

VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

RESERVA ECOLÓGICA EL BAJO

EL CRUCERO, MANAGUA

SEPTIEMBRE

2020



HABITARTE
COMMUNITY & CONSERVANC



Agradecimientos

El equipo técnico agradece a todas aquellas personas e instituciones que han colaborado con la gestión ambiental de la Reserva Ecológica El Bajo. En especial a familia Baltodano-Cruz, y muy especialmente a todos los voluntarios y comunitarios que han colaborado en los estudios de campo de la reserva.

A todos ellos nuestra gratitud.



Coordinación Ambiental

Sonia Cruz de Baltodano

Presidente Fundación APAPACHOA

Octavio Guerrero

Coordinador Ambiental Fundación APAPACHOA

Especialistas y Consultores Asociados

Arnulfo Medina Fitoria

Mastozoología / Edición General

Jean Michel Maes

Entomología / Museo Entomológico León

Byron Walsh

Ecosistemas

Indiana Coronado

Botánica / Herbario Universidad León

Salvadoras Morales

Ornitología

Milton Salazar

Herpetología

Octavio Guerrero

Sistemas de Información geográfica SIG

Gerald Garmendia

Ingeniería Forestal

Marcos Castillo

Biólogo asociado

Marcos Quintero

Ingeniero Agrónomo

Colaboradores y Voluntarios Comunitarios

Grethel Núñez Guevara

Alejandro De La Guerra

Elí Coleman Barrow

Adolfo "Fito" Taleno

Tadeo Argeñal Olivas

Yoleydi Mejía

Kenneth Fonseca Prado

Erica Reyes

Esther Pilarte Herrera

Mauricio González

María Ayerdis Bellorín

Dany Munguía

Mario García Castro

Lester Fonseca

Michael Gutiérrez Carrión

Luis Valerio

Tabla de Contenido

I.	Resumen Ejecutivo
II.	Objetivo y Metodología
III.	Introducción
	3.1 Ubicación de la Reserva
	3.2 Caracterización Ambiental de la Reserva
IV.	Marco Legal e Institucional en Nicaragua
V.	Esquema Global de los Servicios Ecosistémicos según TEEB 2020
VII.	Identificación y Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos SE.	
	7.1 Servicios de abastecimiento	
	7.1.1 Aprovisionamiento de Agua mediante infiltración de agua en la Cuenca	
	7.1.2 Secuestro de Carbono	
	7.2 Servicios de Soporte de Hábitat	
	7.2.1 Especies (Riqueza de Fauna y Flora)	
	7.2.2 Santuario de Aves y Endemismos
VIII.	Estrategia Financiera	

Indice de Tablas

Tabla 1. Resumen de Valores Económicos de Servicios Ecosistémicos

Tabla 2. Principios que fundamentan la implementación de una PSA

Tabla 3. Clasificación de servicios de ecosistemas de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA)

Tabla 4. Balance hídrico de la Reserva

Tabla 5 . Tabla de bosques y producción de Oxígeno O₂

Tabla 6. Tabla de capacidad de depósito y valoración económica de secuestro de carbono

Tabla 7. Especies de importancia para la conservación en la Reserva Privada El Bajo

Tabla 8. Especies de plantas con alta prioridad de conservación

Indice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la Cuenca del Río Citalapa y la Reserva Ecológica El Bajo

Figura 2. Mapa de Uso de Suelo de la Reserva





I. Resumen Ejecutivo

La Reserva Ecológica El Bajo es parte del municipio de El Crucero (975.3 Km²) al sur del municipio de Managua. El Bajo se extiende desde la parte alta de las Sierras de Managua (850 msnm), fluyendo hacia el sur desembocando en el océano pacífico.

La producción y captación de agua, así como la producción de oxígeno es uno de los principales servicios ambientales o ecosistémicos asociados a la conservación de los bosques y producción de agua. El área de reserva se encuentra circunscrita en la cuenca hidrográfica del río Citalapa, cuyos principales cuerpos hídricos son las quebradas Sequeira y la Zopilota. Según el Mapa de Cuencas Hidrológicas de Nicaragua, la cuenca hidrológica del río Citalapa forma parte de la cuenca 68, entre el río Brito y río Tamarindo. Territorialmente es compartida por los municipios de El Crucero, San Rafael del Sur y Villa El Carmen, todos en el departamento de Managua.

Entre los beneficiarios en el aprovechamiento de la captación infiltración de agua en la Cuenca alta que conforman el río Citalpa son: (1) Medianos propietarios con 300+ hectáreas ubicados en la Cuenca media (2) poblados rurales como Poblado Citalapa, y sobre el recorrido del río Citalapa grandes plantaciones de caña (4) y finalmente pequeños productores.

La cuenca está viviendo una crisis ambiental severa, que se manifiesta en la degradación y destrucción de sus ecosistemas y bosques, agravado por los efectos del Cambio climático que implican períodos prolongados de sequía que afectan los ecosistemas debilitados y a la población. Ante esta crisis se propone diseñar un sistema de compensación para financiar un Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para promover la conservación de los ecosistemas y el uso más eficiente de los recursos naturales que se generan a partir de los

bienes y servicios ambientales, que incluyen la cantidad y calidad del caudal del río Citalapa.

La necesidad global de identificar y elaborar un marco global que permita calcular el valor económico al daño Ambiental ocasionado por el cambio climático y los servicios ecosistémicos (SE), puso en práctica la iniciativa "Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad" TEEB, como parte del programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas y grupo G8+.

En base a este marco global y universal, en la reserva se han identificado y calculado 3 bienes o servicios ecosistémicos con un valor económico que pueden derivar en un programa de PSE en base a un programa de venta de certificados de Huella de Carbono y Agua Neutralidad en base a infiltración hídrica en función de la cobertura vegetal y suelo.



