



## **MANGLAR VIVO EN CUBA: COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS ACCIONES BASADAS EN ECOSISTEMAS. Análisis económico-ecológico en las provincias Sur Artemisa y Mayabeque**

**Miguel A. Vales García**

Instituto de Ecología y Sistemática, AMA, CITMA, La Habana, Cuba  
[mavales@ceniai.inf.cu](mailto:mavales@ceniai.inf.cu)

**Bernardo Aguilar González**

ECO-EJE Estudio Jurídico y Económico, Asociación ARTES-JUSTECO, San José, Costa Rica.  
[baquilaconsult@gmail.com](mailto:baquilaconsult@gmail.com)

### **Resumen**

En Cuba, las poblaciones del sur de las provincias Artemisa y Mayabeque han sido afectadas por la indiscriminada tala de sus manglares durante años, lo que ha provocado la afectación de sus servicios ecosistémicos. La adaptación basada en el ecosistema (ABE) constituye un enfoque alternativo para aumentar la resiliencia de las comunidades vulnerables. El análisis de costo-beneficio es un método económico empleado para evaluar las opciones de inversión, donde se comparan directamente los costos y beneficios en términos monetarios. Esto muestra el impacto en valor de una manera que es fácil de entender por los tomadores de decisiones. En esta contribución se analizan los principales costos por: restauración, mantenimiento, activos fungibles, combustible, equipamiento y proyectos de conservación ejecutados, así como los beneficios obtenidos por estas acciones de ABE en el valor de los servicios ecosistémicos del manglar en estas localidades. De ellos se consideraron cinco servicios de provisión y seis de regulación y soporte. Se desarrollaron tres escenarios: un escenario base y dos modificados. La relación beneficio-costo varió de 6.81 a 14.91 de acuerdo con el escenario reportado entre los tres escenarios realizados. Ello evidencia que por cada peso invertido se obtuvo un beneficio económico-ecológico superior a 6 pesos, demostrando así la rentabilidad integral de la aplicación del enfoque ABE en las zonas de trabajo.

**Palabras claves:** análisis costo-beneficio, adaptación basada en ecosistemas, valoración monetaria de servicios ecosistémicos, economía ecológica, manglares

### **Abstract**

In Cuba, populations in the southern provinces of Artemisa and Mayabeque have been affected by the indiscriminate deforestation of their mangroves for years, which has affected their ecosystem services. Ecosystem-based adaptation (EBA) is an alternative approach to increasing the resilience of vulnerable communities. Cost-benefit analysis is an economic method used to evaluate investment options, where costs and benefits are directly compared in monetary terms. This shows the impact of the environmental management strategies applied in a way that is easy for decision makers to understand. This contribution analyzes the main costs for the restoration, maintenance, consumable assets, fuel, equipment and executed conservation projects, as well as the benefits obtained by these EBA actions in the value of the ecosystem services of the mangroves in these localities. Of these, the study includes five provision services and six regulation and support services. It also develops three scenarios: a base scenario for the areas intervened and two modified ones changing cost and area size assumptions. The benefit-cost ratio ranged from 6.81 to 15.25 according to the reported scenario of the three scenarios developed. This shows that each peso invested yielded an ecological economic benefit of more than 6 pesos, thus demonstrating the integral net benefits to the inhabitants of the region and the country of the application of the EBA approach in these study areas.



**Key words:** cost benefit analysis, ecosystem-based adaptation, monetary valuation of ecosystem services, ecological economics, mangroves

**JEL Codes:** Q00; Q01; D61

## 1. Introducción

Los ecosistemas de manglar constituyen una de las primeras y más eficientes barreras contra las marejadas, tormentas y huracanes protegiendo las zonas costeras de la erosión y la salinización en las regiones tropicales. Por ello, se consideran bosques protectores de litoral y en consecuencia se integran al patrimonio forestal de las naciones, por lo que son protegidos. Si bien es cierto que, desde la época de la Colonia en el siglo XIX, ya se habían decretado normativas jurídicas que protegían este ecosistema (Caraballo, 2006), este tipo de formación vegetal fue sometido a fuerte explotación durante muchos años.

En Cuba, las poblaciones del sur de las provincias Artemisa y Mayabeque han sido afectadas por la tala indiscriminada de sus manglares durante años provocando la afectación de sus servicios ecosistémicos. Se acumulan los efectos de esta deforestación con los efectos del cambio climático. La línea de costa retrocede cerca de 1.2 metros cada año, por lo que en el 2050 podrían desaparecer 5 comunidades costeras (Figueredo, 2018). Asimismo, se pone en peligro el bienestar de los habitantes en tanto estos territorios tienen un gran peso en la producción agrícola y los suelos cultivables se encuentran en su mayoría cercanos a la línea costera (Zamora, 2019).

La restauración de las zonas de manglares es reconocida mundialmente como una herramienta fundamental para prevenir estos impactos (UICN, 2019). Este tipo de acciones son ubicadas como ejemplos característicos del enfoque de adaptación basada en ecosistemas (ABE) (Lhumeau & Cordero, 2012). Los informes de evaluación del Panel Internacional sobre el Cambio Climático (IPCC) de los años 2007 y 2014 destacan que los esfuerzos de mitigación deben continuar controlando la velocidad y la magnitud del cambio climático. Devisscher (2010) destacó la aplicación que han tenido los enfoques basados en los ecosistemas en casi todos los tipos de ecosistemas a las diferentes escalas (local, nacional, regional y mundial).

Con esta perspectiva el Proyecto Manglar Vivo se ejecutó en las provincias de Artemisa y Mayabeque, liderado por el Instituto de Ecología y Sistemática del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), con el apoyo del PNUD y de fondos financieros internacionales. Aplica técnicas de restauración junto con actividades de educación y sensibilización y de apoyo a actividades productivas sostenibles relacionadas a los manglares.

Sus recientes resultados en materia ecológica y social se encuentran hoy día ante un reto significativo. Según la CEPAL la pandemia mundial de COVID-19 ocasionará un impacto económico muy significativo con un promedio de reducción del PIB del 5.3% por país. Estima que ello resultará en un aumento de 30 millones más de pobres.

En el caso de Cuba, se estima que el mayor impacto será en los servicios del turismo, intensivos en mano de obra, al igual que en el resto de los países del Caribe. La contracción económica estimada para Cuba es de un 3.7% del PIB. Con ello, la CEPAL, (2020) declara que como nunca en los últimos 30 años, hoy está abierto a discusión el modelo dominante de inserción de la región en la economía internacional, basado en la especialización en materias primas, manufacturas de ensamblaje y turismo de sol y playa.

En esta coyuntura, la demostración económica de los resultados de los proyectos que aplican enfoques basados en ABE es esencial para demostrar su valor, al lado de los avances ecológicos y sociales, en comparación con otros enfoques (de ingeniería tradicional, por ejemplo). Afortunadamente, la ABE también da oportunidad para enfoques alternativos de contabilidad que permitan evaluar su desempeño en la resiliencia de las comunidades vulnerables.

Kumar *et al.*, (2010), señalaban a la economía de la adaptación basada en ecosistemas como un área prioritaria de investigación, dada la evidencia limitada con respecto a los costos y beneficios reales de la misma e indicaban además los pocos estudios realizados para mostrar los beneficios de



ABE en términos económicos frente al costo de implementación de estos proyectos. Rizvi *et al.*, (2015) alegaron que saber cómo se distribuyen los beneficios y los costos de la ABE puede ayudar a identificar políticas económicas, como subsidios e impuestos, para lograr resultados socialmente beneficiosos, cuando de otra forma no se producirían.

El análisis costo-beneficio (ACB) es una metodología de evaluación exhaustiva de los costos y beneficios de un proyecto, con el objetivo de determinar si éste es deseable y rentable para el bienestar social. El ACB tiene su fundamento teórico en la Economía del Bienestar, rama del análisis económico que se ocupa de la formulación de herramientas útiles (ordinales o cardinales) para determinar la conveniencia de una política concreta o de una asignación particular de recursos para el bienestar social.

Según el IPCC (2007), los costos de adaptación son “los costos de planificación, preparación, facilitación e implementación de medidas de adaptación, incluidos los costos de transición”, y los beneficios son “los costos de daños evitados o los beneficios acumulados luego de la adopción e implementación de medidas de adaptación”. En términos de ABE, a menudo es difícil llegar a conclusiones monetarias utilizando el ACB, debido al hecho de que muchos bienes y servicios de los ecosistemas no tienen un valor de mercado. Al compartir éstos las características propias de los bienes públicos, así como de los recursos de libre acceso, carecen de un mercado donde intercambiarse y, en consecuencia, se desconoce su valor monetario.

Por ello, las diversas ramas de la economía que se relacionan con el ambiente han desarrollado métodos de valoración que permiten estimar el valor monetario mediante métodos indirectos que aproximan el efecto económico de los servicios ecosistémicos en el bienestar humano (TEEB, 2010).

Son muchos los estudios que señalan que el cambio climático provoca una disminución de los rendimientos y de los beneficios que generan la agricultura, la pesca y la silvicultura que dependen de la naturaleza y constituyen importantes renglones económicos para los países. Los manglares proporcionan servicios ecosistémicos que ayudan a proteger los rendimientos de estas actividades mediante el control de inundaciones, la filtración de contaminantes, como áreas de

recarga de agua y viveros para pesca local, entre otros. El efecto de la conservación de estos servicios puede ser registrado con esos enfoques alternativos de valoración para el ACB (de Groot, *et al.*, 2006).

