equipamiento**

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Infraestructura y equipamiento	3.1.1.1, 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9	Alta
	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7	Media
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	7	Media

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2.3. Actividades educación ambiental

En las tablas XLII y XLIII se describen las puntuaciones de los elementos bióticos evaluados. Además, se utiliza un código de colores para facilitar la interpretación de resultados.

Tabla XLII. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, capacitaciones, talleres y actividades

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Capacitaciones, talleres y actividades	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven el conocimiento científico y la investigación	9	Alta
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9	Alta
	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	9	Alta
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	9	Alta

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Interpretación puntuaciones matriz de evaluación de servicios ecosistémicos, metodología CICES, centro de acopio de materiales reciclables

Elemento biótico	Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización
Centro de acopio de materiales reciclables	5.1.2.1 Mediación de molestias ocasionadas por estructuras o procesos abióticos	10	Alta
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	9	Alta

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Identificación de servicios ecosistémicos

En esta sección se realiza la interpretación de resultados de la identificación de servicios ecosistémicos, explicando los resultados obtenidos en las matrices desarrolladas en la sección de resultados.

5.1.1. Análisis previo al establecimiento del parque ecológico

A través de la matriz elaborada con la metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) se identificaron 14 servicios ecosistémicos, los cuales se desarrollaban previo al establecimiento del parque ecológico, considerando el estado en que se encontraba el área, la identificación se realizó en tres fuentes del servicio, siendo los tres elementos bióticos: áreas de bosque natural, áreas con cobertura vegetal y fauna nativa del área.

El elemento que genera mayor cantidad de servicios ecosistémicos era el área de bosque natural, prestando 14 servicios ecosistémicos, seguido por el área de cobertura vegetal con 11 y la fauna nativa del área con 5.

La segunda matriz elaborada con la metodología CICES, identifica el desarrollo de 18 servicios ecosistémicos, siendo de igual forma el elemento del área de bosque natural, con los 18 servicios ecosistémicos, el que genera un mayor; seguida por el área con cobertura vegetal que genera 13 y la fauna natural del área con 5.

Es importante considerar que estos servicios ecosistémicos se veían afectados dada la degradación que se presentaba en algunos sectores al área en donde existían focos de contaminación principalmente por desechos sólidos, por lo que no se debe considerar que los servicios ecosistémicos se encontraran en su mejor potencial.

A través de los resultados se puede identificar que el área de bosque natural era un elemento importante que brinda servicios ecosistémicos a pesar del estado de conservación que se tenía en el año 2015.

Para el análisis previo a la implementación del parque ecológico no se realizó una evaluación de los servicios ecosistémicos ya que el área no fue evaluada en el 2015 y se considera que el lapso de tiempo de 6 años puede influir en los resultados.

5.1.2. Análisis actual

En esta sección se realiza la interpretación de resultados del análisis considerando la situación actual del parque ecológico La Asunción, de esta forma se identifican los servicios ecosistémicos que se generan hoy en día.

5.1.2.1. Metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA)

A través de la matriz elaborada con la metodología MEA se identificaron veinte servicios ecosistémicos que se desarrollan actualmente en el parque ecológico La Asunción. Para el análisis el parque fue dividido en tres categorías de elementos, los elementos bióticos, elementos abióticos y actividades de educación ambiental.

Los elementos bióticos a la vez se dividen en áreas de jardinería, áreas de reforestación, áreas de bosque natural, áreas con cobertura vegetal, senderos naturales, orquideario y fauna nativa del área.

De estos siete elementos, los que prestan un mayor número de servicios ecosistémicos son las áreas de reforestación y las áreas de bosque natural, con 17 servicios ecosistémicos cada uno, en segundo lugar se encuentran las áreas con cobertura vegetal con 14 servicios ecosistémicos, en tercer lugar se encuentran las áreas de jardinería con 13 servicios ecosistémicos, en cuarto lugar se encuentran los senderos naturales y el orquideario con 12 servicios ecosistémicos cada uno y en quinto lugar se encuentra la fauna nativa del área con 8 servicios ecosistémicos.

De los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento identificados, recarga hídrica se genera en seis de los siete elementos y reducción de materia prima se genera en un elemento.

Los servicios ecosistémicos de regulación que se generan en los siete elementos son la polinización, el control biológico y la regulación de enfermedades, el segundo servicio ecosistémico que se genera de forma más frecuente es la prevención de erosión al generarse en seis de los siete elementos, y en tercer lugar la moderación de desastres se genera en tres de los siete elementos.

Al analizar los servicios ecosistémicos culturales, las actividades recreativas, la experiencia espiritual y las relaciones sociales se generan en los siete elementos.

En cuanto a los servicios ecosistémicos de apoyo, hábitats para especies y mantenimiento de diversidad genética se generan en los siete elementos, en segundo lugar, los servicios ecosistémicos de apoyo más frecuentes son los ciclos de nutrientes y el ciclo del agua generándose en seis de los siete elementos, y en tercer lugar la producción de oxígeno atmosférico se genera en cuatro de los siete elementos.

En los elementos abióticos se encuentra la Infraestructura y equipamiento del parque ecológico, en donde se generan tres servicios ecosistémicos, reducción de materia prima, actividades recreativas y relaciones sociales.

Las actividades de educación ambiental se dividen en capacitaciones, talleres y actividades, que genera tres servicios ecosistémicos, y el segundo elemento es el centro de acopio de materiales reciclables que genera dos servicios ecosistémicos. Aumento de las prácticas de reutilización y educación relacionada al desarrollo sostenible se generan en ambos elementos y relaciones sociales se genera únicamente en el elemento de capacitaciones, talleres y actividades.

Evaluando de forma global los diez elementos en los que se divide el parque ecológico, los elementos bióticos son los que generan un mayor número de servicios ecosistémicos, siendo, como se mencionó, el que genera más las áreas de reforestación y áreas de bosque natural. En la tabla XLIV, se encuentran los tres elementos que generan un mayor número de servicios ecosistémicos:

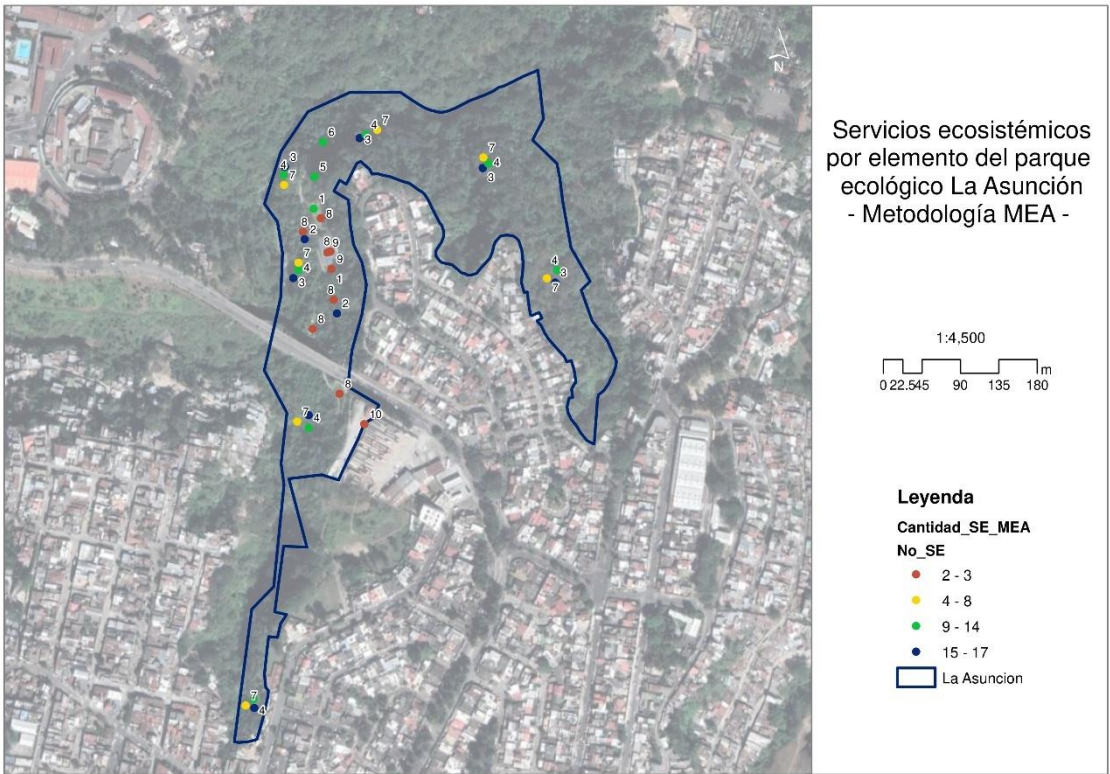
Tabla XLIV. Elementos del parque ecológico La Asunción que generan mayor número de servicios ecosistémicos, según metodología MEA

Número	Elementos	Número servicios ecosistémicos
1	Áreas de reforestación	17
	Áreas de bosque natural	
2	Áreas con cobertura vegetal	14
3	Áreas de jardinería	13

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se pueden apreciar gráficamente los diferentes elementos clasificados según el número de servicios ecosistémicos que genera.