Servicio Ecosistémico de Agua Dulce

En el balance hídrico de la reserva¹ se calcula que en total mediante precipitación se producen anualmente 10.5 millones de metros cúbicos (Mm³), de los cuales 0.8 Mm³ (8.2%) se pierden por evapotranspiración, 1.5 Mm³ (14%) escurren superficialmente y 8.2Mm³ (77.8%) son infiltrados, basados en la tipología de cobertura boscosa y la textura de los tipos de suelo, a un precio de Mercado voluntario de \$0.05, genera un valor económico de USD\$ 410,000.

Secuestro de Carbono

El secuestro de carbono es un servicio ambiental basado en la capacidad de los árboles para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa. Los niveles de absorción pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de gases de

efecto invernadero. En base a la cobertura boscosa y tipología del bosque se calculo un balance neto positivo de 45,513 Ton/O₂/anual y una capacidad de secuestro de carbono de 11,614. Ton/CO₂/Anuales a una tarifa de Mercado voluntario de USD\$10 x Ton/anual, genera un valor económico de US\$ 116,140.

Servicio Ecosistémico de Soporte de Especies

El análisis de los estudios de Diversidad Biológica de la Reserva El Bajo² han reflejado un alto índice biodiversidad con alto valor biológico y endemismo en la reserva, consecuente con el grado de conservación de la gran masa boscosa que conforma la reserva. En los listados de vida silvestre, se encuentran varias especies en listas rojas UICN y amenazadas. Por tal motivo la reserva provee un servicio ecosistémico de soporte para las especies.

Tabla 1. Resumen de Valor Económicos de Servicios Ecosistémicos

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO A VALOR DE MERCADO VOLUNTARIO	VOLUMEN	SUBTOTAL
1. Aprovechamiento de agua dulce, a través de la infiltración de Agua en la cuenca	m ³ /Anual	\$ 0.05	8,200,000	\$410,000.00
2. Secuestro de Carbono, capacidad de fijación de la reserva	Ton CO ₂ Equivalente	\$10.00	11,614	\$ 116,147.90
3. Servicios de Hábitat a Especies	No calculado			
	Valor Económico total de Servicios Ecosistémicos			\$ 526,147.90

1. Informe final del estudio hidrológico de la Reserva Ecológica El Bajo, M.Sc. Ing. Mario Castellón Zelaya Diciembre 2019
2. Diversidad Biológica de la Reserva Ecológica El Bajo, El Crucero Managua. Arnulfo Medina Fitoria y Equipo Multidisciplinario de Taxas

Este documento presenta oportunidades para empresas o grupo de empresas para “comprar” bienes y servicios ecosistémicos de la Reserva Ecológica El Bajo en un modelo Programa de Servicios Ambientales PSA en un sistema de compensación por certificados de Huella de Carbón o Agua Neutralidad.

Se propone diseñar una estrategia a 5 años, los primeros 2 años basado en el pago fijo del total o parcial del bien o bienes identificados para el aporte del presupuesto del manejo forestal del bosque, esfuerzos de conservación e investigación de la biodiversidad, y desde el tercero al quinto año, iniciar un plan que incluya esfuerzos de restauración de ecosistemas, reforestación, conservación y desarrollo comunitario en la Cuenca del río Citalapa.

ESTRATEGIA FINANCIERA





II. Objetivos

El objetivo de este documento es definir una serie de Bienes y Servicios Ambientales (BSA), donde se detalla los Servicios Ecosistémicos (SE) que se han calculado en los estudios de línea base de la Reserva Ecológica el Bajo. presentando una base de cálculo para determinar las estimaciones económicas. Se han utilizado

estimaciones, fórmulas de cálculos, precios internacionales y referencias nacionales de otros PSA ejecutados.

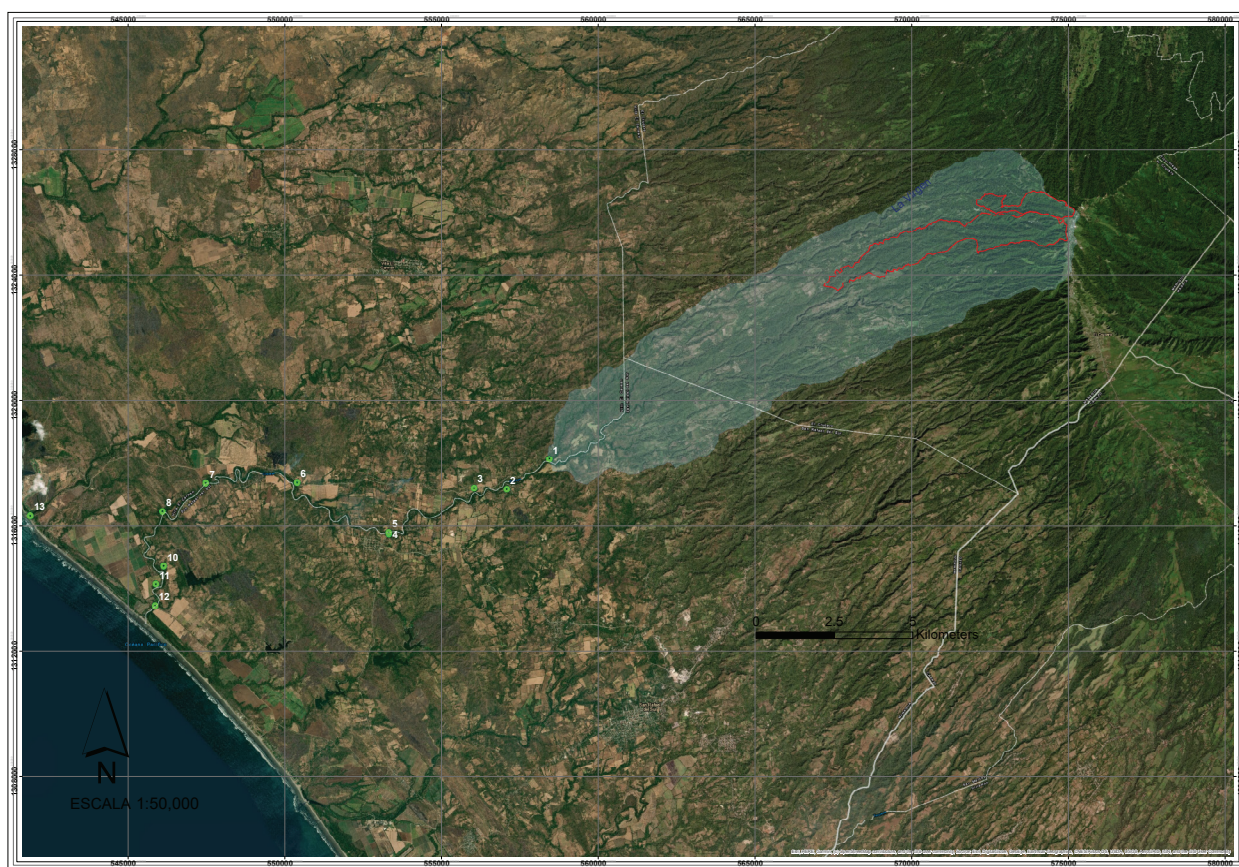
III. Introducción y Análisis Actual de la reserva y su cuenca de vertido