Esta contribución no utiliza un enfoque convencional para el ACB, sino que adopta una perspectiva de la Economía Ecológica (que comparte con la Economía Ambiental y de los Recursos Naturales), incluyendo en el análisis de los cambios estimados en el valor de los servicios ecosistémicos producto de las acciones adoptadas por el proyecto Manglar Vivo. Este enfoque ha sido recomendado para el ACB aplicado en los países en vías de desarrollo, con el fin de poder internalizar las externalidades negativas y positivas creadas por las actividades económicas que degradan o benefician al ambiente (Aguilar & Semanchin, 1998; Markandya, 2016 entre otros).

Así, el presente estudio ofrece datos recientes sobre la rentabilidad, contabilizando los beneficios económico-ecológicos de las soluciones de ABE, mediante la estimación del valor económico-ecológico de los servicios ecosistémicos producidos por los ecosistemas de manglares en el sur de estas provincias. Aporta a los enfoques de estudios que en las últimas dos décadas buscan resaltar en la región de México, Centroamérica y el Caribe, la importancia económica y el papel crucial para enfrentar el cambio climático de los humedales costeros (Ammour, *et al.*, 2000; Gómez Pais, 2001; Gómez Pais, 2005; De la Peña, *et al.*, 2010; Mendoza-González, *et al.*, 2012; Camacho-Valdez *et al.*, 2013; González Delgado *et al.*, 2014; Reyes Gätjens, *et al.*, 2014; Arguedas, 2015; Aguilar-González *et al.*, 2016; Proyecto Humedales, 2017; Hernández Blanco *et al.*, 2018 entre otros).

## 2. Materiales y Métodos

El Proyecto Manglar Vivo se realizó por un período de 5 años, entre 2015 y 2019. El área de intervención la constituyó la zona sur costera de las provincias de Artemisa y Mayabeque con un área beneficiada de 767.6 km<sup>2</sup> donde se encuentran dos formaciones boscosas: el manglar y el bosque de ciénaga.

La distribución del área de intervención boscosa de mangle en las dos provincias, así como el área efectiva donde se desarrolló la restauración del





manglar en cada una de ellas se muestran en la Tabla 1. El área de intervención cubre el 34% de la cobertura total en Mayabeque y el 27% de

Artemisa. El área efectiva restaurada representó el 4% de la superficie de ambas provincias (Fig.1)

Tabla 1. Extensión del manglar en el área de estudio.

Territorios	Cobertura de Manglar del Área del Proyecto 1985 (ha)	Cobertura de Manglar del Área total del Proyecto 2018 (ha)	Cobertura de Manglar del Área de Intervención (ha)	Cobertura de Manglar del Área Efectiva Restaurada (ha)
Prov. Mayabeque	2,227.14	3,656.41	1,247.00	249.30
Prov. Artemisa	2,983.98	5,357.30	1,440.00	144.00
Total	5,211.12	9,013.71	2,687.00	393.30

Fuente: Elaborada por los autores



Figura 1. Área total y de intervención del Proyecto “Manglar Vivo”.

Fuente: Proyecto “Manglar Vivo”

Uno de los componentes del proyecto contempló la utilización del ACB como un método de validación de los resultados de las acciones de ABE. EL ACB se realizó mediante una metodología que integró la valoración monetaria directa junto con métodos de valoración indirecta y el método de transferencia de beneficios. Este último es reconocido por el reporte TEEB, 2010 y su reporte derivado por Pascual, *et al.*, 2010, como una metodología utilizable en la valoración monetaria de los bienes y servicios ecosistémicos

en ausencia de datos que permitan otros tipos de valoración. Esta metodología transfiere, mediante diversos procedimientos, los valores obtenidos en uno o varios sitios que denomina “sitio de estudio” al sitio de interés que se denomina “sitio de política”.

El enfoque de aplicación mixta de metodologías sigue a las investigaciones precedentes en Cuba (Gómez Pais, 2001; Gómez Pais, 2005; González Delgado, *et al.*, 2014 entre otros), que han



utilizado el marco de clasificación de servicios ecosistémicos para sus estudios de valoración a los ecosistemas de manglar del país. Así, conforme lo presenta la Tabla 2, se aplicó esa mezcla ordenada de metodologías directa e indirecta de estimación del valor monetario económico-ecológico, ajustada a la situación

específica de disponibilidad de datos, con validación participativa. Este mismo enfoque fue recientemente utilizado por un equipo liderado por uno de los autores en un litigio histórico ante la Corte Internacional de Justicia de La Haya (Aguilar-González, *et al.*, 2016).

Tabla 2. Bienes y servicios ecosistémicos seleccionados a valorar monetariamente mediante ACB y métodos empleados en este estudio.

Bienes y servicios ecosistémicos	Facilidad para valorar	Transferibilidad del valor monetario del servicio <sup>1</sup>	Método usado en este caso
<b>De aprovisionamiento</b>			
1. Alimento (agricultura, ganadería, apicultura, pesca)	Alta	Alta	Precios de mercado
2. Agua potable	Alta	Media	Precio sombra por costo evitado o de replazo
<b>Servicios de regulación y apoyo</b>			
3. Calidad del aire y regulación de gases (carbono)	Media	Alta	Transferencia de beneficios
4. Regulación régimen hidrológico	Alta	Media	Transferencia de beneficios
5. Reducción de daños ante desastres	Alta	Media	Costo de replazo
6. Control de contaminación / Regulación de desechos	Alta	Media Alta	Transferencia de beneficios
7. Regulación de erosión	Media	Media	Transferencia de beneficios
8. Ciclo de nutrientes	Media	Media	Transferencia de beneficios
9. Hábitat y criadero	Media	Alta	Transferencia de beneficios

Fuente: Elaborada por los autores con base en Liu *et al.* (2010).

Para los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento se contó con la información estadística de la producción agrícola, ganadera y de la pesca, brindadas por las Oficinas Municipales de Estadísticas e Información y la Empresa Pesca Habana que contabiliza las capturas de las dos provincias. La Empresa APICUBA suministró la información, tanto del número de colmenas de *Apis mellifera* L. movidas

a la zona del proyecto, así como la producción de miel.

Para estos productos se realizaron los cálculos de valoración directa acreditándolos, de acuerdo con las cifras monetarias disponibles de su producción, las áreas de producción comprendidas en el proyecto y las ganancias estimadas por la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar. En el caso de la



producción agropecuaria, se contabilizó un 1.5%, considerando la extensión del área beneficiada por el proyecto en comparación con el área agropecuaria total y las ganancias por la reducción de la intrusión salina. Para la pesca se acredita un 60% por la contribución de la extensión de la línea de costa al incremento de la fauna marina en relación con la totalidad del manglar en el Golfo de Batabanó. La producción apícola se contabilizó en su totalidad.

Para representar el costo evitado o de remplazo del servicio ecosistémico de protección contra la intrusión y de la provisión de agua dulce, se tomó el costo de una planta desalinizadora instalada en otra región del país para una población similar a la del proyecto.

En la categoría de servicios ecosistémicos de regulación y apoyo se incluyeron dos tipos de datos. En primer lugar, como estimación de precio sombra del servicio de protección contra desastres, los cálculos hechos por el proyecto del costo del Dique Sur construido con el fin de evitar la intrusión salina. Por la imposibilidad de acceder al valor de su inversión inicial, éste se estimó, como el triple del valor del mantenimiento (16.5 millones de Pesos Cubanos - CUP) realizado en el año 2017.

Además, se incluyeron las estimaciones realizadas por transferencia de beneficios que se calcularon para el área de manglares en la zona de intervención para seis servicios ecosistémicos de regulación y apoyo más conforme se presentó en la Tabla 2. Para la selección de los estudios para la transferencia, se siguieron primeramente los criterios sugeridos por Liu, *et al.*, (2010) y Pascual, *et al.*, (2010).

Así, no se transfieren valores de estudios que no utilicen las metodologías más usadas para cada servicio ecosistémico o que utilicen transferencia de beneficios como metodología de valoración. Asimismo, no se transfieren valores para servicios ecosistémicos de baja transferibilidad pues son demasiado dependientes de un contexto específico (como es el caso de muchos de los servicios culturales), o de servicios que sean difíciles de valorar. Se utilizan estudios posteriores al año 2000 y que hayan sido realizados en ecosistemas similares. Además, los estudios deben haber sido realizados en países preferiblemente de América Latina y del Caribe y en su defecto estudios de otras regiones donde se

ubican los manglares. Finalmente, se trata de estudios preferiblemente publicados en revistas especializadas con revisión de pares. Si se recurre a informes institucionales, tesis u otros tipos de literatura gris, se comprueba que tengan algún nivel de revisión técnica externa a los autores.

También se eliminaron los reportes de modelación con metadatos derivados de grandes bases de datos que no permiten la trazabilidad de los estudios específicos utilizados como sitios de política. Se seleccionaron 11 estudios (Anexo 1), los que se utilizaron para estimar los 6 servicios ecosistémicos antes enumerados.