Figura 8. **Elementos de parque ecológico La Asunción, según el número de servicios ecosistémicos generados, metodología MEA**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8.

Tal y como se mencionó en la tabla XLIV y visualiza en la figura 8 se pueden identificar las áreas naturales como las que generan un mayor número de servicios ecosistémicos en comparación a las áreas con Infraestructura y equipamiento. En la figura se pueden identificar con puntos azules los elementos que generan un mayor número de servicios ecosistémicos y en naranja se encuentran los que generan un menor número.

Continuando con la evaluación global, los servicios ecosistémicos más frecuentes en los diferentes elementos se encuentran en la tabla XLV:

Tabla XLV. **Servicios ecosistémicos más frecuentes en el parque ecológico La Asunción, según metodología MEA**

Número	Servicio ecosistémico	Número elementos
1	Relaciones sociales	9
2	Actividades recreativas	8
3	Polinización	7
	Control biológico	
	Regulación de enfermedades humanas	
	Experiencia espiritual	
	Hábitats de especies	
	Mantenimiento de diversidad genética	

Fuente: elaboración propia.

Considerando los resultados de la matriz de identificación de servicios ecosistémicos, se puede concluir que los elementos bióticos, áreas de reforestación, áreas de bosque natural y áreas de cobertura vegetal son esenciales para la generación de servicios ecosistémicos en el parque ecológico La Asunción. Además, dos de los servicios ecosistémicos culturales son los que se presentan de forma más frecuente en la evaluación, siendo estos las relaciones sociales y las actividades recreativas, por lo que se concluye que la planificación desde la perspectiva social de los espacios públicos es de relevancia y debe ser considerada.

Otros servicios ecosistémicos relevantes son polinización, control biológico, regulación de enfermedades, hábitats de especies y mantenimiento de diversidad genética, los cuales tienen cierta relación entre sí, a través de estos datos se

concluye la importancia de la preservación de la biodiversidad en las áreas de parques ecológicos.

5.1.2.2. Metodología CICES

A través de la matriz elaborada con la metodología CICES se identificaron veintisiete servicios ecosistémicos que se desarrollan actualmente en el parque ecológico La Asunción. Para el análisis, al igual que en la metodología anterior, el parque fue dividido en las tres categorías de elementos, los elementos bióticos, elementos abióticos y actividades de educación ambiental.

De los siete elementos bióticos, los que prestan un mayor número de servicios ecosistémicos son las áreas de reforestación y las áreas de bosque natural, con 27 servicios ecosistémicos cada uno, en segundo lugar se encuentran las áreas con cobertura vegetal con 21 servicios ecosistémicos, en tercer lugar se encuentra el orquideario con 17 servicios ecosistémicos, en cuarto lugar se encuentran los senderos naturales y las áreas de jardinería con 16 servicios ecosistémicos cada uno y en quinto lugar se encuentra la fauna nativa del área con 13 servicios ecosistémicos.

El servicio ecosistémico de aprovisionamiento relacionado con semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población, se generan en cuatro de los siete elementos. Los servicios ecosistémicos de regulación que se generan en los siete elementos son polinización, dispersión de semillas, mantenimiento de hábitats, control de plagas y enfermedades y control de enfermedades humanas, en segundo lugar, los servicios ecosistémicos que se generan de forma más frecuente son control de erosión, regulación del ciclo hidrológico e inundaciones y procesos de descomposición y fijación de nutrientes al generarse en seis de los siete elementos, y en tercer lugar los servicios de

atenuación del movimiento de masas, protección contra tormentas, regulación de flujos de masas y regulación de flujos de agua se genera en tres de los siete elementos. Al analizar los servicios ecosistémicos culturales, todos los identificados se generan en los siete elementos.

En el elemento abiótico de Infraestructura y equipamiento del parque ecológico, se generan tres servicios ecosistémicos.

Las actividades de educación divididas en capacitaciones, talleres y actividades generan cuatro servicios ecosistémicos, y el segundo elemento es el centro de acopio de materiales reciclables que genera dos servicios ecosistémicos.

Evaluando de forma global los diez elementos en los que se divide el parque ecológico, los elementos bióticos son los que generan un mayor número de servicios ecosistémicos, siendo, como se mencionó, las que generan más las áreas de reforestación y áreas de bosque natural. En la tabla XLVI, se encuentran los tres elementos que generan un mayor número de servicios ecosistémicos:

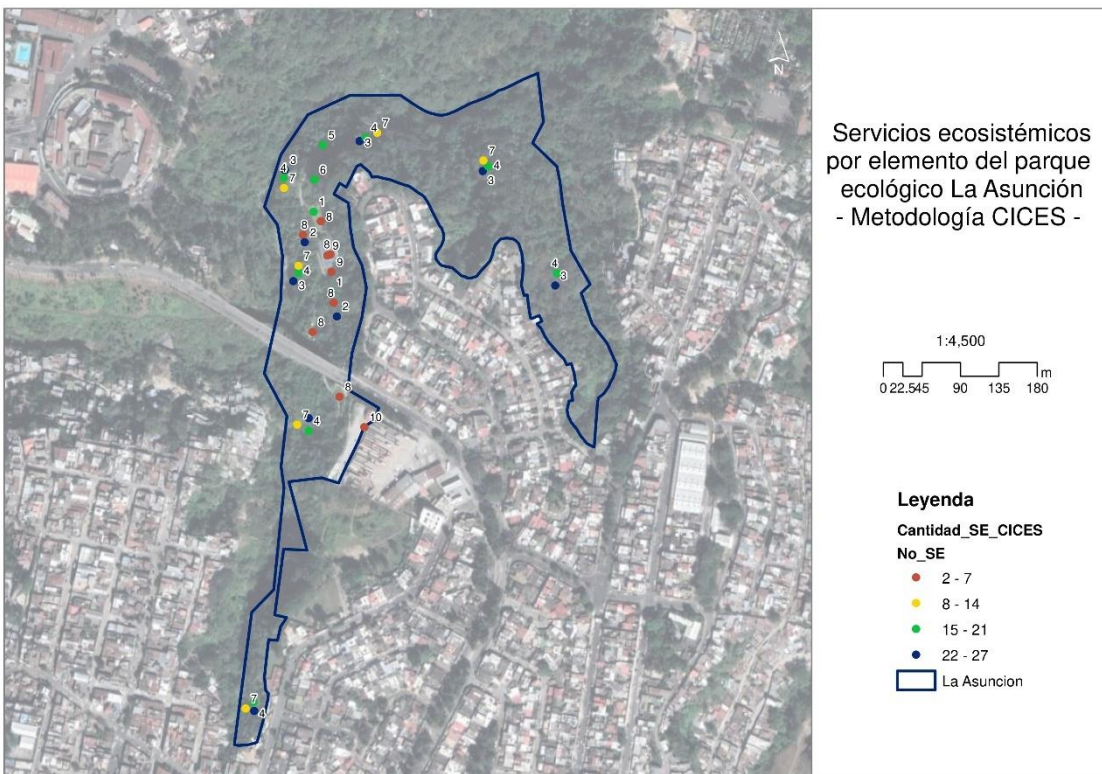
Tabla XLVI. Elementos del parque ecológico la Asunción que generan mayor número de servicios ecosistémicos, según metodología CICES

Número	Elementos	Número servicios ecosistémicos
1	Áreas de reforestación	27
	Áreas de bosque natural	
2	Áreas con cobertura vegetal	21
3	Orquideario	17

Fuente: elaboración propia.

En la figura 9 se pueden apreciar gráficamente los diferentes elementos clasificados según el número de servicios ecosistémicos que genera.

Figura 9. **Elementos de parque ecológico La Asunción, según el número de servicios ecosistémicos generados, metodología CICES**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8.

Tal y como se mencionó en la tabla XLVI y se visualiza en la figura 9, se pueden identificar las áreas naturales como las que generan un mayor número de servicios ecosistémicos en comparación a las áreas con Infraestructura y equipamiento.

Continuando con la evaluación global, los servicios ecosistémicos más frecuente en los diferentes elementos se encuentran en la tabla XLVII:

Tabla XLVII. Servicios ecosistémicos más frecuentes en el parque ecológico La Asunción, según metodología CICES

Número	Servicio ecosistémico	Número elementos
1	Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	9
	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	
2	Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	8
	Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	
	Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	
	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	
3	Polinización	7
	Dispersión de semillas	
	Mantenimiento de hábitats	
	Control de plagas y enfermedades humanas	
	Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	
	Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	

Fuente: elaboración propia.

Considerando los resultados de la matriz de identificación de servicios ecosistémicos, se puede concluir que los elementos bióticos áreas de

reforestación, áreas de bosque natural, áreas de cobertura vegetal y orquideario son esenciales para la generación de servicios ecosistémicos en el parque ecológico La Asunción. Además, los servicios ecosistémicos culturales son los que se presentan de forma más frecuente en la evaluación, por lo que se concluye que la planificación desde la perspectiva social de los espacios públicos es relevancia y debe ser considera. Otros servicios ecosistémicos relevantes son los de regulación los cuales, ya que se relacionan entre sí, se concluye que la preservación de la biodiversidad en las áreas de parques ecológicos es importante.