3.1 Ubicación de la Reserva

La Reserva Ecológica El Bajo es parte del municipio de El Crucero (975.3 km²) al sur del municipio de Managua. El Bajo se extiende desde la parte alta de la cordillera (850 msnm), flu-

yendo hacia el sur desembocando en el océano pacífico. El área de reserva cuenta con una cobertura de cerca de 793 hectáreas, de las cuales el 90% corresponde a áreas boscosas o áreas de regeneración natural desde hace 25 años.

Figura 1 Cuenca Rio Citalapa y la Reserva Ecológica El Bajo



La producción y captación de agua, así como la producción de oxígeno son los principales servicios ambientales o ecosistémicos (SE) asociados a la conservación de los bosques es que permite a los ecosistemas mismos desarrollar sus funciones naturales y a las poblaciones humanas poder acceder a agua apta para el consumo humano y para las actividades productivas desarrolladas dentro y fuera de la reserva. Los cuales se abordarán en los siguientes capítulos.

El área de reserva se encuentra circunscrita en la cuenca hidrográfica del río Citalapa, cuyos principales cuerpos hídricos son las quebradas Sequeira y la Zopilota. Según el Mapa de Cuenclas Hidrológicas de Nicaragua, la cuenca hidrológica del río Citalapa forma parte de la cuenca 68, entre el río Brito y río Tamarindo. Esta cuenca al igual que la mayoría de las cuencas del Pacífico muestran un potencial de agua bajo y negativo por una demanda creciente, siendo la cuenca 68 una de las que mayor dé-

ficit presentan en cuanto a la disponibilidad de agua, por lo que su manejo adecuado es fundamental para la seguridad alimentaria y economía del país (GWP Centroamérica, 2016).

La cuenca del río Citalapa territorialmente es compartida por los municipios de El Crucero, San Rafael del Sur y Villa El Carmen, todos en el departamento de Managua.

Entre los beneficiarios en el aprovechamiento de la captación infiltración de agua en la Cuenca alta que conforman el río Citalpa son: (1) Medianos propietarios con 300+ hectáreas ubicados en la Cuenca media (2) poblados rurales como Poblado Citalapa, y (3) en el extremo sur grandes plantaciones de caña de (4) pequeños productores.



PUNTO DE VERTIDO DE LA CUENCA



APROVECHAMIENTO DEL RÍO CITALAPA PARA PLANTACIONES DE CAÑA



La Cuenca está viviendo una crisis ambiental severa, que se manifiesta en la degradación y destrucción de sus ecosistemas y bosques, agravado por los efectos de Cambio climático que implican periodos prolongados de sequía que afectan los ecosistemas debilitados y a la población. Un mecanismo de gestión ambiental promovido a nivel nacional desde inicios del milenio para contribuir al desarrollo sostenible, son los programas de Pagos por Servicios Ecosistémicos (PSE). Los servicios ecosistémicos (SE) se refieren a los servicios que brindan los ecosistemas y que generan beneficios a la población.

Ante esta crisis se propone diseñar necesidad un Programa de Gestión Hídrica para promover la conservación, el uso sostenible de los ecosistemas y el uso más eficiente de los fondos disponibles en los programas ambientales para mejorar el caudal y calidad del río Citalapa.

En este sentido, los PSE son instrumentos económicos que buscan incentivar la conservación y rehabilitación de ecosistemas a través de la creación de mercados donde se comercializan éstos bienes o servicios ecosistémicos y tienen un gran potencial para la creación de esquemas en conjunto con la empresa privada.³

Los PSE constituye uno de los incentivos económicos para la conservación que promete mayor proyección para la replicación de experiencias a futuro, especialmente en América Latina. Una definición propuesta por Wunder (2005) establece que los PSA constituyen una transacción voluntaria, donde un servicio ambiental bien definido es comprado por al menos un comprador a un proveedor de servicios ambientales, y sólo si éste último asegura la provisión del servicio transado. Además, requiere del monitoreo del servicio ambiental, para así determinar niveles de cumplimiento y éxito aceptables (ver Tabla siguiente)⁴.