La transferencia se hace tomando el promedio de los valores altos y bajos por hectárea por año de los estudios para cada servicio ecosistémico. Se partió al momento de la valoración de la presunción oficial de paridad entre el valor del CUP y el dólar estadounidense. No se ajustaron los valores por poder adquisitivo con las monedas internacionales en ausencia de un índice de poder adquisitivo de la moneda (PPP) para Cuba. Las cifras se transformaron a CUP del 2018. Finalmente, con el fin de utilizar una medida puntual para las estimaciones de los valores a tomar se utiliza la media de los valores altos y bajos promedio, como indica la práctica en la literatura (Costanza, *et al.*, 1997; Aguilar-González, *et al.*, 2012, Proyecto Humedales, 2017; Hernández Blanco *et al.*, 2018 entre otros).

La Tabla para el análisis costo-beneficio fue organizada en dos secciones: a) los Beneficios, que incluyeron las categorías de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, de regulación y apoyo, y b) los Costos.

El ACB se realizó en tres escenarios: el primer escenario (escenario base) se refiere a la zona de intervención del Proyecto "Manglar Vivo", en la que se aplicaron medidas de ABE, limpieza de canales, aclaramiento del bosque etc. (2,687 ha.). Para comparar con un enfoque más conservador, se desarrolla una modificación a este escenario base, considerando el costo de remplazo del servicio de Reducción de daños ante ciclones y otros, solamente como el costo de mantenimiento del Dique Sur. Este cambio no refleja un efecto sobre la magnitud de la restauración, pero disminuye el valor utilizado como precio sombra. En el tercero se contabiliza el valor de los servicios ecosistémicos de regulación y apoyo que se calcularon por hectárea proporcionalmente para todas las zonas de manglares en el área total del



proyecto con el fin de poder comprender la escalabilidad de los efectos de las acciones de ABE tomadas.

En el cálculo de los costos se incluyeron los gastos del proyecto en las acciones desarrolladas en las áreas de intervención y específicas de los manglares, los materiales fungibles (herramientas, ropa y calzado de trabajo, etc.), combustible y equipamiento, facilitados por el administrador del proyecto valorados en 2.47 millones de USD en los 5 años de ejecución. Los costos de las acciones de restauración, salarios, mantenimiento y establecimiento de las plantaciones de mangle, a los 3 años de sembrados con más de un 90% de sobrevivencia de las plantas, fueron obtenidos por los Servicios Estatales Forestales de ambas provincias. Igualmente se consideró el costo de 4.2 millones de pesos de los proyectos de I+D financiados por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el Ministerio de la Agricultura (MINAG). Se estimó el costo de la restauración/rehabilitación del manglar por hectárea con *Rhizophora mangle*.

Los beneficios se empiezan a contabilizar a partir del año 2016, cuando las acciones de otros proyectos de conservación y las acciones de intervención han iniciado, continuando en el 2017 con el establecimiento de las zonas de intervención y las acciones de restauración. Por los períodos de reporte de las instituciones y empresas responsables de los servicios de provisión de productos agropecuarios, apícolas y de pesca no se contó con cifras para el año 2019. Por esta misma razón se tomó la decisión de no contabilizar tampoco los beneficios provenientes de los demás servicios ecosistémicos, con el fin de no sesgar los resultados hacia los menos tangibles. En este sentido, las cifras anuales obtenidas deben ser tomadas solamente como indicativas y no absolutas. Son las cifras acumuladas en el período a las que debe otorgarse mayor validez.

Se utilizaron como indicadores de rentabilidad: la Relación Beneficio/Costo (RBC) y el Valor Actual Neto, (Venton, 2010). El Valor Actual Neto (VAN), se calculó partiendo de dos tasas de descuento.

Se usó una tasa de carácter financiero (14%), según Lanza, (2017) quien estimó las tasas financieras de las economías en el Caribe. Considerando el alto peso que tendrá esta tasa sobre el descuento en el VAN, se aplicó también una tasa ambiental de un 4%, similar a la utilizada en otros estudios a nivel internacional (Aguilar-González *et al.*, 2016).

### **3. Resultados y Discusión: Valoración monetaria de los beneficios generados por los servicios ecosistémicos del manglar**

#### *3.1 Primer escenario: Escenario Base*

La valoración total los beneficios obtenidos en bienes y servicios de aprovisionamiento producto de la intervención por ABE del proyecto fue de 38.87 millones de pesos, (ver Tabla 3). Los beneficios en servicios de regulación y apoyo alcanzaron la cifra de 81.43 millones de CUP (Tabla 4.).

Los resultados del valor monetario total de los beneficios en bienes y servicios ecosistémicos en las áreas de manglar de la zona de intervención del proyecto en la que se aplicaron medidas de ABE alcanzaron un valor de 120.30 millones de pesos (Tabla 5.).

Los beneficios directos del total de ingresos generados por la agricultura en el área de intervención del proyecto y el área colindante beneficiada fueron de más 3.6 millones de pesos, mientras que para la ganadería fueron de 1.25 millones en productos de la ganadería vacuna, porcina y equina. Estos montos se distribuyeron igualmente durante los tres años contabilizados (Tabla 3).

Por su parte, los apicultores de ambas provincias movieron un total de 1,280 colmenas a la zona del Dique Sur solamente durante los años 2017 y 2018 para un monto total de 17,792 toneladas de miel de abeja, las cuales se vendieron en el mercado por un valor total de 44,465.00 USD (CUP).





Tabla 3. Beneficios monetarios obtenidos por los bienes y servicios de aprovisionamiento producto de las acciones de ABE en el área de intervención expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Servicios de aprovisionamiento	2016	2017	2018	Total
Agricultura (ganancia por intrusión salina evitada)	1,221,678.11	1,221,678.11	1,221,678.11	<b>3,665,034.32</b>
Ganadería (ganancia por intrusión salina evitada)	429,553.50	429,553.50	429,553.50	<b>1,288,660.50</b>
Apicultura		16,930.00	27,535.00	<b>44,465.00</b>
Pesca	2,349,650.40	4,234,935.00	3,792,324.60	<b>10,376,910.00</b>
Potabilización de las aguas (costo evitado o costo de remplazo en desalinizadora para población beneficiaria directa e indirecta)	7,833,333.33	7,833,333.33	7,833,333.33	<b>23,500,000.00</b>
<b>Total</b>	<b>11,834,215.34</b>	<b>13,736,429.94</b>	<b>13,304,424.54</b>	<b>38,875,069.82</b>

Fuente: Elaboración Propia.

En materia de bienes y servicios de regulación y apoyo puede observarse que la ganancia más significativa se da en el servicio de Reducción de daños ante ciclones y otros. Éste es seguido por

el servicio de Regulación de la erosión y de los de Biodiversidad y de Calidad de aire y regulación de gases de efecto invernadero.

Tabla 4. Beneficios monetarios obtenidos por los bienes y servicios de regulación y apoyo producto de las acciones de ABE en el área de intervención expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Servicios de regulación y apoyo	2016	2017	2018	Total
Reducción de daños ante ciclones y otros (costo de remplazo Dique Sur)	16,500,000.00	16,500,000.00	16,500,000.00	<b>49,500,000.00</b>
Calidad de aire y regulación de gases (carbono)	2,475,770.41	2,475,770.41	2,475,770.41	<b>7,427,311.22</b>
Regulación del régimen hidrológico	1,050,419.40	1,050,419.40	1,050,419.40	<b>3,151,258.19</b>
Control de contaminación/ Regulación de desechos	87,250.59	87,250.59	87,250.59	<b>261,751.77</b>





Servicios de regulación y apoyo	2016	2017	2018	Total
Regulación de erosión	4,352,497.94	4,352,497.94	4,352,497.94	<b>13,057,493.82</b>
Ciclo de nutrientes	159,692.14	159,692.14	159,692.14	<b>479,076.41</b>
Biodiversidad (Hábitat y criadero)	2,517,664.49	2,517,664.49	2,517,664.49	<b>7,552,993.46</b>
<b>Total</b>	<b>27,143,294.96</b>	<b>27,143,294.96</b>	<b>27,143,294.96</b>	<b>81,429,884.88</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Puede observarse en la Tabla 5 que los beneficios de los Servicios de regulación y apoyo más que duplican los obtenidos por los Servicios de aprovisionamiento, los cuales son

generalmente más percibidos generalmente por las poblaciones. Esta tendencia es consistente con lo determinado por la literatura mundial y regional.

Tabla 5. Beneficios monetarios totales de los servicios ecosistémicos producto de las acciones de ABE en el área de intervención expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Beneficios	2016	2017	2018	Total
Servicios de aprovisionamiento	11,834,215.34	13,736,429.94	13,304,424.54	<b>38,875,069.82</b>
Servicios de regulación y apoyo	27,143,294.96	27,143,294.96	27,143,294.96	<b>81,429,884.88</b>
<b>Total</b>	<b>38,977,510.30</b>	<b>40,879,724.90</b>	<b>40,447,719.50</b>	<b>120,304,954.69</b>

Fuente: Elaboración Propia.

A nivel mundial, Costanza y otros (2014) determinaron una relación entre la valoración anual de Servicios de regulación, apoyo y culturales frente a los de aprovisionamiento, para todos los ecosistemas incluidos, de más de 6 veces. En el caso de los daños ambientales cuantificados en Costa Rica en el Humedal Caribe Noreste el valor del daño cuantificado en Servicios de regulación y apoyo fue más de cinco veces el de los Servicios de aprovisionamiento (Aguilar-González *et al.*, 2016). En el caso de los ecosistemas de manglar en Costa Rica, el Proyecto Humedales (2017) cuantificó que el valor monetario de los Servicios de regulación, apoyo y culturales es más de cuatro veces mayor que el de los de aprovisionamiento para los humedales RAMSAR de Costa Rica. Se resalta la importancia de la valoración integral como un método de

verificar el efecto de las ABE sobre la calidad de vida de las comunidades humanas.

