Proyecto
Comunidades Sostenibles para la ACCIÓN Climática en la Península de Yucatán (ACCIÓN Yucatán)

Consultoría: 1.2.1 Potencial de Mitigación del Proyecto ACCIÓN

Nombre de la firma consultora: SustainLuum

Número de contrato: D-58-5-23-0362

Número de producto: 3/4

Producto: Informe detallado sobre el análisis del potencial de mitigación de carbono del proyecto.

Contenido

I. Introducción al proyecto ACCIÓN 1
II. Desarrollo de la Consultoría 3
III. Resultados de la Consultoría 3
IV. Referencias 13

Índice de tablas

Tabla 1 Resumen de escenarios Propuestos 1
Tabla 2 Tasas de degradación con y sin proyecto con la intervención de medios de vida sustentables 4
Tabla 3 Por componente del proyecto acción 1
Tabla 4 Potencial de mitigación para el escenario 1, por ecosistemas 4
Tabla 5 Supuestos de la reducción de la degradación por la incidencia de Medios de Vida sustentables 5
Tabla 6 Tasas de degradación con y sin proyecto con la intervención de medios de vida sustentables 6
Tabla 7 Potencial de mitigación de GEI por Ecoturismo 6
Tabla 8 Potencial de mitigación de GEI por Pesca Sustentable 7
Tabla 9 Potencial de mitigación de GEI por Acuacultura 7
Tabla 10 Potencial de mitigación de GEI por Apicultura 8
Tabla 11 Distribución de la implementación de subproyectos de manejo mejorado de ecosistemas mediante MVS para el escenario 2 8
Tabla 12 Escenario de distribución de proyectos aplicables a la restauración y manejo mejorado de EMC prioritarios por MVS 8
Tabla 13 Mitigación del potencial de mitigación para el escenario 3, por ecosistema 9
Tabla 14 Resultados del escenario 4 - Potencial de mitigación total del proyecto ACCIÓN 10
Tabla 15 Resumen de escenarios de mitigación 11
Tabla 16 Mitigación del potencial de mitigación por componente del proyecto acción 11
Tabla 17 Potencial de mitigación del Proyecto ACCIÓN 12

Siglas y acrónimos

AbE	Adaptación basada en ecosistemas
ACCIÓN	Comunidades sostenibles para la acción climática en la Península de Yucatán
ANP	Área Natural Protegida
CO_2e	Dióxido de carbono equivalente
C	Carbono
CA	Carbono Azul
EMC	Ecosistemas Marino-costeros
ECA	Ecosistemas de Carbono Azul
FE	Factores de Emisión
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
GCF	Green Climate Fund – Fondo Verde para el Clima
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ha	Hectárea
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
Km	Kilómetros
m^2	Metros cuadrados
MVS	Medio de vida sustentable
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
Ton	Tonelada
PY	Península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo y Yucatán)
tCO_2e	Toneladas de dióxido de carbono equivalente

I. Introducción al proyecto ACCIÓN

Los EMC son clave en la protección de las costas por impactos causados por eventos meteorológicos extremos; funcionan como barreras naturales que absorben la energía de las olas y vientos, reduciendo su impacto. También ayudan a mitigar los efectos de las inundaciones, a estabilizar los sedimentos y a prevenir la erosión costera. Así mismo, son grandes reservorios de carbono y en consecuencia contribuyen a la regulación climática, favoreciendo la captura de dióxido de carbono de la atmósfera, fijándolo en su vegetación y sedimentos. Los manglares, pastos marinos y marismas son especialmente eficaces para almacenar/secuestrar carbono. Los EMC también ayudan a mitigar los efectos del cambio climático, al reducir la influencia del incremento del nivel del mar (Bernhardt & Leslie, 2013). A pesar de los múltiples beneficios que los EMC brindan a la sociedad (e.g. oportunidades de economía creativa, seguridad alimentaria, protección costera) al estar ubicados en las partes terminales de las cuencas costeras reciben el impacto acumulativo de las actividades humanas. La pérdida y degradación de los EMC, además de contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), repercuten en la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos que nos brindan lo que genera costos ambientales, así como importantes pérdidas económicas. Estas amenazas tienen efectos perjudiciales sobre los EMC, ya que reducen su capacidad de adaptación y resiliencia (Saunders, y otros, 2020). En este sentido los esfuerzos de restauración y conservación de los EMC son cruciales para proteger la biodiversidad que albergan y el desarrollo sustentable de las actividades productivas que favorecen (Saunders, y otros, 2020).

La Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) considera a la conservación, restauración y manejo mejorado de los ecosistemas como intervenciones estratégicas que contribuyen en aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático de las poblaciones y ecosistemas. La restauración y el manejo mejorado en los ecosistemas de carbono azul (ECA) se puede proponer como una medida de AbE por todos los servicios ecosistémicos que esto brindan a las costas, a su vez al implementar este tipo de medidas se crean oportunidades directas para el desarrollo y generación de empleos asociados a las pesquerías, apicultura, acuicultura de bajo impacto, turismo y recreación. Los manglares, pastos marinos y marismas son EMC que se han denominado ecosistemas de carbono azul (ECA), por su alta capacidad de secuestrar carbono, significativamente más alta que los ecosistemas terrestres, y por proveer amplios beneficios de mitigación, adaptación y resiliencia ante los efectos del cambio climático (Mcleod, y otros, 2011) (Lovelock & Duarte, 2019).

El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) ha lanzado el Proyecto ACCIÓN (impulsado por FMCN y financiado por el GCF) que tiene como objetivos aumentar la resiliencia climática de comunidades, ecosistemas y sistemas productivos vulnerables en las costas de la Península de Yucatán a través de la adaptación basada en ecosistemas (AbE) y medios de vida sostenibles (FMCN, 2023). El proyecto ACCIÓN tiene el objetivo de aumentar la resiliencia climática de poblaciones, ecosistemas y sistemas productivos vulnerables en las costas de la Península de Yucatán desde la Laguna de Términos (Campeche) hasta Chetumal (Quintana Roo), a través de la

Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y del fortalecimiento de medios de vida sostenibles. El proyecto tiene cuatro componentes claves para lograr su objetivo:

1. Implementación de subproyectos de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en paisajes costeros y marinos seleccionados en la Península de Yucatán;
2. Financiamiento sostenible para escalar las iniciativas de AbE;
3. Mecanismo financiero para la conservación y la restauración de manglares (carbono azul);
4. Gestión del conocimiento y coordinación con las políticas públicas existentes.

En este contexto, los ecosistemas de carbono azul son prioritarios para enfocar las intervenciones del proyecto ACCIÓN, y de esta forma asegurar mantener su rol ecosistémico como almacenes/secuestradores de carbono a largo plazo y la provisión de servicios ecosistémicos clave para el bienestar de las comunidades costeras de la Península de Yucatán.

Para fines de este proyecto se establecen las siguientes definiciones para la Restauración, Conservación y Manejo mejorado de Ecosistemas Marino-Costeros (EMC)[1], las medidas de intervención de interés para el proyecto ACCIÓN:

Restauración: Restablecer la salud de la biodiversidad y la función de los servicios ecosistémicos desde un punto en el que el ecosistema no puede recuperarse por sí solo (grado de degradación alto).

Conservación: El manejo y uso sustentable de los recursos naturales, para así mantener la salud de la biodiversidad y la funcionalidad de los recursos ecosistémicos.

Manejo mejorado: Busca mejorar las prácticas humanas para lograr un aprovechamiento sostenible y disminuir la presión sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los cuales depende el bienestar humano.

[1] Conceptos definidos a partir de la revisión de diversas fuentes de referencia establecidas por el Center for International Forestry Research en 2017. TNC, ASK, FMCN, PPY, WWF. 2023. *Síntesis del Plan de Conservación de la Península de Yucatán y su Zona Costera*. Eds. Secaira-Fajardo, F.; Lasch-Thaler, C.; Jolón-Morales, M.; García-Contreras, G.; Rodríguez-Reynaga, F. Yucatán, México.