Forest Trends (2007) considera una amplia gama de instrumentos como PSA:

- Esquemas de pagos públicos a tenedores de tierras privadas y a dueños de bosques para mantener o realzar los servicios ambientales (incentivo financiero a la conservación).
- Transacciones abiertas entre vendedores y compradores bajo marco regulatorio y con cuotas (ej. Protocolo de Kyoto).
- Arreglos entre privados en los cuales los beneficiarios privados de servicios ambientales contratan directamente con los proveedores de esos servicios (ej. tarifa adicional en el servicio de agua potable por la protección de cuencas).
- Productos eco-etiquetados que aseguren a los compradores que el producto adquirido tiene un desempeño ambiental deseable en términos de conservación de los servicios ambientales.

3. Funides, Compensación por Servicios Ecosistémicos en Nicaragua. 2016 Serie Economía Ambiental No1
4. Pago por servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina FAO/OAPN 2015

Tabla 2 Principios que fundamentan la implementación de una PSA

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Transacción voluntaria	Se refiere a negociaciones y acuerdos voluntarios de contrato entre las partes, no influida por una reglamentación y/o acuerdo nacional e internacional.
Servicio ecosistémico definido	El servicio ambiental debe ser medible y debe cumplir con el principio de adicionalidad (que ejerza un efecto lo bastante grande y acumulativo para constituir una diferencia desde el inicio). Para ello, se debe establecer la situación ambiental de partida sobre la que se adiciona el servicio.
Comprado por (al menos) un usuario	El comprador debe ser el beneficiario del servicio y debe monitorear el cumplimiento del acuerdo (flujo del servicio)
Vendedor por (al menos) un proveedor	El proveedor debe establecer vigencia de sus derechos de propiedad, para así evitar el riesgo de suplantación de actores.
Condicionabilidad	Establecimiento de las condiciones del contrato, según las cuales el proveedor asegura la continuidad del servicio ambiental, se fijan estimaciones de duración, así como también se estipulan cláusulas según las cuales el acuerdo se vulnera.

Fuente: Basado en Wunder (2005); Ruiz et al. (2007)

3.2 Caracterización Ambiental de la Reserva

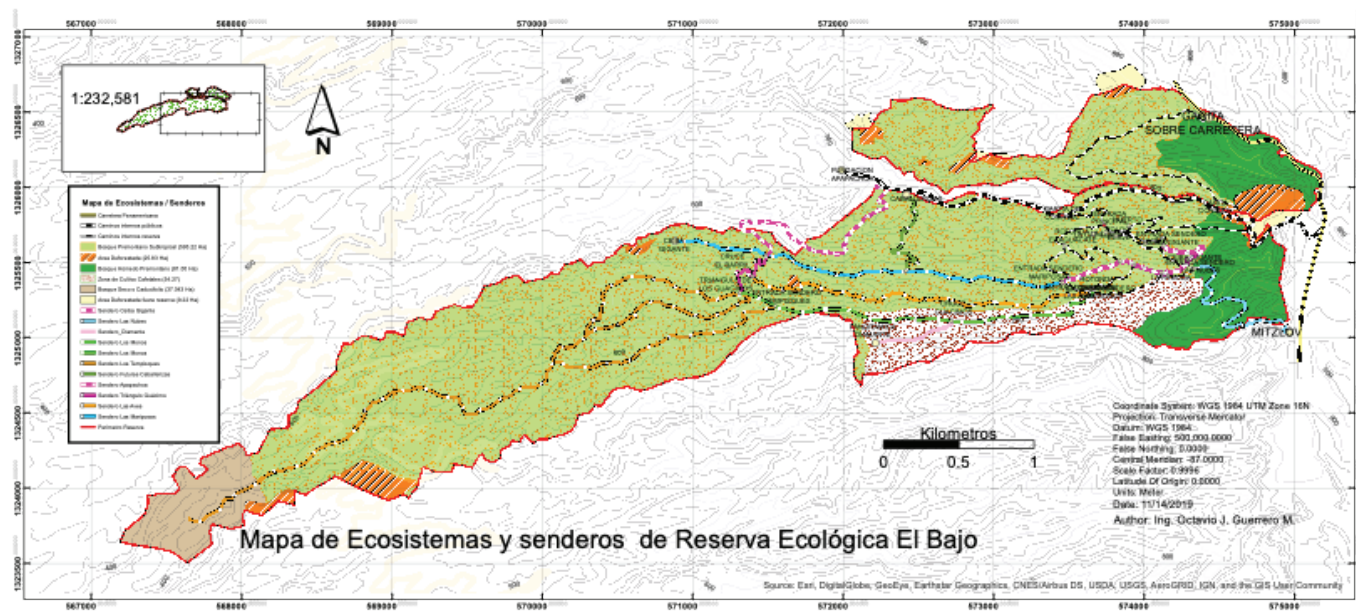
La Reserva Ecológica El Bajo tiene una extensión de 793 Ha y se extiende desde la parte alta de la cordillera (900 msnm), fluyendo hacia el oeste hacia la vertiente del Pacífico hasta los 450 msnm; de las cuales 676 son de bosque y 55 son cafetales bajo sombra (Figura 2). Con base en los sistemas de zonas de vida de Hondridge y de UNESCO, las sierras de Managua presentan dos ecosistemas naturales, el Seco Tropical cuya distribución en el país abarca buena parte del sector comprendido entre los grandes lagos y el océano pacífico (< 600 msnm) y el Húmedo premontano, el cual se presenta en unas pequeñas zonas del país y cubre las elevaciones intermedias entre 800 y 1600 msnm en la vertiente pacífica (CCAD y PNUMA, 2005).

El ecosistema seco tropical se caracteriza por bajas precipitaciones con un rango de 1000 a 1550 mm, temperatura media anual que oscila entre 24 y 28 °C, y un período seco consecutivo de más de seis meses al año entre diciembre y mayo.