### 3.2. Segundo escenario: Modificación Conservadora del Escenario Base

Para efectos de comparación se modificó el escenario base, considerando el costo de remplazo para el servicio de protección contra eventos extremos solamente como el costo de mantenimiento del Dique Sur. En éste se tomó un enfoque más conservador donde los servicios de aprovisionamiento se mantienen con el mismo monto y las variaciones que ocurren son solo en los valores de los Servicios de regulación y apoyo, (ver Tabla 6). Al considerar solamente el costo de mantenimiento del Dique Sur, disminuye el valor de los servicios de Reducción de daños ante



ciclones y otros a 16.5 millones de CUP, por lo que el valor total disminuye a casi 48.43 millones de CUP, (ver Tabla 6).

Tabla 6. Beneficios monetarios de los servicios de regulación y apoyo producto de las acciones de ABE en el área de intervención expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

<b>Servicios de Regulación y apoyo</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Total</b>
Reducción de daños ante ciclones y otros (costo de remplazo Dique Sur )	5,500,000.00	5,500,000.00	5,500,000.00	<b>16,500,000.00</b>
Calidad de aire y regulación de gases (carbono)	2,475,770.41	2,475,770.41	2,475,770.41	<b>7,427,311.22</b>
Regulación del régimen hidrológico	1,050,419.40	1,050,419.40	1,050,419.40	<b>3,151,258.19</b>
Control de contaminación/ Regulación de desechos	87,250.59	87,250.59	87,250.59	<b>261,751.77</b>
Regulación de erosión	4,352,497.94	4,352,497.94	4,352,497.94	<b>13,057,493.82</b>
Ciclo de nutrientes	159,692.14	159,692.14	159,692.14	<b>479,076.41</b>
Biodiversidad (Hábitat y criadero)	2,517,664.49	2,517,664.49	2,517,664.49	<b>7,552,993.46</b>
<b>Total</b>	<b>16,143,294.96</b>	<b>16,143,294.96</b>	<b>16,143,294.96</b>	<b>48,429,884.88</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Para este escenario, el solo incluir en el servicio de Reducción de daños ante ciclones y otros el costo de mantenimiento del Dique Sur, provocó la disminución del valor de todos los servicios ecosistémicos a 87.3 millones de CUP. Ello representa una reducción de 33 millones de CUP

con respecto al valor del Escenario Base (Ver Tabla 7.). Aun así, debe observarse que el monto de los Servicios de regulación y apoyo supera el valor monetario de los Servicios de aprovisionamiento en un 25%.

Tabla 7. Beneficios monetarios totales de los servicios ecosistémicos producto de las acciones de ABE en el área de intervención expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

<b>Beneficios</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Total</b>
Servicios de aprovisionamiento	11,834,215.34	13,736,429.94	13,304,424.54	<b>38,875,069.82</b>
Servicios de regulación y apoyo	16,143,294.96	16,143,294.96	16,143,294.96	<b>48,429,884.88</b>
<b>Total</b>	<b>27,977,510.30</b>	<b>29,879,724.90</b>	<b>29,447,719.50</b>	<b>87,304,954.69</b>

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3. Tercer escenario: Extrapolación a Zona Completa del Proyecto

En el tercer escenario se simula el impacto económico que se produciría contabilizando los beneficios para las zonas de manglares de la zona completa del proyecto. Se asume que los beneficios de los Servicios de aprovisionamiento producto de las acciones de ABE en toda la Zona de Manglares del Proyecto (9,013.71 ha) serían los mismos que se expresan en la Tabla 3. La

misma presunción se mantiene para los beneficios de reducción de daños ante fenómenos naturales que se estimaron por el costo de reemplazo del dique, en tanto que el valor monetario de los demás Servicios de regulación y de apoyo de toda la Zona de Manglares del proyecto aumentaría proporcionalmente, con lo que el valor monetario de esta categoría de beneficios aumenta en total a 156.61 millones de CUP para los tres años computados (Tabla 8).

Tabla 8. Beneficios monetarios de los bienes y servicios de regulación y apoyo producto de las acciones de ABE en toda la Zona de Manglares del Proyecto expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Servicios de regulación y apoyo	2016	2017	2018	Total
Reducción de daños ante ciclones y otros (costo de remplazo Dique Sur)	16,500,000.00	16,500,000.00	16,500,000.00	<b>49,500,000.00</b>
Calidad de aire y regulación de gases (carbono)	8,305,127.09	8,305,127.09	8,305,127.09	<b>24,915,381.27</b>
Regulación del Régimen hidrológico	3,523,697.74	3,523,697.74	3,523,697.74	<b>10,571,093.21</b>
Control de contaminación/ Regulación de desechos	292,687.58	292,687.58	292,687.58	<b>878,062.73</b>
Regulación de erosión	14,600,727.28	14,600,727.28	14,600,727.28	<b>43,802,181.83</b>
Ciclo de nutrientes	535,697.29	535,697.29	535,697.29	<b>1,607,091.87</b>
Biodiversidad (Hábitat y criadero)	8,445,663.40	8,445,663.40	8,445,663.40	<b>25,336,990.20</b>
<b>Total</b>	<b>52,203,600.37</b>	<b>52,203,600.37</b>	<b>52,203,600.37</b>	<b>156,610,801.12</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Si se comparan los beneficios proyectados en relación a los cambios ocurridos en el área total de manglares desde el año 1985 (5,211.12 hectáreas) hasta el año 2019 (9,013.71 hectáreas), se observa que, en este escenario, por el aumento de la contabilidad a toda la cobertura del manglar, se obtendría un aumento en

beneficios de más 22 millones de CUP al año, por los siete Servicios de regulación y apoyo contabilizados. (ver Anexo 2 y 3.) El valor total monetario de los servicios ecosistémicos en este escenario sería de 195.48 millones de CUP entre 2016 y 2018 (Tabla 9).



Tabla 9.- Beneficios monetarios totales de los bienes y servicios ecosistémicos producto de las acciones de ABE en toda la Zona de Manglares del Proyecto expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

<b>Beneficios</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Total</b>
Servicios de aprovisionamiento	11,834,215.34	13,736,429.94	13,304,424.54	<b>38,875,069.82</b>
Servicios de regulación y apoyo	52,203,600.37	52,203,600.37	52,203,600.37	<b>156,610,801.12</b>
<b>Total</b>	<b>64,037,815.71</b>	<b>65,940,030.31</b>	<b>65,508,024.91</b>	<b>195,485,870.93</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4. Costos y determinación del cociente beneficios/costos de las acciones de ABE realizadas**

Una vez estimados los beneficios de acuerdo con el marco de valoración de los servicios ecosistémicos del manglar adoptado, se procedió a determinar el nivel de los costos incurridos y se proyectó a cada uno de los escenarios. Luego se analiza la eficiencia de este proceso en cada uno de los escenarios de acuerdo con el cociente de beneficios/costos.

##### *4.1. Primer escenario: Escenario Base*

Los principales elementos del costo de las acciones de ABE en el área de intervención de la Zona de Manglar del Proyecto del Escenario Base se presentan en la Tabla 10. El costo total de las acciones para el área de Intervención, (Escenario 1) fue de más de 13.1 millones de CUP.





Tabla 10. Costos monetarios de las acciones ABE en el área de intervención de la zona del Proyecto Manglar Vivo expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Costos	Anterior a 2016	2016	2017	2018	2019	Total
A- Otros proyectos conservación	120,900.00	221,580.42	1,077,661.47	1,226,411.47	1,376,640.27	<b>4,023,193.63</b>
B- Costos de inversión y mantenimiento del manglar						
Establecimiento Mayabeque	995,249.61	0.00	1,108,016.74	1,251,133.11	214,194.48	<b>3,568,593.94</b>
Establecimiento Artemisa	0.00	0.00	507,402.97	650,519.34	159,501.90	<b>1,317,424.21</b>
Restauración Mayabeque	4,000.00	0.00	361,884.74	361,884.74	656,597.50	<b>1,384,366.98</b>
Restauración Artemisa	0.00	0.00	0.00	0.00	348,771.52	<b>348,771.52</b>
Fungibles	4,000.00	47,000.00	55,500.00	54,200.00	49,000.00	<b>209,700.00</b>
Combustible	24,300.00	67,400.00	75,100.00	63,800.00	65,540.00	<b>296,140.00</b>
Equipamiento	393,272.37	393,272.37	393,272.37	393,272.37	393,272.37	<b>1,966,361.86</b>
Total costos de inversión y mantenimiento del manglar	1,420,821.98	507,672.37	2,501,176.82	2,774,809.56	1,886,877.77	<b>9,091,358.51</b>
<b>Total</b>	<b>1,541,721.98</b>	<b>729,252.79</b>	<b>3,578,838.29</b>	<b>4,001,221.03</b>	<b>3,263,518.04</b>	<b>13,114,552.14</b>

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la relación beneficio costo del Escenario Base (Tabla 11), puede observarse que el beneficio neto obtenido a lo largo de los tres años cuantificados es de 107.19 millones de CUP. Puede verse en la Tabla 12 que el cociente de beneficio/costo de este escenario es de 9.17.