5.1.2.3. Comparación de metodologías

La primera diferencia que se puede apreciar entre ambas metodologías es que en la metodología MEA, se identifican 21 servicios ecosistémicos en total, mientras que en la metodología CICES se identifican 27 servicios ecosistémicos. Se considera que esta diferencia se debe a que la metodología CICES es más detallada al identificar los servicios ecosistémicos, por lo que estos se encuentran de una forma más segregada.

A través de ambas metodologías se puede identificar que los elementos bióticos generan un mayor número de servicios ecosistémicos, siendo las áreas de bosque natural, áreas de reforestación las que se encuentran en primer lugar en número de servicios ecosistémicos generados, seguidos por las áreas de cobertura vegetal en segundo lugar, por último, en tercer lugar, según la metodología MEA se encuentran las áreas de jardinería, y según la metodología CICES el tercer lugar lo tiene el orquideario. A través de estos hechos se puede llevar a la conclusión que ambas metodologías dan resultados similares.

En cuanto a los servicios ecosistémicos más frecuentes, ambas metodologías coinciden en que los culturales son los que se encuentran en los primeros dos lugares, al desarrollarse en por lo menos siete de los diez elementos identificados. Seguidos se encuentran los servicios ecosistémicos de regulación al generarse de forma más frecuente en ambas metodologías, este análisis nos indica que es importante tomar en cuenta tanto la variable ambiental como social al momento establecer áreas de recreación y conservación de las áreas naturales.

5.2. Evaluación de servicios ecosistémicos

En esta sección se realiza la interpretación de resultados sobre la evaluación de servicios ecosistémicos realizada, considerando los resultados obtenidos en las matrices de evaluación construidas.

5.2.1. Metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA)

A través de la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos desarrollada con la metodología MEA, se evaluaron los servicios ecosistémicos anteriormente identificados. Los resultados pueden evaluarse de cuatro puntos de vista distintos: la puntuación obtenida en individual por el servicio ecosistémico generado en el elemento evaluado, por la puntuación total obtenida por el elemento evaluado, por la puntuación total obtenida por el servicio ecosistémico evaluado, y por la puntuación total obtenida por la matriz en conjunto.

Para las puntuaciones obtenidas en individual, se utilizó una clasificación de baja, media o alta, según la oportunidad de potencializar el servicio ecosistémico. Considerando que se clasifica como bajo al obtener una puntuación de 5 o 6, medio una puntuación de 7 u 8, y alta con una puntuación

de 9 o 10. En la tabla XLVIII, se indica el número de servicios ecosistémicos por tipo de clasificación de cada elemento.

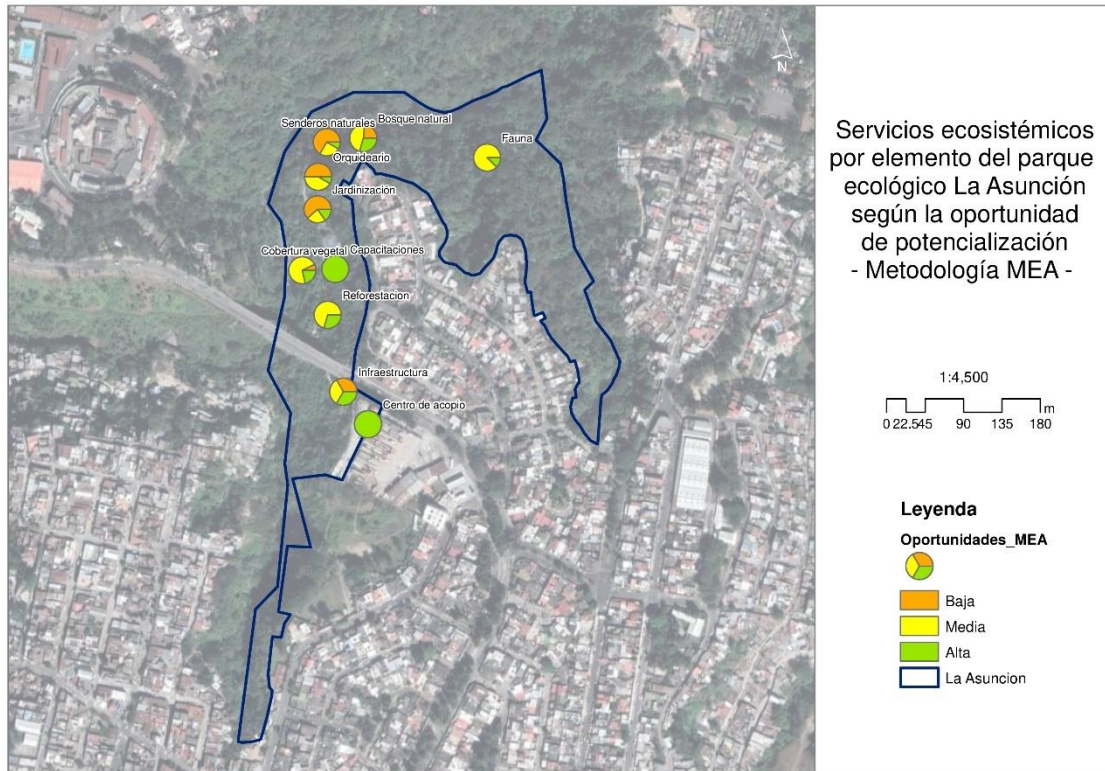
Tabla XLVIII. Número de servicios ecosistémicos según su oportunidad de potencialización, metodología MEA

Elemento	Oportunidad de potencialización		
	Baja	Media	Alta
Áreas de jardinería	8	3	2
Áreas de reforestación	0	12	5
Áreas de bosque natural	4	8	5
Áreas con cobertura vegetal	1	10	3
Senderos naturales	8	3	1
Orquideario	5	6	1
Fauna nativa del área	0	7	1
Infraestructura y equipamiento	1	1	1
Capacitaciones, talleres, actividades	0	0	3
Centro de acopio de materiales reciclables	0	0	2

Fuente: elaboración propia.

En la figura 10 se muestran las oportunidades de potencialización de los servicios ecosistémicos por medio de gráficas, identificando únicamente un elemento de cada tipo con propósitos representativos, de esta forma se puede realizar una planificación para la implementación de estrategias en cada elemento.

Figura 10. **Elementos del parque ecológico La Asunción según el tipo de oportunidad de potencialización, metodología MEA**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10.8.

En el caso de las puntuaciones totales obtenida por elemento, los elementos con mayor puntuación son los elementos de actividades de educación ambiental, capacitaciones, talleres actividades y centro de acopio de materiales reciclables. Sin embargo, ambos generan únicamente tres y dos servicios ecosistémicos respectivamente. Evaluando los elementos que generan un mayor número de servicios ecosistémicos, siendo estas áreas de reforestación, áreas de bosque natural y áreas con cobertura vegetal, estos tienen una puntuación de 8,35, 7,35

y 7,93 respectivamente, se considera que tienen una oportunidad media de potencializar sus servicios ecosistémicos.

En la tabla XLIX, se muestran las puntuaciones totales obtenidas por elementos, ordenadas de mayor a menor, identificado el número de servicios ecosistémicos generados en cada uno.

Tabla XLIX. **Puntuaciones totales obtenidas por elemento, metodología MEA**

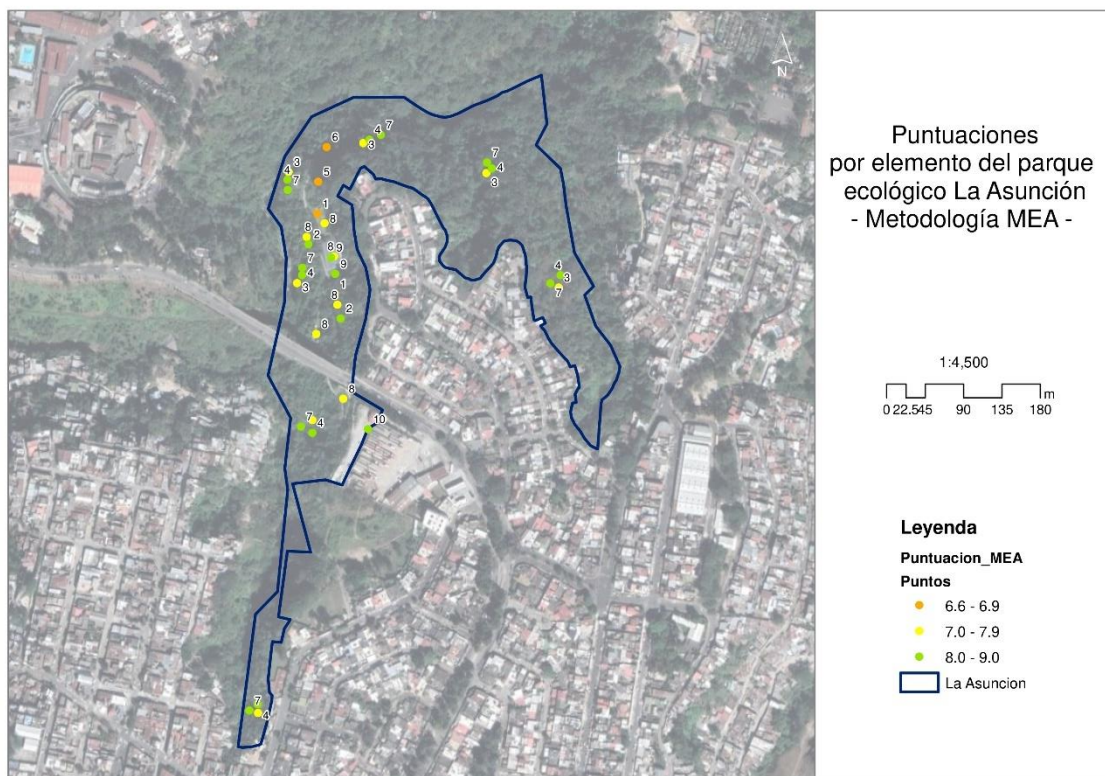
Número	Elemento	Puntuación	Número de servicios ecosistémicos
1	Capacitaciones, talleres, actividades	9,0	3
	Centro de acopio de materiales reciclables	9,0	2
2	Áreas de reforestación	8,35	17
3	Fauna nativa del área	8,25	8
4	Áreas con cobertura vegetal	7,93	14
5	Áreas de bosque natural	7,35	17
6	Infraestructura y equipamiento	7,0	3
7	Orquideario	6,83	12
8	Áreas de jardinería	6,69	13
9	Senderos naturales	6,58	12