Este ecosistema está dominado por el bosque seco con especies caducifolias durante la estación seca; en su condición inalterada este bosque tiene una altura de 20 a 25 metros, es poco denso, con pocas epífitas y poseen dos estratos. Por su parte, el ecosistema húmedo premontano presenta un ámbito de precipitación que varía entre 1200 y 2200 mm y una temperatura que oscila entre 18 y 24 °C. Este ecosistema está dominado por el bosque perennifolio, con tres estratos y una densidad de media a alta, árboles entre 30 y 40 metros, y

una cantidad moderada de epífitas (CCAD y PNUMA, 2005), (Figura 2).

Figura 2 Mapa de Uso de Suelo de la Reserva Ecológica El Bajo



IV. Marco Legal

En el capítulo de Marco Legal e Institucional del documento preparado por Funides (Junio 2016), "Compensación por Servicios Ecosistémicos en Nicaragua", se concluye que hay un marco jurídico disperso, en el cual se puede diseñar y ejecutar un PSE. Sin embargo, en la práctica existen muchas barreras técnicas capacidades limitadas de personal en las alcaldías municipales para la ejecución y gobernanza en la ejecución de un PSE.

En el análisis de las experiencias ejecutadas, en ejecución y en estudio hasta Junio del 2016 se concluye que los PSE ejecutados por medio de contrato entre privados, con precios de

mercado voluntario y comités cerrados entre proveedores, beneficiarios y ONG facilitadores, han sido más exitosos en su gestión.

Actualmente se ejecuta un PSA-H llamado "Programa Agua Neutralidad 2014-2019", entre 10 propietarios de Fincas ubicados en la cuenta sur de Managua, La compañía Cervecera de Nicaragua (CCN) y con la asistencia técnica de Fundenic, ha sido una referencia exitosa de pago por servicios ecosistémicos en Abastecimiento de Agua, específicamente en la infiltración hídrica en función de la cobertura vegetal y condiciones biofísicas del suelo, bajo el modelo de emisión de certificados.

V. Esquema Global de los Servicios Ecosistémicos según TEEB 2020

Extracto del Documento

Desde el 2007, en base al cuestionamiento un grupo ministros de medioambiente del G8 + 5 en Potsdam (Alemania) en relación con el 2007, en relación con el informe 'Stern Review of the Economics of Climate Change' (Stern et al., 2006), referente a la economía del cambio climático se creó una iniciativa conocida como 'La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad' (TEEB) fue lanzada por Alemania y la Comisión Europea.

Las causas de la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad se documentaron bien en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2005), que también enumeraba los muchos tipos de bienes que la sociedad y la economía reciben de la naturaleza. Los informes TEEB, que siguieron a la clasificación de los servicios ecosistémicos de la EM, recopilaban las pruebas disponibles y destacaban como éstos bienes suelen no reconocerse por parte de los responsables políticos ni de la sociedad en general.

Para agravar aún más los problemas asociados a la invisibilidad económica de la naturaleza y sus servicios en la mayor parte del discurso político y las opciones políticas adoptadas, el interés económico actual, que incluye el PIB y otros indicadores relacionados a nivel macro, o la rentabilidad financiera del accionista en el nivel micro, es totalmente inadecuado. Estos indicadores son antiguos, incompletos y ya incapaces de responder adecuadamente a las necesidades de la sociedad moderna, en un mundo donde la escasez de recursos naturales afecta a una variada gama de servicios y bienes públicos y privados.

TEEB es una iniciativa para recopilar los datos sobre estos problemas en sus contextos tanto biofísicos como espaciales y socioeconómicos, así como para abordar su medición para evaluarlos y repararlos. El propósito del 'Informe intermedio' del TEEB (2008) era establecer el tamaño en términos económicos de la degradación del ecosistema y la pérdida de biodiversidad.

Fue presentado en el segmento de alto nivel de la novena Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD COP-9) en Bonn (Alemania) en mayo de 2008, y desencadenó una demanda internacional de un análisis más profundo de la economía de los ecosistemas y la biodiversidad. En respuesta a esta demanda, la iniciativa TEEB comenzó a compilar una serie de informes orientados a distintos grupos de responsables políticos.

En el CBD COP-10 de Nagoya (Japón) en octubre de 2010, se presentó el último de los cinco informes: la primera publicación, 'Fundamentos Ecológicos y Económicos del TEEB', incorporaba una evaluación global de los principios ecológicos y económicos fundamentales en la medición y valoración de los servicios del ecosistema y la biodiversidad.

Dirigidos a creadores de políticas, el segundo informe 'TEEB para los responsables de la elaboración de políticas nacionales e internacionales', y el tercero 'TEEB para las autoridades regionales y locales, ofrecía orientación específica sobre cómo la inversión en capital natural puede proporcionar una amplia gama de beneficios sociales y económicos, así como información práctica sobre qué tipos de políticas existen para gestionar mejor estos cambios.

El cuarto informe de la serie, 'TEEB para las empresas', describe cómo la pérdida de biodiversidad y el declive del ecosistema presentan tanto riesgos como oportunidades para las empresas, y examina cómo estas pueden orientar sus acciones a las metas de conservación, reconociendo y respondiendo mejor a sus dependencias e impactos sobre los servicios ecosistémicos. El informe final proporciona una síntesis del enfoque, conclusiones y recomendaciones de la iniciativa.

Tabla 3 Clasificación de servicios de ecosistemas de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés), representan la amplia gama de servicios ecosistémicos y de la biodiversidad.