Este valor sugiere que, en este caso, de conformidad con las presunciones adoptadas, el proceso de ABE es altamente eficiente para la zona estudiada. Asimismo, se presentan los dos VAN estimados con las tasas de descuento del 14% y el 4%. La Figura 4 muestra el comportamiento comparativo del flujo del VAN con las dos tasas utilizadas.



Tabla 11. ACB de las acciones de ABE en el área de intervención de la Zona de Manglares del Proyecto “Manglar Vivo” según el Escenario Base (Escenario 1) expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

	Pre-2016 y post 2018	2016	2017	2018	Total
<b>Total beneficios</b>	-	38,977,510.30	40,879,724.90	40,447,719.50	<b>120,304,954.69</b>
<b>Total costos</b>	4,805,240.02	729,252.79	3,578,838.29	4,001,221.03	<b>13,114,552.14</b>
<b>Beneficios netos</b>					<b>107,190,402.55</b>

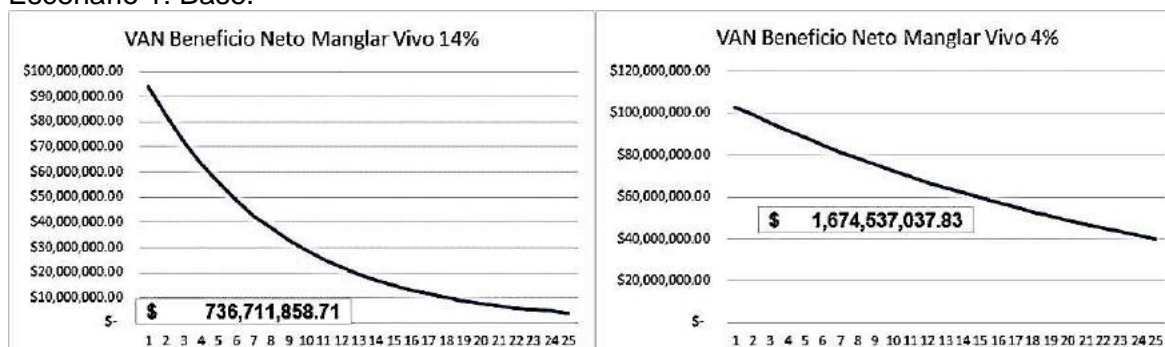
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento comparativo del flujo en el tiempo es característico de lo que la literatura ha señalado repetidamente en cuanto a la diferencia de la utilización de una tasa financiera frente a una menor que refleja el comportamiento del riesgo para un cálculo financiero ambiental. El flujo con la tasa del 14% muestra una reducción más pronunciada y puede convertirse en un incentivo para el consumo más rápido de los bienes y servicios ambientales. Se puede observar que la diferencia del valor de los servicios ecosistémicos

del manglar, luego del ajuste por las tasas referidas anteriormente es de más de 930 millones de pesos, lo que resulta un valor importante a considerar por los tomadores de decisiones.

Como parámetros de comparación de umbrales se incluyen también el valor por hectárea que los resultados del ACB implican de acuerdo con la estimación de beneficios totales y por año. La Tabla 12 presenta esta información.

Figura 4 - Presentación comparativa del comportamiento del VAN a 25 años con las Tasas Utilizadas – Escenario 1: Base.



Fuente: Elaboración propia.



Tabla 12 Indicadores generales eficiencia económica resultantes del ACB de las acciones de ABE en el área de intervención de la Zona de Manglares, Proyecto “Manglar Vivo” según el Escenario Base (Escenario 1) expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Indicador	Cifra
Cociente de Beneficio/Costo	9.38
VAN a 25 años con tasa de 14%	\$ 736,711,858.71
VAN a 25 años con tasa de 4%	\$ 1,674,537,037.83
Beneficios totales por Ha.	\$ 13,346.89
Beneficios totales por Ha. por año	\$ 4,448.96

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Segundo escenario: Modificaciones a Escenario Base

Este escenario muestra el impacto de considerar en el costo de remplazo para la protección contra eventos extremos solamente en el costo de mantenimiento del Dique Sur con el fin de relajar la presunción inicial de incluir el costo de construcción. Estos resultados se presentan en la Tabla 13.

La inclusión de sólo el costo de mantenimiento del Dique Sur, provocó, que al realizar el ACB de los servicios ecosistémicos del área de intervención del proyecto los beneficios netos en este escenario alcanzaran sólo el valor de 74.19 millones de CUP. Ello representa unos 33 millones de CUP menos que lo obtenido en el Escenario Base. Asimismo, el cociente de beneficio/costo baja a 6.66.

Tabla 13- ACB de las acciones de ABE en el área de intervención de la Zona de Manglares del Proyecto “Manglar Vivo” según el Escenario Base Modificado (Escenario 2) expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD

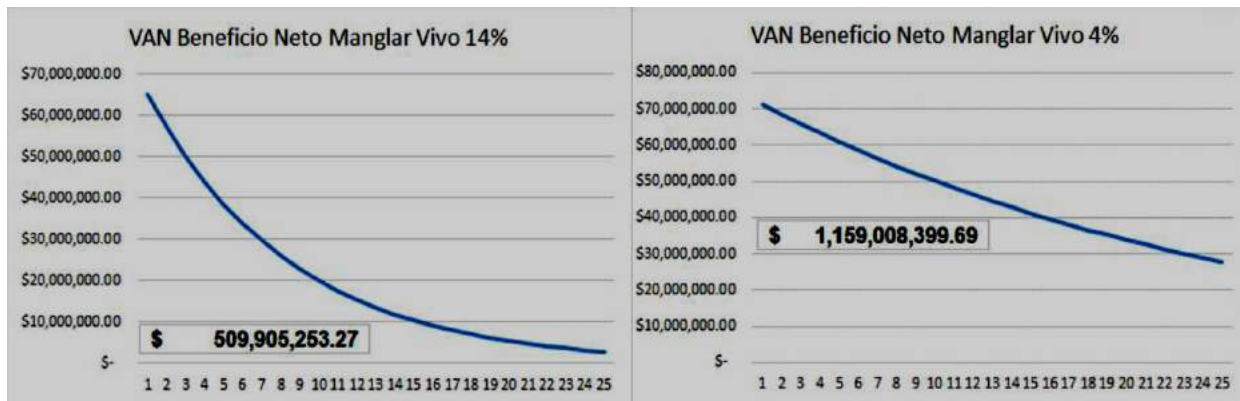
	Pre-2016 y post 2018	2016	2017	2018	Total
<b>Total beneficios</b>	-	27,977,510.30	29,879,724.90	29,447,719.50	<b>87,304,954.69</b>
<b>Total costos</b>	4,805,240.20	729,252.79	3,578,838.29	4,001,221.03	<b>13,114,552.14</b>
<b>Beneficios netos</b>					<b>74,190,402.55</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para este escenario los resultados del VAN se presentan en la Figura 5. Al reducirse los beneficios obtenidos en el escenario los valores de este indicador disminuyen, como era de esperar, para ambas tasas de depreciación en

más de 226 y 515 millones respectivamente. Una vez más se observa que la diferencia entre aplicar una tasa financiera y una ambiental resulta en una mayor depreciación al 14%. La diferencia en este caso es de más de 600 millones de CUP.

Figura 5- Presentación comparativa del comportamiento del VAN a 25 años con las Tasas Utilizadas– Escenario 2: Modificaciones de Escenario Base.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las cifras indicadoras se incluyen en la Tabla 14. Estas estimaciones son más conservadoras que las del escenario base.

Pueden considerarse como alternativa a tomar en cuenta por los tomadores de decisiones como un buen indicador también de la rentabilidad económico-ecológica del proyecto.

Tabla 14- Indicadores generales de las eficiencias económicas resultantes del ACB de las acciones de ABE en el área de intervención del Proyecto considerando solamente el costo de mantenimiento del Dique Sur según el Escenario Base Modificado (Escenario 2) expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Indicador	Cifra
Cociente de Beneficio/Costo	6.66
VAN a 25 años con tasa de 14%	\$ 509,905,253.27
VAN a 25 años con tasa de 4%	\$ 1,159,008,399.69
Beneficios totales por Ha.	\$ 9,685.80
Beneficios totales por Ha. por año	\$ 3,228.60

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Tercer escenario: Zona Completa del Proyecto.

El escenario final se elaboró proyectando la contabilidad de los beneficios obtenidos de aplicar las técnicas de intervención a toda el área de manglares del proyecto. Este escenario nos refleja los resultados expresados en la Tabla 15, donde puede observarse que el beneficio neto sería de 182.37 millones de CUP, de acuerdo con las presunciones adoptadas.