Fuente: elaboración propia.

Las puntuaciones también se muestran de forma gráfica en la figura 11, las puntuaciones más altas se muestran en verde, representando que se tiene una oportunidad alta de potencializar los servicios ecosistémicos generados por ese elemento, en amarillo se presentan las puntuaciones medias y en naranja las puntuaciones bajas, es importante mencionar que la puntuación identifica las oportunidades de potencialización, el tener una puntuación baja representa que

el servicio ecosistémico evaluado en el elemento que corresponde ya alcanzó su máximo potencial. Como se puede visualizar por el código de colores, la mayor parte de elementos tienen oportunidades medias y altas de potencializar su generación de servicios ecosistémicos.

Figura 11. **Puntuaciones por elemento del parque ecológico La Asunción, metodología MEA**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8.

En el caso de las puntuaciones totales obtenida por servicio ecosistémico, en la tabla L se muestran las puntuaciones por cada uno, ordenadas de mayor a menor identificado el número de elementos en donde se genera el servicio ecosistémico.

Tabla L. **Puntuaciones totales obtenidas por servicios ecosistémicos, metodología MEA**

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos
1	Moderación de desastres naturales	9,7	3
2	Regulación de la calidad del aire	9,5	2
	Regulación del clima		2
3	Actividades recreativas	9,4	8
4	Prevención de erosión	9,0	6
	Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos		2
	Educación relacionada al desarrollo sostenible		
5	Relaciones sociales	7,6	9
6	Secuestro y almacenamiento de carbono	7,5	2
7	Experiencia espiritual	7,4	7
8	Recarga hídrica	7,2	6
9	Hábitats para especies	7,1	7
	Mantenimiento diversidad genética		
10	Polinización	7,0	7
11	Control biológico	6,6	7
	Regulación de enfermedades humana		
12	Producción de oxígeno atmosférico	6,5	4
13	Ciclos de nutrientes	6,3	6
	Ciclo del agua		
14	Reducción de materia prima	5,0.	1

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la puntuación total de la matriz en conjunto, se obtuvo una puntuación de 7,7, esto considerando los 20 servicios ecosistémicos identificados divididos en 10 elementos para su análisis.

Según la clasificación de matrices planteada, a partir de la metodología MEA, se tendría como resultado que el parque ecológico La Asunción es un proyecto con una puntuación de 7,7 clasificación C, debido a la cantidad de servicios ecosistémicos generados, y en términos generales cuenta con una oportunidad media de potencializar estos servicios. Sin embargo, es importante recalcar que se considera importante el análisis completo que se realizó considerando cada elemento y cada servicio ecosistémico de forma individual.

5.2.2. Metodología CICES

A través de la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos desarrollada con la metodología CICES, se evaluaron los servicios ecosistémicos anteriormente identificados. Los resultados, al igual que con la metodología MEA serán evaluados desde los cuatro puntos de vista.

Las puntuaciones obtenidas en individual se muestran en la tabla LI, se indicando el número de SE por tipo de clasificación de cada elemento.

Tabla LI. **Número de servicios ecosistémicos según su oportunidad de potencialización, metodología CICES**

Elemento	Oportunidad de potencialización		
	Baja	Media	Alta
Áreas de jardinería	6	6	4
Áreas de reforestación	0	18	9
Áreas de bosque natural	12	6	9
Áreas con cobertura vegetal	0	13	8
Senderos naturales	7	6	3
Orquideario	6	8	3
Fauna nativa del área	0	10	3
Infraestructura y equipamiento	0	2	1

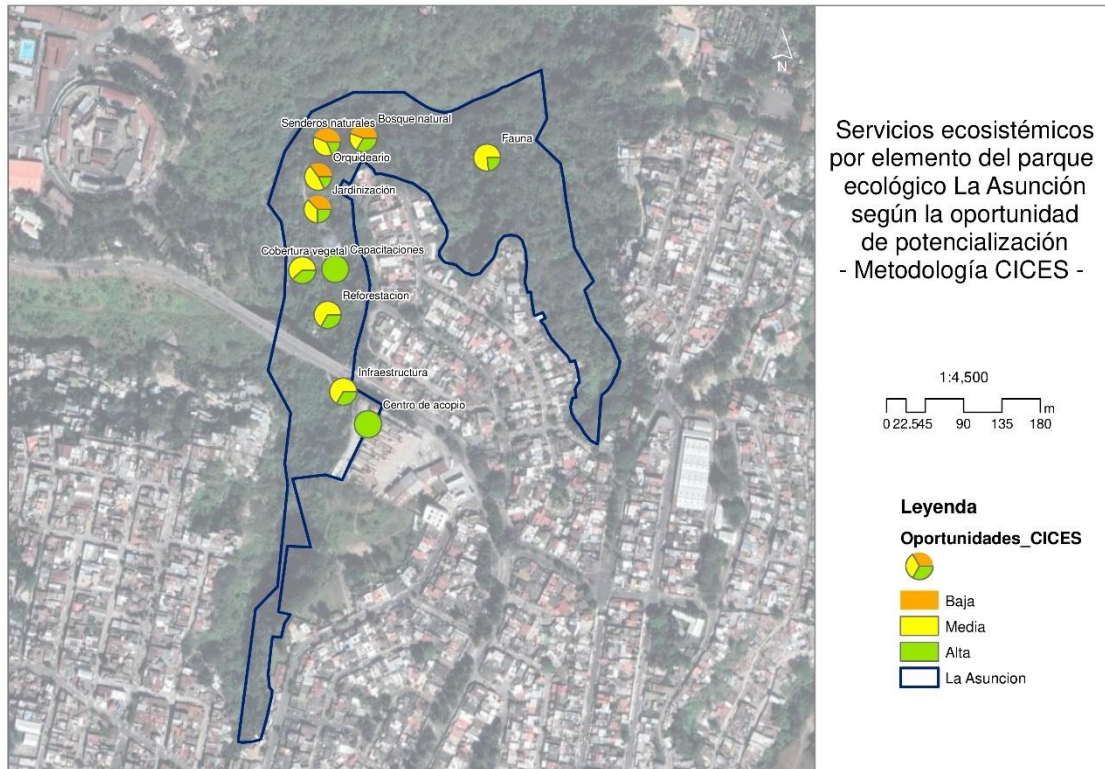
Continuación de la tabla LI.

Elemento	Oportunidad de potencialización		
	Baja	Media	Alta
Capacitaciones, talleres, actividades	0	0	4
Centro de acopio de materiales reciclables	0	0	2

Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se muestran las oportunidades de potencialización de los servicios ecosistémicos por medio de gráficas, identificando únicamente un elemento de cada tipo con propósitos representativos:

Figura 12. **Elementos del parque ecológico La Asunción según el tipo de oportunidad de potencialización, metodología CICES**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10.8.

En el caso de las puntuaciones totales obtenida por elemento, los elementos con mayor puntuación son los elementos de actividades de educación ambiental, capacitaciones, talleres actividades y centro de acopio de materiales reciclables. Sin embargo, ambos generan únicamente cuatro y dos servicios ecosistémicos respectivamente. Evaluando los elementos que generan un mayor número de servicios ecosistémicos, siendo estas áreas de reforestación, áreas de bosque natural y áreas con cobertura vegetal, estos tienen una puntuación de 8,44, 7,37 y 8,48 respectivamente, se considera que tienen una oportunidad media de potencializar sus servicios ecosistémicos.

En la tabla LII, se muestran las puntuaciones totales obtenidas por elementos, ordenadas de mayor a menor, identificado el número de servicios ecosistémicos generados en cada uno.