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO	SERVICIOS DE REGULACION
Alimentos	Clima local y calidad del aire
Materia Prima	Secuestro y Almacenamiento de dióxido de carbono
Agua Dulce	Desastres Naturales
Recursos Medicinales	Erosión y fertilidad del suelo
SERVICIOS CULTURALES	Tratamiento de aguas residuales
Actividades de ocio	Polinización
Turismo	Control biológico
Experiencia espiritual	SERVICIOS DE HABITAT
Apreciación estética	Especies
	Diversidad genética

VII. Identificación y Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos SE en la Reserva Ecológica El Bajo

7.1 Servicios de abastecimiento

7.1.1 Aprovechamiento de Agua mediante infiltración de agua en la Cuenca

En el balance hídrico de la reserva se calcula que en total mediante precipitación se producen anualmente 10.5 millones de metros cúbicos (Mm3), de los cuales 0.8 Mm3 (8.2%) se pierden por evapotranspiración, 1.5 Mm3 (14%) escurren superficialmente y 8.2 (77.8%)

son infiltrados, basados en la tipología de cobertura boscosa y la textura de los tipos de suelo. Según el informe de la situación de los recursos hídricos en Nicaragua elaborado por Global Water Partnership (GWP) en 2016, la oferta total de agua en la cuenca 68 con 2768 km2 es de 294.84 Mm3. La reserva ecológica El Bajo con solo 7.9 km2 (0.29 % del área total de la cuenca 68), produce 9.7 Mm3 (escoorrentía + infiltración) que representa un aporte equivalente al 3.3% de la oferta anual de toda la cuenca.

Tabla 4. Balance Hídrico

	PRECIPITACIÓN				EVAPOTRANSPIRACIÓN					ESCORRENTÍA			INFILTRACION
	Precipit. media	Volumen por precipit. (P)	Radiación solar Ro	Coeficiente KT	Tmáx	Tmín	Radiación solar Incidente (Rs)	Tmed	ETP	Volumen por EVT (ET)	C de escorrentía	Volumen por escorrentia (E)	Volumen por infiltración (I)
Mes	mm	m³	mm	Adimensional	°C	°C	mm	°C	mm/mes	m³	Adimensional	m3	m³
Enero	10.8	85683.2	31.7	0.162	27.3	19.5	14.3	22.8	7.86	62336.1	0.14	11995.6	11351.5
Feb	5.0	39668.2	34.2	0.162	28.5	19.5	16.6	23.4	9.24	73308.5	0.14	5553.5	- 39193.9
Marzo	6.0	47601.8	36.4	0.162	30.1	19.9	18.8	24.4	10.72	85080.3	0.14	6664.2	- 44142.7
Abril	17.5	138838.5	37.5	0.162	31.3	20.9	19.6	25.5	11.45	90814.7	0.14	19437.4	28586.5
Mayo	210.3	1668442.4	37.2	0.162	30.4	21.6	17.9	25.2	10.37	82294.6	0.14	233581.9	1352565.8
Junio	227.1	1801727.4	36.6	0.162	28.5	21.4	15.8	24.3	8.98	71204.4	0.14	252241.8	1478281.2
Julio	16.3	129318.2	36.7	0.162	27.8	21.3	15.2	23.9	8.53	67666.1	0.14	18104.5	43547.5
Agosto	171.0	1356650.7	37.0	0.162	28.4	21.3	16.0	24.1	9.03	71640.4	0.14	189931.1	1095079.2
Sept	265.8	2108758.9	36.7	0.162	28.3	21	16.1	24.0	9.06	71881.4	0.14	295226.2	1741651.2
Oct	300.2	2381675.7	34.9	0.162	27.8	20.8	15.0	23.7	8.38	66456.0	0.14	333434.6	1981785.2
Nov	77.6	615649.7	32.4	0.162	27.3	20.3	13.9	23.4	7.72	61249.3	0.14	86191.0	468209.4
Dic	17.7	140425.3	30.8	0.162	27.0	20	13.2	23.0	7.27	57659.1	0.14	19659.5	63106.6
Total anual		10514439.84								861590.7763		1472021.577	8180827.485

7.1.2 Secuestro de Carbono

El secuestro de carbono es un servicio ambiental basado en la capacidad de los árboles para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa. Los niveles de absorción pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de gases de efecto invernadero. En base a la cobertura y tipología del bosque se calculo un

balance neto positivo de 45,513 Ton/O₂/año y una capacidad de secuestro de carbono de 125,783 Ton/CO₂/Anuales

Durante el 2019, se trabajó el Mapa de uso de suelo con fotografías multiespectrales LANDSAT y RAPIDEYE, con más de 400 puntos de validación de terreno. El resultado del mapa de Uso de Suelo y la base cálculo de Producción de Oxígeno en base a la cobertura boscosa es el siguiente:

Tabla 5. Tabla de Tipos bosques y Producción de Oxígeno O₂

TIPO DE BOSQUE	Área (Ha)	Producción de O ₂ por Tipología de Bosque (Ton /Año)	Producción de O ₂ Neto (Ton/Año)
Bosque Premontano Subtropical	595.22	180	107139.60
Área en regeneración natural	25.83	0	0.00
Bosque Húmedo Premontano	81	180	14580.00
Bosque Seco o Caducifolio	37.04	90	3333.60
Parcelas de Café Orgánico	54.27	90	4884.30
Área Total	793.36	Producción Anual de O ₂ (Ton/O ₂ /Año)	129937.50
Producción de CO ₂ Bosque (Ton /año)			84625.00
Balance Producción O ₂ (Ton/año)			45312.50



Tabla 6. Tabla de Capacidad de depósito y Valoración económica de Secuestro de Carbono⁸.