II. Desarrollo de la Consultoría

El objetivo de la consultoría consiste en la estimación del Potencial de Mitigación de Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a partir de la incidencia de subproyectos bajo los componentes de Proyecto ACCIÓN. Los resultados de la consultoría, incluyendo el análisis del potencial de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por territorio de intervención están alineados a las especificaciones de los siguientes instrumentos directriz del Green Climate Fund (GCF):

- *Readiness and Preparatory Support Programme Guidebook* (2023)
- *Guidelines for the environmental and social screening of activities proposed under the Simplified Approval Process* (2018)
- *Methodology for establishing a baseline of greenhouse gas emissions and climate resilience for the portfolio of accredited entities* (2021)
- *SAP Technical Guidelines: Ecosystems and ecosystem services* (2023)
- *Steps to enhance the climate rationale of GCF-supported activities* (2022)
- *Marcos de medición del desempeño en materia de mitigación y adaptación* (s/f)

Así mismo, este producto está desarrollado bajo el alcance de lo establecido en el "*Approved Project Preparation Facility Application*" (PPF053) del proyecto ACCIÓN, así como de los resultados de consultorías previas que delimitaron elementos de alcance territorial y operativo del proyecto.

La estimación del potencial de mitigación de emisiones de GEI como resultado de las actividades del proyecto ACCIÓN, se enfocará en la reducción de emisiones resultado del uso del suelo y la degradación[2] de manglares, marismas y pastos marinos, mediante la conservación y el manejo sostenible de los ecosistemas por medios de vida sustentables (MVS) y el aumento de sus reservas de carbono.

Para lo anterior se propusieron escenarios alineados a los límites de implementación del proyecto en términos del tiempo de implementación, territorio de acción, los ecosistemas marino costeros y los medios de vida sustentables de interés para el proyecto. Estos límites de implementación del proyecto son los siguientes:

PERIODO DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN

El análisis del potencial de mitigación del proyecto ACCIÓN se realizará para un total de 20 años de acuerdo con la siguiente distribución de tiempo:

- El periodo de implementación del proyecto es de 2025 a 2030 (5 años) bajo el impulso directo del FMCN.

[2] Los resultados se enfocan a la superficie degradada de los ecosistemas de interés ya que este término implica que los ecosistemas siguen siendo el mismo ecosistema, pero que el stock de los ejemplares (como manglares, marismas o pastos marinos) se ha reducido al haber sido perturbados. En este caso la deforestación implica el cambio total y permanente de la cubierta vegetal de los bosques a otros usos por lo que no se considera aplicable dicho términos, pues se busca restaurar las zonas perturbadas de los ecosistemas.

- El periodo de permanencia del proyecto se estima de 2030 a 2045 (15 años).

TERRITORIO DE ACCIÓN

- Región: Península de Yucatán (costa de Campeche, Yucatán y Quintana Roo).
- Zona de incidencia del proyecto: Buffer costero con extensión de 20 km (incluye Isla San Miguel de Cozumel e Isla Mujeres en Quintana Roo; así como Isla del Carmen en Campeche).

SUBPROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN

- Ecosistemas marino-costeros: Restauración, Conservación y Manejo Mejorado de Ecosistemas de Corales, Manglares, Marismas y Pastos Marinos.
- Medios de vida sustentables: Ecoturismo, Pesca sustentable, Acuacultura y Apicultura.

Escenarios y supuestos de cálculo.

Con base en lo anterior se definieron tres (3) escenarios de mitigación viables para el proyecto ACCIÓN, considerados como escenarios independientes entre sí de acuerdo con las condiciones que se describen para cada uno. Estos escenarios se sustentan en una serie de supuestos y consideraciones justificados con la literatura actual y otras consultorías del proyecto. Dado que estos escenarios se consideran hipotéticos se deberá dar cumplimiento a ciertas condiciones para su aplicabilidad.