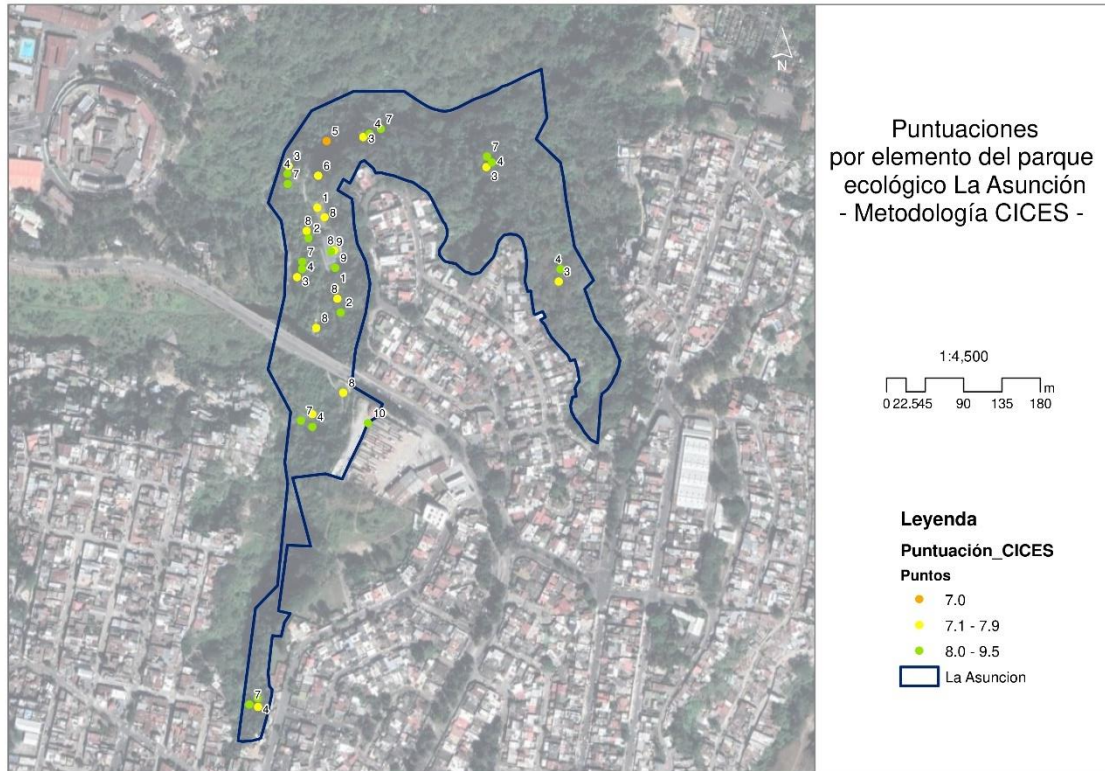
Tabla LII. **Puntuaciones totales obtenidas por elemento, metodología CICES**

Número	Elemento	Puntuación	Número de servicios ecosistémicos
1	Centro de acopio de materiales reciclables	9,5	2
	Capacitaciones, talleres, actividades	9,0	4
2	Áreas con cobertura vegetal	8,48	21
3	Fauna nativa del área	8,46	13
4	Áreas de reforestación	8,44	27
5	Infraestructura y equipamiento	7,67	3
6	Áreas de bosque natural	7,37	27
7	Áreas de jardinería	7,13	16
8	Orquideario	7,06	17
9	Senderos naturales	7,0	16

Fuente: elaboración propia.

Las puntuaciones también se muestran de forma gráfica en la figura 13. Las puntuaciones más altas se muestran en verde, representando que se tiene una oportunidad alta de potencializar los servicios ecosistémicos generados por ese elemento, en amarillo se presentan las puntuaciones medias y en naranja las puntuaciones bajas.

Figura 13. **Puntuaciones por elemento del parque ecológico La Asunción, metodología CICES**



Fuente: elaboración propia.

En el caso de las puntuaciones totales obtenida por servicio ecosistémico, en la tabla LIII se muestran las puntuaciones por cada servicio ecosistémico, ordenadas de mayor a menor identificado el número de elementos en donde se genera el servicio ecosistémico.

Tabla LIII. **Puntuaciones totales obtenidas por servicios ecosistémicos, metodología CICES**

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos
1	2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas	9,7	3
	2.2.1.4 Protección contra tormentas		
	5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)		
	5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)		
2	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	9,4	8
3	3.1.1.1 y 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9,3	8
	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional		
4	2.2.1.1 Control de la erosión	9,0	6
5	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7,6	9
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas		
	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7,6	8

Continuación de la tabla LIII.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos
6	1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	7,5	4
	2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas		2
	2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera		
	2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración		
7	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7,4	7
	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo		
8	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico, inundaciones	7,2	6
9	2.2.2.1 Polinización	7,0	7
	2.2.2.2 Dispersión de semillas		
10	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6,6	7
	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades		
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas		
11	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6,3	6

Continuación de la tabla LIII.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos
12	2.1.2.2 Atenuación del ruido	6,0	2
	2.1.2.3 Atenuación visual		

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la puntuación total de la matriz en conjunto, se obtuvo una puntuación de 7,9, esto considerando los 27 servicios ecosistémicos identificados divididos en 10 elementos para su análisis.

Según la clasificación de matrices planteada, a partir de la metodología CICES, se tendría como resultado que el parque ecológico La Asunción es un proyecto con una puntuación de 7,9 clasificación B, debido a la cantidad de servicios ecosistémicos generados, y en términos generales cuenta con una oportunidad media de potencializar estos servicios. Sin embargo, es importante recalcar que se considera importante el análisis completo que se realizó considerando cada elemento y cada servicio ecosistémico de forma individual.

5.2.3. Comparación metodologías

Desde las puntuaciones individuales, a través de la metodología MEA se identifica que todos los elementos tienen por lo menos una oportunidad alta de potencialización, siendo las áreas de reforestación y bosque natural las que tienen mayor número de este tipo de oportunidades, escenario que se presenta de la misma forma con la metodología CICES variando únicamente el número de servicios ecosistémicos que pueden potencializarse. En las oportunidades medias de potencialización, de igual forma todos los elementos tienen por lo menos una oportunidad, siendo las de mayor número las áreas de reforestación

y las áreas de cobertura vegetal, escenario que se presenta de la misma forma con la metodología CICES variando únicamente el número de servicios ecosistémicos que pueden potencializarse. Por último, en las oportunidades bajas de potencialización, seis de los elementos cuentan con por lo menos una oportunidad de este tipo, siendo las áreas de jardinería y los senderos naturales los que cuentan con una menor oportunidad de potencializar los servicios ecosistémicos generados, escenario que se presenta de forma similar en la metodología CICES, con la diferencia de que se identifican cuatro elementos con por lo menos una oportunidad de potencialización de este tipo.

En cuanto a las puntuaciones totales, con la metodología MEA se identifica que las actividades de educación ambiental y el centro de acopio de materiales reciclables son las que obtienen mayor puntuación, sin embargo al considerar los elementos que tienen una puntuación alta y generan el mayor número de servicios ecosistémicos, se identifica a las áreas de reforestación y áreas de bosque natural en una alta posición, seguidas por el resto de elementos bióticos del parque ecológico, escenario que se presenta de la misma forma con la metodología CICES.

Las puntuaciones obtenidas por los servicios ecosistémicos con la metodología MEA, muestran que los servicios mejor puntuados son algunos servicios de regulación, sin embargo, servicios culturales de igual forma se encuentran con una puntuación alta y son los que se presentan en un mayor número de elementos del parque ecológico, este escenario se presenta de igual forma con la metodología CICES.

La puntuación final de la matriz con la metodología MEA es de 7,7, lo que indica en términos generales que tiene una oportunidad media de potencializar los servicios ecosistémicos generados, al generar 20 servicios se clasifica a la

matriz en una categoría C. El escenario es bastante similar con la metodología CICES, obteniendo una puntuación de 7,9, de igual forma indica una oportunidad media de potencializar los servicios ecosistémicos, sin embargo, se obtiene una clasificación en categoría B debido a la cantidad de servicios generados que es mayor que en la metodología MEA, esto a la vez se debe a que esta metodología identifica una mayor posibilidad de servicios ecosistémicos a generar.

5.3. Identificación de estrategias de potencialización de servicios ecosistémicos

Considerando los resultados presentados en las tablas XIX y XX para la metodología MEA, y tablas XXXII y XXXIII para la metodología CICES, donde se encuentran las puntuaciones considerando los tres criterios de evaluación de servicios ecosistémicos y las puntuaciones finales, se realiza un análisis de las oportunidades de potencializar cada servicio ecosistémico según el elemento en donde se generan, indicándose las estrategias que pueden aplicarse en cada área. En la tabla LIV se realiza el análisis con la metodología MEA, y en la tabla LV se realiza el análisis con la metodología CICES.