Descripción	Unidad de Medida	Reserva El Bajo
Áreas de Bosque Latifoliado	Ha	793.36
Fracción de Carbono en la biomasa (Rc)/1	% Biomasa	0.5
Incremento Media Anual (IMA)	m ³ /Ha/Anuales	8
Densidad de masa (Dm)	Ton/m ³	1
Fijación de CO ₂ (Cf)	Ton	3173.44
Fijación de CO ₂ equivalente	Ton CO ₂ Equivalente	11614.7904
Precio de Mercado Voluntario	USD\$/Ton	\$ 10.00
Total de Valor Económico por fijación de carbono equivalente	USD\$/Año	\$ 116,147.90

*Para efecto de cálculo se considera toda la cobertura de la reserva como Bosque latifoliado

Tabla 7. Resumen General de Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos

Descripción del Servicio Ecosistémico	Unidad de Medida	Precio Unitario a Valor de Mercado Voluntario	Volumen	Subtotal
1. Aprovechamiento de agua dulce, a través de la infiltración de Agua en la cuenca	m ³ /Anual	\$0.05	8200000	\$410,000.00
2. Secuestro de Carbono, capacidad de fijación de la reserva	Ton CO ₂ Equivalente	\$10.00	11614.7904	\$116,147.90
3. Servicios de Hábitat a Especies	No calculado			
	Valor Económico total de Servicios Ecosistémicos			\$526,147.90

8. Cálculo basado en Estimación del Valor Económico de la Deforestación de Bosawas – Análisis del costo de oportunidad del Bosque – Radoslav D. Barzev – Cooperación Técnica Alemana GIZ – Marzo 2013

7.2 Servicios de Soporte de Hábitat

7.2.1 Especies y Endemismo (Riqueza de Fauna y Flora)

El análisis de los estudios base de Diversidad Biológica de la Reserva El Bajo⁹ han reflejado un alto valor índice de biodiversidad con alto valor biológico y endemismos en la reserva, consecuente con el grado de conservación de la gran masa boscosa que conforma la reserva. En los listados de vida silvestre, se encuentran varias especies en listas rojas UICN y amenazadas. Por tal motivo la reserva provee un servicio ecosistémico de soporte para las especies.

Identificamos 147 especies de plantas, de las cuales 34 son especies introducidas; y 250 especies de fauna silvestre, dos de ellas introducidas en el país y con poblaciones silvestres en la Reserva (un reptil y una especie de mamífero). Esta riqueza de fauna incluye 103 especies de aves, 40 de mamíferos, 20 de reptiles, 8

de anfibios y 79 especies de mariposas (Anexo 1). Un total de 12 especies de plantas (8%) y 41 especies de fauna (16%) presentan interés de conservación, debido a que se encuentran en listas rojas (nacional o mundial), protegidas por el estado nicaragüense (vedas nacionales) o enlistadas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES); de éstas, 21 son aves, 10 son mamíferos, 7 reptiles y 3 anfibios (Tabla 8).

Nueve de las especies de plantas presentan alto interés de conservación (seis de ellas amenazadas a nivel mundial). Aunque ninguna de las especies de fauna se encuentra amenazada de extinción a nivel mundial, nueve se encuentran en riesgo a nivel nacional; de ellas, tres son especies de aves, tres son anfibios y tres son reptiles. De las 25 especies cuyo tráfico y comercio es regulado a nivel mundial, una se encuentra en apéndice I, 22 en apéndice II y 2 especies en apéndice III. Por último, de las 25 especies con vedas nacionales, 13 presentan veda parcial y 12 con veda indefinida (Tabla 8).

Tabla 8. Especies de importancia para la conservación en la Reserva Privada El Bajo.

	LR Mundial	LR Nacional		CITES			Vedas Nacionales		
Taxón	IUCN	EP	Vuln	CA	Ap. I	Ap. II	Ap. III	V. Indefinida	V. Parcial
Aves			3			15		6	4
Mamíferos					1	2	1	6	4
Reptiles				3		4	1		4
Anfibios		1	2			1			1
Plantas	6					5			
Total	6	1	5	3	1	27	2	12	13

9. Diversidad Biológica de la Reserva Ecológica El Bajo, El Crucero Managua. Arnulfo Medina Fitoria y Equipo Multidisciplinario de Taxas

A continuación, se presenta una caracterización de las comunidades de flora y fauna en la Reserva El Bajo, lo cual plantea los primeros insumos para una estrategia de conservación tomando en cuenta grupos críticos y sus principales usos de hábitat.

Resultados florísticos (Plantas)

Se contabilizaron 147 especies de plantas, pertenecientes a 70 familias (Anexo 1a). Esta riqueza representa el 2.5% del total de especies de plantas vasculares del país y un 30% del total de familias (Stevens et al., 2001). Esta cantidad de especies también representan un 72% de las especies reportadas para el bosque

seco del Refugio de Vida Silvestre Chacocente (MARENA - POSAF, 2005), y el 58% de las especies reportadas para el bosque seco del Pacífico Norte de Costa Rica (Poveda y Sánchez 1999). Un total de 34 especies son introducidas (exóticas) lo cual constituye el 23% de las especies, el resto se consideran especies nativas. Nueve de las especies de plantas presentan alto interés de conservación. Seis de ellas se encuentran amenazadas a nivel mundial, cuatro en peligro de extinción (PE) y dos en estado vulnerable; no obstante, tres especies más son consideradas a nivel de país en alto riesgo. Por último, cinco de las especies se encuentran en el apéndice II CITES, por lo que su comercio está estrictamente regulado a nivel mundial (Tabla 9).

Tabla 9. Especies de plantas con alta prioridad de conservación.

Nº	Nombre Científico	Nombre común	CITES	IUCN	Nacional*
1	<i>Acacia dolischotachya</i>	Guacho			PE
2	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Esqueleto	II		
3	<i>Alsophila firma</i>	Cola de mono	II		
4	<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco			PE
5	<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipilín			PE
6	<i>Guaiaecum sanctum</i>	Guayacán	II	EN	PE
7	<i>Juglans olanchana</i>	Nogal		EN	
8	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Chaperno negro		EN	PE
9	<i>Opuntia cochenilliafera</i>	Cactus nopal	II		
10	<i>Pachira quinata</i>	Pochote		VU	
11	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del Pacífico	II	VU	
12	<i>Terminalia oblonga</i>	Guayabón		EN	
13	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Esqueleto	II		
14	<i>Alsophila firma</i>	Cola de mono	II		

También es importante para la investigación aquellas especies endémicas, restringidas a un tipo de ecosistema o especie cuyo límite de distribución mundial es Nicaragua. En este caso, una de las especies podría resultar ser endémica para la Reserva El Bajo, ya que preliminarmente unas muestras colectadas del género *Bunchosia* sp. (Jocote fraile) encontrados en la parte alta no corresponden con ninguna especie conocida de este género (actualmente estas muestras se encuentran en el herbario de León para su clasificación botánica). También son muy importante dos especies endémicas de Nicaragua (2.7% del total para Nicaragua), la malincha (*Caesalpinia nicaraguensis*), nativa de la Región montañosa del norte; y el bambú verde (*Gadua nicaraguensis*).