TABLA 1 RESUMEN DE ESCENARIOS PROPUESTOS

Resumen de escenarios Propuestos		
Escenario	**Descripción**	**Supuestos**
1. Mitigación de la superficie degradada total del buffer	Busca identificar el potencial de mitigación que tendría el proyecto de intervenir en la restauración y conservación de la superficie total degradada dentro del buffer de la Península de Yucatán. Se plantea un escenario "óptimo" alineado a las NDC actualizadas de México (2022) con una tasa de degradación cero. Y un escenario "alcanzable" alineado con las Metas Aichi (2020) con una tasa de degradación del 50% (respecto a la tasa de degradación actual).	• Se considera para el año 2045 la siguiente superficie por EMC para su restauración: 29,324 (empleando el objetivo alineado a las NDC) y 14,662 (empleando el objetivo alineado a Aichi) ha de manglares, 4,019 (empleando el objetivo alineado a las NDC) y 2,010 (empleando el objetivo alineado a Aichi) ha de marismas, así como, 40,888 (empleando el objetivo alineado a las NDC) y 20,444 (empleando el objetivo alineado a Aichi) ha de pastos marinos. • Se considera la reducción de la tasa de degradación de los EMC a partir de la incidencia del proyecto ACCIÓN. • Se considerará inicialmente el 100% de la superficie disponible del buffer[3] delimitado para implementar subproyectos. • Toda la superficie degradada está disponible para su intervención mediante el proyecto ACCIÓN. • Se asume que no hay límites de recursos económicos ni operativos, con el objetivo de lograr la recuperación de la superficie degradada.
2. Mitigación de la superficie degradada en los sitios prioritarios	Busca determinar el potencial de mitigación en los sitios prioritarios de la Península de Yucatán, identificados mediante una serie de criterios de priorización, los cuales se considera que pueden recuperarse de forma natural y/o ser conservadas mediante el impacto indirecto de mejorar y la diversificar los medios de vida que promuevan el manejo mejorado de ecosistemas (ecoturismo, pesca artesanal, acuacultura y/o apicultura).	• Se considera para el año 2045 la siguiente superficie por EMC para su restauración: 17,929.23 ha de manglares, 43.22 ha de marismas 1,130.97 ha de pastos marinos. • Se considera la reducción de la tasa de degradación de los EMC a partir de la incidencia del proyecto ACCIÓN. • Se consideraron como prioritarias las zonas degradadas de los tres ecosistemas (manglares, pastos marinos y marismas) dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) dada su relevancia potencial a restaurar. • Se considera que las zonas degradadas en ANP son prioritarias, para las ANP que presenten capacidades operativas bajas (no suficientes para el cumplimiento de sus objetivos), de acuerdo con los resultados del Informe de evaluación de las ANP .

[3] El Buffer costero con extensión de 20 km (incluye Isla San Miguel de Cozumel e Isla Mujeres en Quintana Roo; así como Isla del Carmen en Campeche).