En la Figura 6 muestra el comportamiento comparativo del flujo del VAN con las dos tasas utilizadas. Se puede observar que la diferencia del valor de los servicios ecosistémicos del manglar, luego del ajuste es de más de 930 millones de pesos, una vez más mostrando el peso de las tasas financieras en estos cálculos, información muy relevante para los creadores de políticas públicas



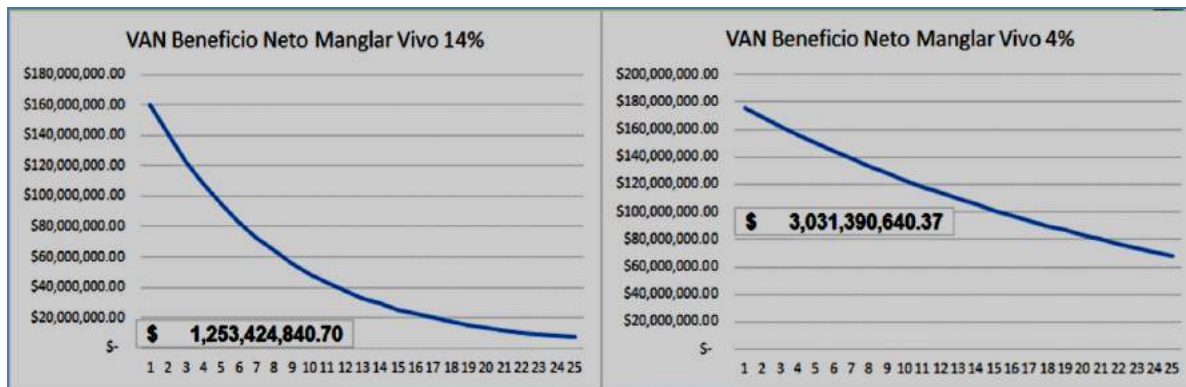


Tabla 15. ACB de las acciones de ABE proyectadas en toda la zona de manglares (Escenario 3) del Proyecto “Manglar Vivo” expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

	Pre-2016 y post 2018	2016	2017	2018	Total
<b>Total beneficios</b>	-	64,037,815.71	65,940,030.31	65,508,024.91	<b>195,485,870.93</b>
<b>Total costos</b>	4,018,695.28	991,434.37	3,841,019.87	4,263,402.61	<b>13,114,552.14</b>
<b>Beneficios Netos</b>					<b>182,371,552.14</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6- Presentación comparativa del comportamiento del VAN a 25 años con las tasas utilizadas- Escenario 3: Zona completa del Proyecto



. Fuente: Elaboración propia.

Puede verse en la Tabla 16 que el cociente de beneficio/costo de este escenario es de 14.91, lo que puede demostrar que el proceso de ABE tendría un impacto positivo en toda la zona costera de las provincias estudiadas. Ello da buenos

indicios de que la ampliación del trabajo del proyecto en esa dirección sería beneficioso para tanto para la economía como para los ecosistemas de esta región cubana.

Tabla 16- Indicadores generales de eficiencia económica resultantes del ACB de las acciones de ABE en toda la Zona de Manglares del Proyecto “Manglar Vivo” expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD

Indicador	Cifra
<b>Cociente de Beneficio/Costo</b>	14.91
<b>VAN a 25 años con tasa de 14%</b>	\$ 1,253,424,840.70
<b>VAN a 25 años con tasa de 4%</b>	\$ 3,031,390,640.37
<b>Beneficios totales por Ha.</b>	\$ 21,687.61
<b>Beneficios totales por Ha. por año</b>	\$ 7,229.20

Fuente: Elaboración propia.



Debe observarse sin embargo que se ha asumido en este escenario que los costos son constantes. Si lo que se enfrentara fueran zonas con las necesidades de restauración que tuvieron las áreas intervenidas, sería razonable asumir que los costos de inversión y mantenimiento de las zonas de manglares subieran proporcionalmente. Esa condición de degradación de un área más de tres

veces mayor haría difícil también el mantener constantes los beneficios en servicios por protección contra eventos climáticos extremos. Si ambas categorías se aumentaran proporcionalmente, la situación de beneficios y costos variaría, conforme se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17. ACB de las acciones de ABE proyectadas en toda la zona de manglares (Escenario 3 Modificado) del Proyecto “Manglar Vivo” expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

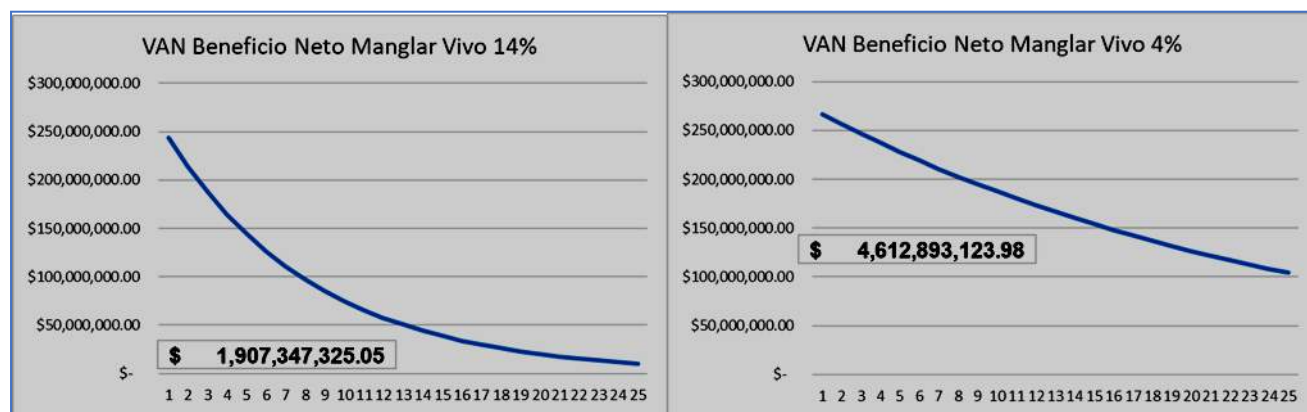
	Pre-2016 y post 2018	2016	2017	2018	Total
<b>Total beneficios</b>	-	102,888,100.41	104,790,315.01	104,358,309.61	<b>195,485,870.93</b>
<b>Total costos</b>	12,593,426.52	1,924,599.23	9,468,015.97	10,534,684.15	<b>34,520,725.86</b>
<b>Beneficios Netos</b>					<b>277,515,999.18</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, puede observarse el comportamiento del VAN en la Figura 7 y del cociente de beneficio/costo en la Tabla 17. El aumento proporcional en los costos que se indicaron vuelve el cociente a un nivel cercano al del escenario base. Los beneficios totales y por año por hectárea

aumentan proporcionalmente también. La diferencia de la aplicación de la tasa de descuento ambiental frente a la financiera en el caso del cálculo del VAN, repite el comportamiento anteriormente detectado con una diferencia de casi 3 mil millones de CUP.

Figura 7- Presentación comparativa del comportamiento del VAN a 25 años con las tasas utilizadas- Escenario 3 Modificado: Zona completa del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Como parámetro adicional de comparación se observaron los valores monetarios por hectárea de servicios ecosistémicos de 7 humedales RAMSAR que se estimaron, en estudios antes mencionados, recientemente en Costa Rica mediante

transferencia de beneficios. En este caso, la estimación con todas las coberturas en los humedales costeros que poseen manglares osciló en un rango de US\$ 8,593 a US\$ 27,546 por hectárea por año (Proyecto Humedales de SINAC-



PNUD-GEF, 2017). Asimismo, se examinó otro estudio que aplica esta metodología en varias versiones mezclada con otras a los manglares del

Golfo de Nicoya. Este estudio presenta un rango entre US\$ 2,997.00 y US\$7,638 por hectárea por año (Hernández-Blanco, et al., 2018).

Tabla 17- Indicadores generales de eficiencia económica resultantes del ACB de las acciones de ABE en toda la Zona de Manglares del Proyecto “Manglar Vivo” expresados en CUP de acuerdo con la presunción de 1 CUP= 1 USD.

Indicador	Cifra
<b>Cociente de Beneficio/Costo</b>	9.04
<b>VAN a 25 años con tasa de 14%</b>	\$ 1,907,347,325.05
<b>VAN a 25 años con tasa de 4%</b>	\$ 4,612,893,123.98
<b>Beneficios totales por Ha.</b>	\$ 34,618.01
<b>Beneficios totales por Ha. por año</b>	\$ 11,539.34

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que, en los escenarios 1 y 2, las estimaciones incluidas están en un rango entre cerca de 3,200 y 4,400 CUP/ha por año y en el caso del escenario 3 entre cerca de 7,200 y 11,500 CUP/ha por año parece que los mismos no son desproporcionados. Ello es especialmente notorio si tomamos en cuenta que, en los estudios citados anteriormente, no se siguieron algunos de los parámetros más selectivos para la escogencia de los estudios de sitios de política y de trazabilidad que se siguieron para este trabajo

Hay varias oportunidades para expandir la información valiosa que aporta el enfoque adoptado en este estudio. Entre ellos está la determinación con mayor precisión del valor del carbón almacenado, no del flujo anual, en los manglares en el área intervención del proyecto y del área total de manglares. Ello constituye otro aspecto valioso para comparabilidad con otros estudios como Arguedas (2015) en el Golfo de Nicoya en Costa Rica que calculó la existencia en la biomasa y el carbón en el suelo hasta 3 metros de profundidad. Entre las cifras calculadas en esta etapa, el proyecto calculó en forma muy provisional un monto para el total del manglar del área de las dos provincias en estudio, pero éste debe precisarse para ser realmente validable.