Entre las especies de plantas poco comunes se encuentra la especie arbórea Olivo (*Capparis pringlei*) de quien hace más de tres décadas no se tenía reporte en todo el país y solo se sabía de dos ejemplares en la región central. Los trabajos de campo e inventario han logrado identificar al menos 5 ejemplares de Olivo,

ampliando el rango de distribución una especie que ha sido poco reportada y en poca abundancia.

Por su parte, se han reportado una especie endémica bosques secos tropicales de la región siendo la Guayaba de monte (*Randia nicaraguensis*) Esta se localiza en las zonas bajas de la Reserva, así como bosques de galería de la misma.

El árbol conocido en la zona como Jocote fraile (*Bunchosia* sp) es un espécimen sujeto estudios taxonómicos y AND de la especie en Herbario del Jardín Botánico de Missouri ya que no se agrupa en ninguna de las especies de *Bunchosia* s reconocidas del país, es probable nos encontremos ante una especie nueva para la ciencia. De igual manera, 27 de las especies son propias de la región Mesoamericana (sur de México y Centroamérica), la gran mayoría de ellas características de coberturas del ecosistema Seco Tropical.



AMAZILIA RABIAZUL
BLUE-VENTED HUMMINGBIRD



REINITA CANADIENSE
CANADA WARBLER



TOLEDO
LONG-TAILED MANAKIN

7.2.1.1 Santuario de Aves

La Reserva es un santuario de aves, con importancia biológica mundial para las aves migratorias, ya que somos hábitat de sobrevivencia invernala para muchas especies de Aves Migratorias. Somos parte de la red de Estaciones de Monitoreo Invernal MoSI, de la "The Bird Population Institute" y "Cornell Lab of Ornithology" donde se monitorean y anillan aves migratorias y residentes donde se genera y comparte información vital para la sobrevivencia de las especies.

Particularmente nos encontramos monitoreando 3 especies de interés como la reinita canadiense *Cardelina canadensis* Canada Warbler, que se encuentra en "observación especial" por el declive de su población, el colibrí endémico entre Nicaragua y Costa Rica *Amazilia hoffmanni* *Amazilia ruficauda* o Blue-vented Hummingbird y el ave insignia de nuestra reserva Toledo, *Chiroxiphia linearis* - Long-tailed Manakin.

En la reserva tenemos una red de monitoreo de trampas cámaras donde destacan felinos *Leopardus pardalis* o tigrillo y el Jaguarundi *Puma yagouaroundi*.

OCELOTE
WILD CAT / OCELOT



VIII. Estrategia Financiera

Tabla 10. Escenarios de Compras parciales de Servicios Ecosistémicos

Valor Económico total de Servicios Ecosistémicos		\$ 526,150.00	
	Porcentaje de Compra del Total		Monto
ESCENARIO COMPRA DIRECTA DEL SOCIO, acordando un precio de mercado voluntario	20%		\$ 105,230.00
	30%		\$ 157,845.00
	35%		\$ 184,152.50
	40%		\$ 210,460.00
	50%		\$ 263,075.00
	70%		\$ 368,305.00

Tabla 11. Presupuesto General de la Estrategia en un escenario de 1 a 5 años

	ANUAL 1-2 Año			ANUAL 3-5to Año	
	Escenario 20%			Escenario 40%	
	\$ 105,230.00			\$ 210,460.00	
ACTIVIDADES					
ELABORACION Y ADMINISTRACION DEL INSTRUMENTO PSA	<u>\$ 7,500.00</u>	<u>7%</u>		<u>\$ 12,500.00</u>	<u>5%</u>
Elaboración del PSA_H - Marco Regulatorio MRV - Monitoreo, Reporte y Verificación	\$ 3,000.00	3%		\$ 8,000.00	4%
Estudios Complementarios	\$ 2,500.00	2%		\$ 2,500.00	1%
Asesoría de Economista Ambiental	\$ 2,000.00	2%		\$ 2,000.00	1%
APORTE EN ACTIVIDADES DE CONSERVACION	<u>\$ 105,000.00</u>	<u>100%</u>		<u>\$ 215,000.00</u>	<u>95%</u>
Gastos de MRV del PSA (Equipamiento y Asesoría externa)	\$ 25,000.00	24%		\$ 30,000.00	13%
Vigilancia y patrullaje	\$ 20,000.00	19%		\$ 20,000.00	9%
Actividades asociadas a la protección del Bosque	\$ 30,000.00	29%		\$ 30,000.00	13%
Investigación de biodiversidad	\$ 30,000.00	29%		\$ 30,000.00	13%
APARTIR DEL TERCER AÑO					
Compensación de Actividades de Fincas Vecinas				\$ 60,000.00	0.263736
Reforestación Anual				\$ 45,000.00	0.197802
TOTAL	<u>\$ 112,500.00</u>			<u>\$ 227,500.00</u>	1
			!"#\$%&'()*'+,&*		
			1ERO Y SEGUNDO Año	\$ 225,000.00	
			3ERO AL QUINTO	\$ 682,500.00	
			TOTAL	<u>\$ 907,500.00</u>	