Los análisis realizados en ambas tablas son complementarios a las puntuaciones descritas y analizadas en la sección 5,2, y muestran de forma más detallada en donde se encuentran las oportunidades de potencializar los servicios ecosistémicos y como realizarlo. Los servicios ecosistémicos se encuentran ordenados según la puntuación total obtenida indicando los elementos en donde se generan y qué estrategias de potencialización pueden aplicarse en cada uno según el análisis realizado.

Tabla LIV. Estrategias de potencialización por elemento, según los servicios ecosistémicos evaluado, metodología MEA

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar generados
1	Moderación de desastres naturales	9,7	3	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
2	Regulación de la calidad del aire	9,5	2	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X	X	X	X
	Regulación del clima	9,5	2	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
3	Actividades recreativas	9,4	8	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
				Infraestructura y equipamiento	X		X	X
4	Prevención de erosión	9,0	6	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario	X			X
	Aumento en las prácticas de reutilización y clasificación de residuos	9,0	2	Capacitaciones, talleres, actividades	X		X	X
Centro de acopio de materiales reciclables				X		X	X	
Educación relacionada al desarrollo sostenible	9,0	2	Capacitaciones, talleres, actividades	X		X	X	
			Centro de acopio de materiales reciclables	X		X	X	

Continuación de la tabla LIV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar generados
5	Relaciones sociales	7,6	9	Áreas de jardinización	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
				Infraestructura y equipamiento	X		X	X
6	Secuestro y almacenamiento de carbono	7,5	2	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
7	Experiencia espiritual	7,4	7	Áreas de jardinización	X	X	X	X
				Áreas de reforestación	X		X	X
				Áreas de bosque natural	X	X	X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X		X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario	X	X	X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
8	Recarga hídrica	7,2	6	Áreas de jardinización	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario	X		X	X
9	Hábitats para especies	7,1	7	Áreas de jardinización			X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X

Continuación de la tabla LIV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar generados
9	Mantenimiento diversidad genética	7,1	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
10	Polinización	7,0	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área		X	X	X
11	Control biológico	6,6	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
	Regulación de enfermedades humana	6,6	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X

Continuación de la tabla LIV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar generados
12	Producción de oxígeno atmosférico	6,5	4	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal				X
13	Ciclos de nutrientes	6,3	6	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
	Ciclo del agua	6,0	6	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
14	Reducción de materia prima	5,0	1	Infraestructura y equipamiento				X

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. Estrategias de potencialización por elemento, según los servicios ecosistémicos evaluado, metodología CICES

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar otorgados
1	2.2.1.2 Atenuación del movimiento de masas	9,7	3	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
	2.2.1.4 Protección contra tormentas	9,7	3	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
	5.2.1.1 Regulación de flujos de masa (deslizamientos)	9,7	3	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
	5.2.1.2 Regulación de flujos de agua (inundaciones)	9,7	3	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
2	3.1.2.1 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación	9,4	8	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
				Capacitaciones, talleres, actividades	X		X	X
3	3.1.1.1 y 3.1.1.2 Características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y recreo	9,3	8	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
				Infraestructura y equipamiento	X		X	X

Continuación de la tabla LV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar otorgados
3	3.1.2.3 Características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de conocimiento ecológico tradicional	9,3	8	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
Capacitaciones, talleres, actividades	X		X	X				
4	2.2.1.1 Control de la erosión	9,0	6	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario	X		X	X
5	3.2.1.3 Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	7,6	9	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
				Infraestructura y equipamiento	X		X	X
	Capacitaciones, talleres, actividades	X		X	X			
	6.1.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas	7,6	9	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
Orquideario				X		X	X	
Fauna del área				X	X	X	X	
Infraestructura y equipamiento				X		X	X	
Capacitaciones, talleres, actividades	X		X	X				

Continuación de la tabla LV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar otorgados
5	6.1.2.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones intelectuales	7,6	8	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
6	1.2.1.1 Semillas, esporas y otros materiales recogidos para mantener o establecer una población	7,5	4	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
	2.1.1.2 Filtración, secuestro, almacenaje acumulación por parte de los ecosistemas	7,5	2	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
	2.2.6.1 Regulación de la composición química de la atmósfera	7,5	2	Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
2.2.6.2 Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	7,5	2	Áreas de reforestación	X	X	X	X	
			Áreas de bosque natural	X		X	X	
7	3.1.2.4 Características de los sistemas vivos que proporcionan experiencias estéticas	7,4	7	Áreas de jardinería	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X

Continuación de la tabla LV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar otorgados
7	6.2.1.1 Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones espirituales, simbólicas y de otro tipo	7,4	7	Áreas de jardinerización	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales	X		X	X
				Orquideario	X		X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
8	2.2.1.3 Regulación del ciclo hidrológico, inundaciones	7,2	6	Áreas de jardinerización	X		X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario	X		X	X
9	2.2.2.1 Polinización	7,0	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
	2.2.2.2 Dispersión de semillas	7,0	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación	X	X	X	X
				Áreas de bosque natural	X		X	X
				Áreas de cobertura vegetal	X	X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
10	2.2.2.3 Mantenimiento de hábitats	6,6	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X

Continuación de la tabla LV.

No.	Servicios ecosistémicos	Puntuación	Número de elementos	Descripción elementos	Estrategias potencialización			
					Mantener la existencia del área	Ampliar el territorio abarcado	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar otorgados
11	2.2.3.1 Control de plagas y enfermedades	6,6	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
				Fauna del área	X	X	X	X
	Áreas de jardinerización			X	X			
	2.2.3.2 Control de enfermedades humanas	6,6	7	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
Fauna del área				X	X	X	X	
11	2.2.4.2 Procesos de descomposición y fijación de nutrientes, y su efecto en la calidad del suelo	6,3	6	Áreas de jardinerización			X	X
				Áreas de reforestación		X	X	X
				Áreas de bosque natural			X	X
				Áreas de cobertura vegetal		X	X	X
				Senderos naturales			X	X
				Orquideario			X	X
12	2.1.2.2 Atenuación del ruido	6,0	2	Áreas de reforestación	X	X		X
				Áreas de bosque natural				X
	2.1.2.3 Atenuación visual	6,0	2	Áreas de reforestación	X	X		X
				Áreas de bosque natural				X

Fuente: elaboración propia.

5.3.1. Ejemplos estrategias de potencialización

De forma explicativa en la tabla LVI se encuentran las estrategias que podrían implementarse para potencializar los servicios ecosistémicos del elemento de educación ambiental del parque ecológico: capacitaciones, talleres y actividades. Se elige este como ejemplo ya que fue el elemento mejor puntuado según la metodología MEA, como se puede identificar en la tabla XLIX, en la sección 5,2.

Tabla LVI. **Descripción estrategias de potencialización de servicios ecosistémicos, capacitaciones, talleres y actividades de educación ambiental**

Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización	Estrategia potencialización		
			Mantener la existencia del área	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar
Aumento de las prácticas de reutilización y clasificación de residuos	9	Alta	Este tipo de actividades pueden potencializarse con el tiempo al seguir existiendo y cada vez ser más conocidas. Las prácticas de reutilización y clasificación de residuos pueden impactarse gracias a su existencia.	<p>Buenas prácticas como, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantear nuevas estrategias de comunicación para difundir las actividades y aumentar su alcance Aumentar el número de actividades a impartir <p>Pueden potencializar el servicio ecosistémico</p>	<p>Este tipo capacitaciones, talleres y actividades generan bienestar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ambiental, al educar en estos temas Educacional, al ser una actividad de este carácter Cultural, al fomentar el cambio de prácticas culturales Social, al ser un tema que impacta directamente a las poblaciones y las beneficia <p>Por lo que mantener la existencia de estos beneficios potencializa el servicio ecosistémico</p>
Educación relacionada al desarrollo sostenible	9	Alta	Este tipo de actividades pueden potencializarse con el tiempo al seguir existiendo y cada vez ser más conocidas. El alcance de la educación relacionada al desarrollo sostenible puede impactarse gracias a su existencia.	<p>Buenas prácticas como, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantear nuevas estrategias de comunicación para difundir las actividades y aumentar su alcance Plantear nuevos temas de capacitaciones y estrategias para impartirlos. 	<p>Este tipo capacitaciones, talleres y actividades generan bienestar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ambiental, al educar en estos temas Educacional, al ser una actividad de este carácter Cultural, al fomentar el cambio de prácticas culturales

Continuación de la tabla LVI.