Finalmente se puede estimar el valor monetario potencial anual en turismo de manglares para la zona del proyecto. Este es un nicho novedoso del

turismo que está desarrollándose también en otras latitudes, sobre todo por las oportunidades que ofrece en relación a la avifauna y otras atracciones. El proyecto hizo una estimación bastante preliminar en relación a las áreas del proyecto. Vale la pena dar seguimiento a esta estimación con un método adecuado que permita pensar en su potencial para el período de recuperación económica que debe abordar Cuba.

## 5. Conclusiones

El enfoque utilizado en este estudio para el análisis costo-beneficio realizado permitió determinar la efectividad económica de las acciones de adaptación basada en ecosistemas (ABE) en toda la Zona de Manglares del Proyecto “Manglar Vivo” al tomar en cuenta un rango más amplio de beneficios relacionados a los servicios ecosistémicos más tangibles (aprovisionamiento) y los menos tangibles (regulación y apoyo) pero igual de importantes para la calidad de vida de las poblaciones. El valor monetario total de los servicios ecosistémicos en las áreas de intervención del proyecto en la que se aplicaron medidas de ABE alcanzó un valor superior a 120 millones de CUP para el escenario base en los años de ejecución del proyecto (2014-2019), resaltando que no se pudieron obtener los beneficios del año 2019 al momento de la cuantificación. Debe recordarse que se asume



paridad entre el dólar estadounidense y el peso cubano dada la vigencia de esta presunción al momento de realizar el estudio.

Al analizar el Cociente Beneficio/Costo del proceso de ABE en el área de intervención de la Zona de Manglares del Proyecto, los beneficios netos están en un rango entre los 107 y 74 millones de CUP. La variación se registró al variar las presunciones respecto a los beneficios por servicios ecosistémicos relacionados al Servicio de regulación y apoyo de reducción de daños causados por eventos naturales.

En los tres escenarios estudiados el Cociente Beneficio/Costo fue superior a 6.8; es decir que por cada peso invertido se obtuvo un beneficio neto superior a 6 pesos, lo que evidencia la rentabilidad económico-ecológica de la ejecución del proyecto bajo esta metodología. Asimismo, debe observarse que las estimaciones de valor monetario de servicios ecosistémicos y los cálculos del análisis costo-beneficio realizado para las áreas de intervención del proyecto "Manglar Vivo" coinciden de forma razonable con los resultados obtenidos por investigaciones recientes realizadas en este tipo de ecosistemas en la región en Costa Rica, como se indicó.

Los resultados del análisis costo-beneficio obtenidos en esta investigación representan una importante información a tomar en cuenta por los decisores a la hora de continuar el trabajo de adaptación en los manglares de estas provincias. Así, como recomendación de política, debe concluirse que adoptar un método de evaluación integral como el utilizado en este estudio ayuda a las agencias gubernamentales a comprender con mayor profundidad la eficiencia y la indisoluble relación entre beneficios económicos tangibles y las demás categorías de servicios ecosistémicos producto de todas las actividades de proyectos como "Manglar Vivo" que integran actividades de restauración y conservación con la promoción de actividades productivas sostenibles. Se va más allá de comprender cómo estas acciones ayudan a aumentar solamente la biodiversidad o la resistencia a las inundaciones de las comunidades costeras en las provincias de Artemisa y Mayabeque. El Proyecto invirtió directamente en medidas de ABE con las entidades de los gobiernos provinciales y municipales, así como los locales fortaleciendo el papel de estas últimas en la gestión del riesgo de

desastres y contribuyendo a fortalecer la economía local.

A los resultados de este enfoque se debe unir la oportunidad hoy día de superar los efectos de la pandemia del COVID-19. En esta coyuntura, la demostración económica de los resultados de los proyectos que aplican enfoques basados en ABE son esenciales para demostrar su valor, al lado de los avances ecológicos y sociales, en comparación con otros enfoques y como sustento potencial de la recuperación económica cubana.

Afortunadamente, la ABE también da oportunidad para enfoques alternativos de contabilidad como el aplicado aquí que permitan evaluar su desempeño en la resiliencia de las comunidades vulnerables y más allá. La continuación del trabajo en estas zonas debe ajustarse a la realidad combinada de los retos que traen estos dos factores globales y a la realidad de Cuba en esta parte del presente siglo, explorando el potencial para capitalizar dentro de la economía nacional y local las oportunidades que ofrecen beneficios como la fijación de carbono o el fortalecimiento del turismo de manglares (para observación de vida silvestre y otras atracciones) en esta zona.

## Referencias bibliográficas

Aguilar, B. y Semanchin, T., 1998. The Implications of Ecological Economic Theories of Value to Cost-Benefit Analysis: Importance of Alternative Valuation for Developing Nations with Special Emphasis on Central America. *Indian Journal of Applied Economics*, Vol.7, No.3: 367-420.

Aguilar-González, B.; Kocian, M.; Batker, D.; Hidalgo, M.; León, E.; Córdoba, K.; González, A.; Umaña, L.; Erbure, L. y J. Rivera., 2012. Valoración Económico-Ecológica Rápida de los Daños Ambientales Relacionados a los Cambios en la Cobertura del Suelo en la Fincas Propiedad de Industrias Infinito luego de la Resolución 244-2008-SCH del Área de Conservación Huetar Norte, San José, Costa Rica: Fundación Neotrópica, Editorial Heliconia.

Aguilar-González, B., Carranza-Vargas, M., Hidalgo-Chaverri, M. y A. Fernández-Sánchez., 2016. Monetary valuation of the environmental damage arising from the construction of artificial caños and clearing of trees and vegetation





performed by the Government of Nicaragua in Isla Portillos, Humedal Caribe Noreste, Costa Rica, San José, Costa Rica: Fundación Neotrópica.

Aguilar González, B., 2020. Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos para el Proyecto "Manglar Vivo". Parte 2. Reporte de Consultoría para la Agencia del Medio Ambiente-CITMA, La Habana, Cuba. Fundación Neotrópica.

Ammour, T., Windervoxhel, N. y G. Sencion., 2000. Economic valuation of mangrove ecosystems and sub-tropical forests in Central America. En: Dore M., R. Guevara (ed), "Sustainable Forest management and Global Climate Change". Edward Elgar Publishing, UK.

Arguedas Marín, M., 2015. Valoración económica de servicios ecosistémicos brindados por el manglar del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental. Turrialba, Costa Rica.

Barbier, E.B., Strand, I. y S. Sathirathai., 2002. Do open access Conditions affect the valuation of an externality? Estimating the welfare effects of Mangrove-Fishery Linkages in Thailand. *Environmental and Resource Economics* 21(4): 343-367.

Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A. y P.A.L.D. Nunes., 2013. Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico. *Ocean & Coastal Management*. 78:1-11.

Caraballo Díaz, Y., 2006. Tutela Jurídica del Ecosistema del Manglar En Cuba. [https://huespedes.cica.es/gimadus/14-15/13\\_manglar\\_en\\_cuba.htm](https://huespedes.cica.es/gimadus/14-15/13_manglar_en_cuba.htm)

CEPAL, 2020. Dimensionar los efectos del COVID-19 para pensar en la reactivación, Santiago, Chile: CEPAL.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. y M. van den Belt., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, Vol. 387: 253-260.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I. Y., y S. Farber., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Changes* Vol. 26: 152-158. [www.elsevier.com/locate/gloenvcha](http://www.elsevier.com/locate/gloenvcha)

de Groot, R., Stuij, M., Finlayson, M. y N. Davidson., 2006. Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services, Gland, Switzerland: RAMSAR Convention Secretariat.

de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Constanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., ten Brink, P. y P. van Beukering., 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, Volumen 1, p. 50-61.

De la Peña, A., Rojas, C. A. y M. De la Peña., 2010. Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono, Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clío América*. 4: 7, pp. 133 - 150. Univ. de Magdalena, Colombia

Devisscher, T., 2010. Ecosystem-based Adaptation in Africa: Rationale, Pathways and Cost Estimates. Sectoral Report for the AdaptCost Study. Stockholm Environment Institute (SEI).

Figueredo, O., 2018. ¿Por qué debemos proteger los manglares en Cuba?. [En línea] En: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2018/02/09/por-que-debemos-proteger-los-manglares-en-cuba-video> [Último acceso: 1 junio 2020].

Gómez Pais, G., 2001. Análisis Económico de las Funciones Ambientales del Manglar, La Habana, Cuba: Tesis Doctoral. Universidad de La Habana.

Gómez Pais, G., 2005. Importancia económico-ambiental del ecosistema manglar. *Economía y Desarrollo*, 138(1), pp. 111-134.

González Delgado, Y., Marrero Marrero, M., Petersson Roldán, M., Suarez Ojeda, R. y R. Santana Águila., 2014. Valoración económica de algunos servicios ambientales: estudio de caso ecosistema Ciénaga de Zapata. En: H. Ferro Azcona, G. Gómez Pais & O. Acosta Rodríguez, eds. *Áreas protegidas y comunidades humanas. Una mirada desde el sur*. La Habana, Cuba:



Centro Nacional de Áreas Protegidas-CITMA, pp. 118-158.