		• Se considera el ~70% de la superficie total disponible del buffer de 20 km (superficie disponible en ANP) para implementar subproyectos vinculados con el manejo integral de ecosistemas a través de los medios de vida sustentables. • Se buscará el involucramiento de las instituciones u organismos del sector público y privado que abonen en los componente técnicos y económicos de las intervenciones de AbE en las comunidades locales para el logro de la meta de restauración y conservación de los EMC (Vinculado con el componente 2 del proyecto ACCIÓN). Se considerarán prioritarias las zonas que se identifiquen con comunidades que puedan a largo plazo adoptar los proyectos de restauración y conservación de EMC. Y menos prioritarias en donde se identifique la existencia de proyectos (externos al Proyecto ACCIÓN) activos. • La intervención del proyecto ACCIÓN a través de las intervenciones con enfoque AbE y la diversificación de los medios de vida sustentables (turismo, pesca, acuicultura, apicultura) generará una reducción en la tasa de degradación de los ecosistemas de acuerdo con la tabla 2.
3. Mitigación de la superficie viable acorde al techo presupuestal del proyecto ACCIÓN	Se supone que el techo presupuestal del proyecto para el financiamiento de subproyectos es de 10,000,000 USD (acorde con el Approved Project Preparation Facility Application del proyecto ACCIÓN) de los cuales se llevaran a cabo proyectos de restauración y conservación de EMC.	• Se considera para el año 2045 la siguiente superficie por EMC para su restauración: 893 (empleando la referencia internacional) y 667 (empleando la referencia nacional) ha de manglares, 15 ha de marismas 9 ha de pastos marinos. • Se consideraron estimaciones económicas tanto a nivel global como para América. Estas estimaciones se refieren a los costos de las intervenciones restauración para acotar las hectáreas de intervención de los proyectos que operativamente se podrían financiar con el proyecto ACCIÓN. Se considera un techo presupuestal de 10,000,000 USD de acuerdo con el "Approved Project Preparation Facility Application del proyecto". • Los costos se incluyen solamente para el caso de restauración de manglares. Se consideraron dos estimaciones para el costo promedio por implementación de proyectos de restauración para manglares. La primera es un promedio global obtenido de la investigación de Bayraktarov et al. (2016), y la segunda un promedio para los manglares de América (Teutli-Hernández, Herrera-Silveira, Cisneros, & Roman-Cuesta, 2020). En el caso de los costos de los proyectos para pastos marinos y marismas se consideró como referencia también el promedio mundial del estudio de Bayraktarov et al. (2016) puesto que para México la información al respecto es nula. • Es importante mencionar que la complejidad, dinámica y heterogeneidad de estos humedales costeros es alta, comparada con ecosistemas terrestres; por lo que su restauración es aún más complicada y no se cuenta con un listado amplio de referencias sobre los costos de su restauración. Además, los trabajos previos en este sentido mencionan que es imprescindible una estrategia de restauración que integre aspectos sociales, económicos, ecológicos y científicos–técnicos para integrar una referencia integral sobre el costo de los proyectos de restauración de EMC (Teutli-Hernández, Herrera-Silveira, Cisneros, & Roman-Cuesta, 2020). • En México, aunque se ha avanzado en la investigación e implementación de proyectos de restauración de manglares, se desconoce de forma precisa los costos-beneficios de restaurar una hectárea de manglar. La experiencia en la restauración de pastos marinos y marismas en México es incipiente o nula, dadas las barrearas y dificultades para hacerlo. En el caso de los pastos marinos se requiere que la calidad del agua del sistema mejore previo a las intervenciones. Los manglares, pastos marinos y marismas están sujetos

		a presiones-empujes naturales y antropogénicos, que influyen en su dinámica ecológica y en la variabilidad (espacio-temporal); en los gradientes biofísicos (salinidad, biomasa, productividad, topografía, hidrología y otros), que se analizan en los diagnósticos para intervenciones de restauración. Asimismo, la conectividad hídrica de las cuencas costeras, así como su nivel de degradación y nivel de impacto antropogénico son muy importantes a considerar en los diagnósticos para estrategias/intervenciones de restauración en manglares que se insertan en el paisaje costero (Ochoa-Gómez & Acosta-Velázquez, 2022). • Para el presupuesto total del proyecto ACCIÓN, se supone que se ha destinado un 80% a la restauración de manglares en la Península de Yucatán, reconociendo su amplia extensión y la experiencia acumulada en intervenciones previas. El 20% restante se asigna a proyectos piloto de restauración de pastos marinos y marismas, áreas en las que actualmente existen limitaciones en la documentación y experiencia en México. Esta distribución presupuestaria se basa en el límite de gasto del proyecto y en el costo promedio de proyectos de restauración reportados en la literatura especializada.
4. Potencial de Mitigación del proyecto ACCIÓN	Este escenario representa el potencial de mitigación total para el Proyecto considerando proyectos directos de restauración, así como indirectos (a partir del apoyo a proyectos vinculados a los MVS/productivos)	• El techo presupuestal del proyecto para el financiamiento de subproyectos directos como indirectos es de 10,000,000 USD (acorde con el *Approved Project Preparation Facility Application* del proyecto ACCIÓN). • Se considera que el proyecto impulsará con la misma dimensión los subproyectos de restauración directa e indirecta, por lo que se considera que se invertirá el 50% del techo presupuestal para subproyectos directos y el 50% para subproyectos indirectos. • Los subproyectos de restauración de EMC como los vinculados con MVS se expresan en términos de superficie (ha) disponible para su restauración, conservación o manejo mejorado. a. Superficies recuperadas para subproyectos de restauración directa: 446.5 ha para manglares, 7.50 ha para marismas y 4.50 ha para pastos marinos. b. Superficies recuperadas para subproyectos de restauración indirecta: 6.03 ha por ecoturismo, 17.94 ha por pesca sustentable, 9,02 ha por acuacultura y 106.11 ha por apicultura. • Se consideran los supuestos basados en la referencia internacional del escenario 3 para establecer las condiciones de los subproyectos vinculados a la restauración directa de EMC. • Se consideran los supuestos del escenario 2 para establecer las condiciones de los subproyectos vinculados a los MVS (o bien proyectos de mitigación indirecta por apoyo a actividades productivas), incluyendo las tasas de reducción de degradación y la distribución porcentual de proyectos por cada MVS.