Servicio ecosistémico	Puntuación	Oportunidad de potencialización	Estrategia potencialización		
			Mantener la existencia del área	Implementar buenas prácticas	Mantener los tipos de bienestar
Educación relacionada al desarrollo sostenible				<ul style="list-style-type: none"> Aumentar el número de actividades a impartir <p>Pueden potencializar el servicio ecosistémico</p>	<ul style="list-style-type: none"> Social, al ser un tema que impacta directamente a las poblaciones y las beneficia <p>Por lo que mantener la existencia de estos beneficios potencializa el servicio ecosistémico</p>
Relaciones sociales	9	Alta	Este tipo de actividades crean un espacio en donde pueden construirse relaciones sociales relacionadas con los temas ambientales, lo cual puede aumentar gracias a su existencia.	<p>Buenas prácticas como, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantear nuevas estrategias para impartir las capacitaciones Crear un grupo de ciudadanos interesados en temáticas ambientales <p>Pueden potencializar el servicio ecosistémico.</p>	<p>Este tipo de capacitaciones, talleres y actividades al contribuir a las relaciones sociales, generan bienestar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Físico, ya que las relaciones sociales son vitales para las personas. Ambiental, al educar en estos temas Educacional al ser una actividad de este carácter Cultural al fomentar el cambio de prácticas culturales Social al ser un tema que impacta directamente a las poblaciones al contribuir a su desarrollo social <p>Por lo que mantener la existencia de estos beneficios potencializa el servicio ecosistémico</p>

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Previo al establecimiento del parque ecológico La Asunción se desarrollaban catorce servicios ecosistémicos en el área, los cuales se considera no se encontraban en su mayor potencial debido a las afecciones por contaminación ambiental que se presentaban.
2. Se identifican veinte servicios ecosistémicos desarrollados en el área del parque ecológico la Asunción a partir de la metodología de los Ecosistemas del Milenio (*MEA*), utilizando la metodología CICES se identifican veintisiete, de los cuales se concluye lo siguiente:
 - Los elementos bióticos del parque ecológico La Asunción, entre los que se mencionan áreas de reforestación, áreas de bosque natural y áreas de cobertura vegetal son los que generan un mayor número de servicios ecosistémicos según ambas metodologías.
 - Se considera de gran importancia la conservación de los recursos naturales del parque ecológico la Asunción debido a la generación de servicios ecosistémicos que presentan.
 - Los servicios ecosistémicos que se presentan con mayor frecuencia en los diferentes elementos del parque ecológico La Asunción, son servicios culturales, seguidos por servicios de regulación, según ambas metodologías.

3. El resultado final de las matrices de evaluación de servicios ecosistémicos indica que el parque ecológico La Asunción tiene una oportunidad media de potencializar sus servicios ecosistémicos, clasificando en una categoría C según la metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA), al generar veinte servicios ecosistémicos, y clasificándolo en una categoría B según la metodología CICES, al generar veintisiete servicios ecosistémicos. Analizando las puntuaciones de forma más detallada se concluye lo siguiente:
- Según ambas metodologías, los servicios ecosistémicos de regulación son los que obtuvieron mayor puntuación a pesar de generarse en únicamente de tres a dos elementos del parque ecológico La Asunción. En la metodología MEA los servicios mejor puntuados son: moderación de desastres naturales, regulación de la calidad del aire y regulación del clima. En la metodología CICES son: atenuación del movimiento de masas, proyección contra tormentas, regulación de flujos de masa (deslizamientos) y regulación de flujos de agua (inundaciones).
 - Los servicios ecosistémicos culturales son los que se presentan en un mayor número de elementos del parque ecológico La Asunción y la vez tienen puntuaciones altas, según ambas metodologías. En la metodología MEA los servicios culturales más frecuentes son: relaciones sociales, actividades recreativas y experiencia espiritual. En la metodología CICES son: elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación, características de los sistemas vivos que permiten actividades que promocionan el conocimiento científico y la investigación, características de los sistemas vivos que permiten actividades que promueven la salud, el bienestar y el recreo, características de los sistemas vivos que permiten investigación científica o la creación de

conocimiento ecológico tradicional, y características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y vivenciales, activas o pasivas.

- Según ambas metodologías, los elementos del parque ecológico La Asunción con mayor puntuación son los relacionados con actividades de educación ambiental, y los elementos con mayor puntuación que a la vez generan un mayor número de servicios ecosistémicos son los de carácter forestal, siendo estas las áreas de reforestación y áreas de cobertura vegetal.
- Los elementos del parque ecológico La Asunción que cuenta con mayores oportunidades altas de potencializar sus servicios ecosistémicos son las áreas de reforestación y áreas de bosque natural, según ambas metodologías.

RECOMENDACIONES

1. Considerar la evaluación completa que se realizó en el parque ecológico La Asunción, y no únicamente los resultados finales, para la toma de decisiones y planificación para potencializar los servicios ecosistémicos identificados y evaluados. La información generada puede ser utilizada como base para implementar el concepto de servicios ecosistémicos en la Ciudad de Guatemala, el cual es utilizado en diferentes ciudades de Latinoamérica y se considera de vital importancia para la conservación de ecosistemas de cualquier tipo.
2. Considerar que ambas metodologías aplicadas generan resultados similares por lo que se sugiere abordar futuras investigaciones utilizando la metodología de los Ecosistemas del Milenio (MEA) debido a que los términos utilizados son de manejo común por lo que pueden resultar más prácticos.
3. Considerar la importancia de promover la elaboración de estudios similares en otras áreas del Cinturón Ecológico Municipal ya que las características de estas áreas naturales varían a lo largo de la ciudad de Guatemala, y resultará valioso replicar investigaciones como la presente en otros proyectos ambientalmente valiosos.
4. Plantear de nuevos proyectos, proponiendo que se considere que la matriz de evaluación de servicios ecosistémicos del proyecto pueda alcanzar una puntuación máxima de diez puntos o la más alta posible, y tener una clasificación A. Esta importancia radica en que un proyecto con

esta clasificación brindará un mayor número de servicios ecosistémicos y además tendrá altas oportunidades de potencializarlos, otorgando beneficios a las personas.

5. Potencializar los servicios ecosistémicos del parque ecológico La Asunción, a través de que el planteamiento de la administración del parque se enfoque en los servicios ecosistémicos otorgados por los elementos bióticos que lo conforman, es decir los recursos naturales como por ejemplo áreas verdes, áreas de reforestación, entre otras, ya que en estas áreas es donde se genera el mayor número de servicios ecosistémicos y existe una mayor oportunidad de potencializarlos.
6. Considerar como vitales para la operación del parque ecológico La Asunción, los servicios ecosistémicos de regulación como moderación de desastres naturales, regulación de la calidad del aire y regulación del clima, ya que son algunos de los que obtienen mayor puntuación en la evaluación, se considera que debe ser de importancia para la administración del parque, así como resguardar los elementos bióticos que los generan, como es el caso de las áreas de reforestación.
7. Educar a la población de la Ciudad de Guatemala, como parte de los servicios ecosistémicos culturales, sobre la importancia de los servicios ecosistémicos y cómo se generan en los diferentes espacios abiertos al público, se considera de importancia mantener e innovar en las actividades educativas para potencializarlos.
8. Considerar importante para el análisis de servicios ecosistémicos el uso de Sistemas de Información Geográfica, debido a que complementan la

presentación e interpretación de resultados y contribuyen a que la investigación sea de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde; Federación Española de Municipios y Provincias; Red de Gobiernos Locales + Biodiversidad; Asociación Española de Parque y Jardines Públicos. *Guía de Infraestructura Verde Municipal*. España: Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), 2019. 389 p.
2. CASASOLA FLORES, Erick Josué. *Parque ecológico Pozo del Carrizo San José La Arada, Chiquimula*. [en línea]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3094.pdf> [Consulta: 4 de abril de 2021].
3. CASTILLO, Fernando; GARCÍA, Jorge; LÓPEZ, Anaité; CELADA, Mario. *Proyecto DIGI 2.26: Los Servicios Ecosistémicos Urbanos en las Ciudades de Quetzaltenango y La Antigua Guatemala*. Guatemala: Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. 113 p.
4. City Adapt. *Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en ciudades*. [en línea]. <<https://cityadapt.com/cityadapt/que-son-sbn-en-ciudades/#sbn-en-ciudades>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
5. Concejo Municipal de la Ciudad de Guatemala. *Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guatemala*. Guatemala, 2008. 68 p.

6. DE LEÓN, S. et al. *Parque ecológico la Asunción*. [en línea]. <<http://www.arquitecturapanamericana.com/parque-ecologico-la-asuncion>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
7. HAINES-YOUNG, R. POTSCHIN, M. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure*. Dinamarca: European Environment Agency, 2018. 53 p.
8. Instituto Danés de Derechos Humanos. *Objetivos, metas e indicadores*. [en línea]. <<https://sdg.humanrights.dk/es/goals-and-targets>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
9. International Union for Conservation of Nature (UICN). *¿Qué son las Soluciones Basadas en la Naturaleza?* [en línea]. <<https://www.iucn.org/node/28778>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
10. LÓPEZ HUERTAS, Mario Joaquín. *Evaluación de los servicios ecosistémicos en la ciudad no planificada: el caso de Quetzaltenango*. p. 142. Costa Rica: Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica, 2019. 18 p.
11. MARTÍNEZ LÓPEZ. José Florentín. *Transformaciones urbanas en Guatemala 1950-2002*. Chile: CEPAL, 2011. 29 p.
12. MONTES, Carlos; MARTÍN-SANTOS, Fernando. *Marco Conceptual de Referencia, Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. España: Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, 2011. 16 p.

13. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *Objetivos del desarrollo sostenible*. [en línea]. <<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
14. QUIROZ BENITEZ, Diana Esmeralda. *Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta*. México: Sociedad Alemana de Cooperación Internacional. Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, 2018. 65 p.
15. SANCHÉZ, Javier. *Qué es un parque ecológico*. [en línea]. <<https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-parque-ecologico-1212.html>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
16. The Economy of Ecosystem and Biodiversity. *La Economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las autoridades regionales y locales*. Dinamarca: UNEP, 2011. 249 p.
17. Unión Europea. *Construir una infraestructura verde para Europa*. [en línea]. <<https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>>. [Consulta: 4 de abril de 2021].
18. World Resources Institute. *Resumen, Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación*. 2003. 20 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**

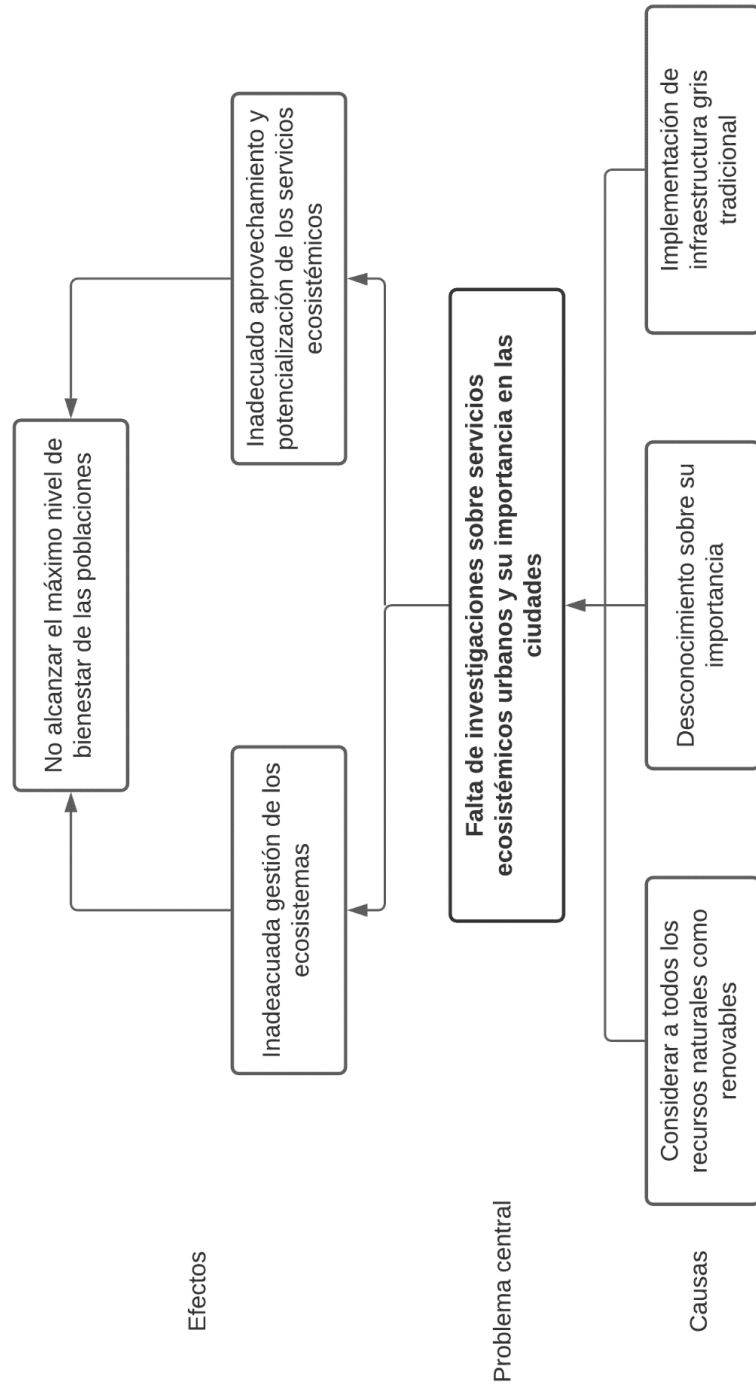
Carrera	Área	Curso	Temática
Ingeniería Ambiental	Área de aguas	Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de hidrología. • Análisis de variables climáticas
	Área sanitaria	Gestión de Desastres	<ul style="list-style-type: none"> • Como el adecuado manejo de los ecosistemas apoyan a la respuesta ante desastres naturales
	Dibujo y topográfica	Taller de sistemas de información geográfica	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de información de forma gráfica y espacial • Análisis de información
	Área complementaria	Economía de los recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de recursos naturales y su importancia. • Evaluación de recursos naturales
		Climatología	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos básicos sobre el clima

Continuación del apéndice 1.

Carrera	Área	Curso	Temática
	Área básica	Biología	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos sobre biología • Especies importantes • Ciclos de nutrientes
		Ecología	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos sobre ecosistemas y tipos de ecosistemas. • Importancia de los ecosistemas

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. ÁRBOL DE PROBLEMAS



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Tabla de atributos capa servicios ecosistémicos metodología MEA**

Número elemento	Elemento	Número servicio ecosistémico	Descripción	Baja	Media	Alta	Puntuación
1	Áreas de jardinerización	13	Jardinerización	8	3	2	6,69
1	Áreas de jardinerización	13	Jardinerización	8	3	2	6,69
2	Áreas reforestación	17	Reforestación encino	0	12	5	8,35
2	Áreas reforestación	17	Reforestación hormigo	0	12	5	8,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	5	7,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	5	7,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	5	7,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	5	7,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	5	7,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	0	7,35
3	Áreas bosque natural	17	Bosque natural	4	8	0	7,35
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
4	Áreas con cobertura vegetal	14	Cobertura vegetal	1	10	3	7,93
5	Orquideario	12	Orquideario	6	5	1	6,83
6	Senderos naturales	12	Senderos naturales	8	3	1	6,58
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25

Continuación del apéndice 3.

Número elemento	Elemento	Número servicio ecosistémico	Descripción	Baja	Media	Alta	Puntuación
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25
7	Fauna nativa del área	8	Fauna	0	7	1	8,25
8	Infraestructura y equipamiento	3	Senderos	1	1	1	7,00
8	Infraestructura y equipamiento	3	Cancha	1	1	1	7,00
8	Infraestructura y equipamiento	3	Juegos	1	1	1	7,00
8	Infraestructura y equipamiento	3	Churrasqueras	1	1	1	7,00
8	Infraestructura y equipamiento	3	Senderos	1	1	1	7,00
8	Infraestructura y equipamiento	3	Senderos	1	1	1	7,00
9	Capacitaciones	3	Capacitaciones, actividades, talleres	0	0	3	8,35
9	Capacitaciones	3	Capacitaciones, actividades, talleres	0	0	3	8,35
10	Centro de acopio de materiales reciclables	2	Reciclaje	0	0	2	9,00

Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8.

Apéndice 4. **Tabla de atributos capa servicios ecosistémicos
metodología CICES**

Número elemento	Elemento	Número servicio ecosistémico	Descripción	Baja	Media	Alta	Puntuación
1	Áreas de jardinerización	16	Jardinerización	6	6	4	7,13
1	Áreas de jardinerización	16	Jardinerización	6	6	4	7,13
2	Áreas reforestación	27	Reforestación encino	0	18	9	8,44
2	Áreas reforestación	27	Reforestación hormigo	0	18	9	8,44
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
3	Áreas bosque natural	27	Bosque natural	12	6	9	7,37
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
4	Áreas con cobertura vegetal	21	Cobertura vegetal	0	13	8	8,48
5	Orquideario	21	Orquideario	0	13	8	8,48
6	Senderos naturales	16	Senderos naturales	7	6	3	7,00
7	Fauna nativa del área	17	Fauna	6	8	3	7,06

Continuación del apéndice 4.

Número elemento	Elemento	Número servicio ecosistémico	Descripción	Baja	Media	Alta	Puntuación
7	Fauna nativa del área	13	Fauna	0	10	3	8,46
7	Fauna nativa del área	13	Fauna	0	10	3	8,46
7	Fauna nativa del área	13	Fauna	0	10	3	8,46
7	Fauna nativa del área	13	Fauna	0	10	3	8,46
7	Fauna nativa del área	13	Fauna	0	10	3	8,46
7	Fauna nativa del área	13	Fauna	0	10	3	8,46
8	Infraestructura y equipamiento	3	Senderos	0	2	1	7,67
8	Infraestructura y equipamiento	3	Cancha	0	2	1	7,67
8	Infraestructura y equipamiento	3	Juegos	0	2	1	7,67
8	Infraestructura y equipamiento	3	Churrasqueras	0	2	1	7,67
8	Infraestructura y equipamiento	3	Senderos	0	2	1	7,67
8	Infraestructura y equipamiento	3	Senderos	0	2	1	7,67
9	Capacitaciones	4	Capacitaciones, actividades, talleres	0	0	4	9,00
9	Capacitaciones	4	Capacitaciones, actividades, talleres	0	0	4	9,00
10	Centro de acopio de materiales reciclables	2	Reciclaje	0	0	2	9,50

Fuente: elaboración propia, empleando ArcMap 10,8.