Hernández-Blanco, M., Costanza, R. y M. Cifuentes., 2018. Valoración de los Servicios Ecosistémicos Provistos por los Manglares del Golfo de Nicoya, San José, Costa Rica: Conservación Internacional.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri R.K and Reisinger A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

IPCC, 2014: Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer O., R. Pichs-Madruga Y. Sokona E. Farahani, S. Kadner K. Seyboth A. Adler, I. Baum S. Brunner P. Eickemeier B. Kriemann J. Savolainen S. Schlomer C. von Stechow T. Zwickel y J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kumar K.K.S., Shyamsundar P. y A.A. Nambi., 2010. The Economics of Climate Change Adaptation in India – Research and Policy Challenges Ahead. Policy Note Nr. 42-10, April 2010. The South Asian Network for Development and Environmental Economics [SANDEE]. Pp. 6. Available online at: [http://www.sandeeonline.org/uploads/documents/workshop/281\\_WRKDOC\\_171\\_WRKDOC\\_Policy\\_Note\\_42.pdf](http://www.sandeeonline.org/uploads/documents/workshop/281_WRKDOC_171_WRKDOC_Policy_Note_42.pdf).

Lanza, C., 2017. Economic feasibility analysis of the use of innovative alternative water sources in Cuba: A case study, Delft, Holanda: Tesis para el título de maestría académica en el UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Lhumeau, A. y D. Cordero., 2012. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático, Quito, Ecuador: UICN.

Liu, S., Costanza, R., Farber, S. y A. Troy., 2010. Valuing Ecosystem Services. Theory, Practice, and the Need for a Transdisciplinary Synthesis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Issue 1185, pp. 54-78.

Markandya, A., 2016. Cost benefit analysis and the environment: How to best cover impacts on

biodiversity and ecosystem services, Paris, France: OECD Publishing.

Mendoza-González, G., Martínez M.L., Lithgow, D., Pérez-Maqueo, O. y P. Simonin., 2012. Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics* 82: 23-32.

Pascual, U., Muradian, R., Brander, L., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B. y M. Verma., 2010. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. In: P. Kumar, ed. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*. Londres & Washington DC: Earthscan, pp. 182-156.

Proyecto Humedales de SINAC-PNUD-GEF, 2017. Valoración de los servicios ecosistémicos que ofrecen siete de los humedales protegidos de importancia en Costa Rica. Palo Verde, Caribe Noreste, Caño Negro, Gandoca-Manzanillo, Maquenque, Terraba-Sierpe y Las Baulas, San José, Costa Rica: SINAC/CINPEUNA/PNUD.

Reyes Gätjens, V., Miranda Quirós, M., Monge Hernández, C. y F. Salas Pinel., 2004. Valoración Económica del Ecosistema Humedal Nacional Terraba-Sierpe y Propuesta de Mecanismos para su Sostenibilidad, Costa Rica. UICN 9 pp.

Rizvi A.R., Baig S., y M. Verdone., 2015. Ecosystems Based Adaptation: Knowledge Gaps in Making an Economic Case for Investing in Nature Based Solutions for Climate Change. Gland, Switzerland: IUCN. v + 48 pp.

Samonte-Tan, G.P.B., White, A. T., Tercero, M. A., Diviva, J., Tabara, E. y C. Caballes., 2007. Economic Valuation of Coastal and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. *Costal Management* 35(2): 319-338.

Souza, F. E. S. y C. A. Ramos e Silva., 2011. Ecological and economic valuation of the Potengi estuary mangrove wetlands (NE, Brazil) using ancillary spatial data. *J. of Coast Conservation*. 15:195-206.

TEEB, 2010. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. Washington, DC, EEUU: Earthscan.

Tong, C., R.A. Feagin, J. Lu, X. Zhang, X. Zhu, W. Wang y W. He., 2007. Ecosystem service values and restoration in the urban Sanyang wetland of



Wenzhou, China. *Ecological Economics* 29(3): 249-258.

UICN, 2019. Moción 093-Conservación, restauración y gestión sostenible de los ecosistemas de manglares. [En línea] En: <https://www.iucncongress2020.org/es/motion/093> [Último acceso: 10 junio 2020].

Venton C.C., 2010. Cost benefit analysis for community-based climate and disaster risk management: Synthesis Report. Tearfund and OXFAM America.

Zamora, M., 2019. Los manglares, una barrera natural. *Invasor*, 2 abril, pp. <http://www.invasor.cu/es/secciones/ciencia-y-tecnologia/los-manglares-una-barrera-natural>.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al M. Sc. Eduardo Cuesta de la Universidad Agraria de la Habana, por su asistencia y observaciones en las reuniones de presentación y elaboración inicial del presente artículo. De igual manera deseamos agradecer a los M. Sc. Luis David Almeida Famada y José Manuel Guzmán Menéndez por la información complementaria de las superficies de manglar existentes al inicio del Proyecto y las restauradas durante el mismo, así como todos aquellos que nos brindaron alguna información. Asimismo, se agradece al apoyo del proyecto internacional "Reducción de la vulnerabilidad a las inundaciones costeras mediante la adaptación basada en ecosistemas en el sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque", financiado por el Fondo de Adaptación e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).



## Anexo 1. Relación de trabajos seleccionados para la monetización por transferencia de beneficios

Servicio específico	Fuente y año	Sitio de ecosistema de referencia del manglar
Calidad del aire y regulación de gases	Arguedas, 2015	Golfo de Nicoya, Costa Rica
	Gómez, 2001	Sabana Camagüey, Cuba
	De la Peña <i>et al.</i> , 2010	Ciénaga Grande, Santa Marta, Colombia
Regulación del régimen hidrológico	Emerton y Kekulandala, 2003 citado por DeGroot <i>et al.</i> ,2012 y Costanza <i>et al.</i> 2014	Sri Lanka
	Tong <i>et al.</i> , 2007 citado por DeGroot <i>et al.</i> ,2012 y Costanza <i>et al.</i> 2014	China
Ciclo de nutrientes	Costanza <i>et al.</i> 2014 / DeGroot <i>et al.</i> ,2012	Global, Nicaragua
Regulación de desechos y control contaminación	Souza y Ramos, 2011	Noreste de Brasil
Regulación de la erosión	Emmerton, 2005 citado por DeGroot <i>et al.</i> ,2012 y Costanza <i>et al.</i> 2014	Camboya
	Samonte-Tan <i>et al.</i> , 2007 citado por DeGroot <i>et al.</i> ,2012 y Costanza <i>et al.</i> 2014	Triangulo Bohol, Filipinas
Hábitat y criadero	Ammour <i>et al.</i> , 2000	Nicaragua
	Barbier <i>et al.</i> , 2002	Tailandia
	Samonte-Tan <i>et al.</i> , 2007 citado por DeGroot <i>et al.</i> ,2012 y Costanza <i>et al.</i> 2014	Triangulo Bohol, Filipinas.



Anexo 2. Valor Monetario de los Servicios de regulación y soporte asumiendo acciones de ABE en toda la Zona de Manglares del Proyecto “Manglar Vivo”. Escenario: Zona completa del Proyecto. UM: CUP. Fuente: Aguilar, (2020).

<i>Área Total 2019: 9013.71 ha</i>			
<b>Servicios de regulación y soporte</b>	<b>Valor Bajo</b>	<b>Valor Alto</b>	<b>Valor Medio</b>
Reducción de daños ante ciclones y otros (costo de remplazo Dique Sur)	\$ 16,500,000.00	\$ 16,500,000.00	\$ 16,500,000.00
Calidad de aire y regulación de gases	\$ 1,026,206.46	\$ 15,584,047.72	\$ 8,305,127.09
Regulación del régimen hidrológico	\$ 3,523,697.74	\$ 3,523,697.74	\$ 3,523,697.74
Control de contaminación/ Regulación de desechos	\$ 7,013.86	\$ 578,361.29	\$ 292,687.58
Regulación de erosión	\$ 14,600,727.28	\$ 14,600,727.28	\$ 14,600,727.28
Ciclo de nutrientes	\$ 535,697.29	\$ 535,697.29	\$ 535,697.29
Hábitat y criadero	\$ 1,333,292.19	\$ 15,558,034.61	\$ 8,445,663.40
<b>Total</b>	<b>\$ 37,526,634.82</b>	<b>\$ 66,880,565.93</b>	<b>\$ 52,203,600.37</b>

Anexo 3. Valor Monetario de los servicios de regulación y soporte en los Manglares Ubicados en el Área Total del Proyecto “Manglar Vivo”. Año 1985. UM: CUP 2019/ha/año. Fuente: Aguilar, (2020).

<i>Área Total 1985: 5211.12 ha</i>			
<b>Servicios de regulación y soporte</b>	<b>Valor Bajo</b>	<b>Valor Alto</b>	<b>Valor Medio</b>
Reducción de daños ante ciclones y otros (Costo de Remplazo Dique Sur)	\$ 9,539,188.64	\$ 9,539,188.64	\$ 9,539,188.64
Calidad de aire y regulación de gases	\$ 593,283.45	\$ 9,009,646.72	\$ 4,801,465.09
Regulación del régimen hidrológico	\$ 2,037,164.69	\$ 2,037,164.69	\$ 2,037,164.69
Control de contaminación/ Regulación de desechos	\$ 4,054.94	\$ 334,369.54	\$ 169,212.24
Regulación de erosión	\$ 8,441,157.07	\$ 8,441,157.07	\$ 8,441,157.07
Ciclo de nutrientes	\$ 309,704.09	\$ 309,704.09	\$ 309,704.09
Hábitat y criadero	\$ 770,819.74	\$ 8,994,607.69	\$ 4,882,713.72
<b>Total</b>	<b>\$ 21,695,372.63</b>	<b>\$ 38,665,838.45</b>	<b>\$ 30,180,605.54</b>