TABLA 2 TASAS DE DEGRADACIÓN CON Y SIN PROYECTO CON LA INTERVENCIÓN DE MEDIOS DE VIDA SUSTENTABLES

Ecosistema	Tasa de degradación Sin proyecto (ha/año)	% de reducción de degradación Ecoturismo	% de reducción de degradación Pesca	% de reducción de degradación Acuacultura	% de reducción de degradación Apicultura	Tasa de degradación Con proyecto - Ecoturismo (ha/año)	Tasa de degradación Con proyecto - Pesca (ha/año)	Tasa de degradación Con proyecto - Acuacultura (ha/año)	Tasa de degradación Con proyecto - Apicultura (ha/año)
Manglar	868.80	4%	28%	8%	100%	830.57	625.54	799.30	0
Pasto Marino	237.46	4%	28%	N/A	N/A	227.01	170.97	N/A	N/A
Marisma	35.00	4%	N/A	4%	N/A	33.46	N/A	33.6	N/A

Para el análisis del potencial de mitigación se estableció la línea base y es escenario Business As Usual (BAU). La línea base del proyecto se estimó a partir del uso de la cartografía histórica de INEGI para los años 1993, 2002, 2007, 2011, 2014, 2018 para el caso de manglares y marismas y el uso de información compilada por el UN Environment World Conservation Monitoring Centre en colaboración con Frederick Short de la Universidad de New Hampshire, OSPAR, y proyectos como el European Project Mediterranean Sensitive Habitats "Mediseh" para los años 1993-1994, 2001-2003 y 2020-2021, se construyó la línea base para los 3 ecosistemas de interés.

Para el escenario sin proyecto (BAU), se considera que sin la intervención del proyecto ACCIÓN en la zona, la tasa de degradación de los ecosistemas continuará creciendo (en función de la tendencia histórica que hasta ahora se ha presentado), logrando la pérdida de aproximadamente 8,000 ha de manglar, 300 ha de marismas y 2,000 ha de pastos marinos al año 2044 (de acuerdo con la tasa de degradación anual de la Península de Yucatán para los tres ecosistemas). Para lo anterior, se realizó la proyección de la tendencia de comportamiento de los datos históricos empleados para construir la línea base. En este sentido, se realizó la proyección lineal de los datos para obtener los escenarios sin proyecto a 5 y 20 años (hacia 2030 y 2045) considerando como el año inicial al 2025.

Dado que a partir del "*Approved Project Preparation Facility Application*" del proyecto se considera que se implementarán subproyectos de conservación y restauración, para mejorar la gestión de los ecosistemas costeros y marinos (manglares, pastos marinos y marismas), así como se facilitará el financiamiento para proyectos de carbono azul enfocados en la conservación, la restauración y la mejora del manejo de manglares y pastos marinos. Así como a partir del "G*uidelines for the environmental and social screening of activities proposed under the Simplified Approval Process*" se establece que el Proyecto buscará promover y mejorar los medios de vida sostenibles (pesca artesanal, acuacultura, apicultura orgánica, ecoturismo), sin uso significativo de recursos naturales. Y el "*SAP Technical Guidelines: Ecosystems and ecosystem Services"* establece que se debe buscar la mejora de la resiliencia de los ecosistemas y sus servicios, se plantean los siguientes supuestos alienados con los componentes 1, 2 y 3 del proyecto:

TABLA 3 POR COMPONENTE DEL PROYECTO ACCIÓN

Actividades	Descripción
Componente 1: Adaptación basada en ecosistemas en paisajes costeros y marinos seleccionados en la Península de Yucatán - (Contribuciones directas)	
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante el Ecoturismo	Se espera que el impulso de los medios de vida sustentables promueva el manejo mejorado de los ecosistemas y el uso de sus recursos naturales, por lo que se espera que la tasa de degradación de los ecosistemas sea reducida. Se buscará el impulso de políticas públicas que promuevan la adopción de prácticas con enfoque y participación comunitaria. Se supone que el manejo mejorado reduce la degradación de los bosques de manglar, zonas inundables y pastos marinos, mediante prácticas y técnicas artesanales y regenerativas. Se supone que "con proyecto" la tasa de
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante la Pesca Sustentable	
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante la Apicultura	
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante la Acuacultura	

	degradación anual se reducirá en un 100 y 50 por ciento, buscando su alineación con el objetivo de las NDCs y las metas Aichi respectivamente, en comparación con el escenario "sin proyecto".
Componente 2: Financiamiento sostenible para el escalamiento de proyectos AbE - (Contribuciones indirectas)	
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante el Ecoturismo	Se espera que a través del impulso de proyectos vinculados con los MVS reduzca la tasa de degradación de los ecosistemas. El porcentaje de reducción de las tasas de degradación que se considera que la implementación de MVS se presentan en la tabla 2.
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante la Pesca Sustentable	
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante la Apicultura	
Manejo mejorado de los ecosistemas mediante la Acuacultura	
Componente 3: Mecanismo financiero para la conservación y restauración de manglares (carbono azul) - (Contribuciones indirectas)	
Desarrollo de proyectos específicos para la conservación y restauración de manglares	Se espera que se realicen actividades de restauración de los ecosistemas a través de brigadas comunitarias integradas para su contribución en el mercado de carbono. Se supone que será posible restaurar la superficie de manglares degradados acorde con el techo presupuestal del proyecto ACCIÓN, indicado en el *Approved Project Preparation Facility Application* del proyecto: 10,000,000 USD.

III. Resultados de la Consultoría

Para la obtención de los resultados se hizo uso de la metodología IPCC a través de la Tool Ex-Act para proporcionar las estimaciones ex-ante sobre el impacto de la mitigación de proyectos sustentables, y la mitigación en un escenario expost potencial.

Para el cálculo del potencial de mitigación de emisiones de GEI se empleó la Herramienta de Balance de Carbono EX-ANTE (EX-ACT), versión 9.4.1 de la FAO. EX-ACT se basa en la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de entre otros sectores, los humedales continentales y costeros (Schiettecatte *et al*. 2017). Específicamente se utilizaron el módulo de *Manejo y degradación forestal* para determinar los cambios en las reservas de carbono después de diferentes niveles (en porcentajes) de degradación entre la situación en al inicio del proyecto y los escenarios sin y con proyecto. Y el módulo de *Humedales costeros* en el componente de "rehumidificación y revegetación" (r*ewetting and revegetation*) que se refiere a la restauración de la hidrología, a la mejora de los parámetros biofísicos del suelo y a la siembra directa

Los resultados del análisis del potencial de mitigación del Proyecto ACCIÓN se obtienen con un nivel (TIER) 1 para establecer la referencia del potencial de mitigación con base en los factores aceptados internacionalmente, así mismo, y se establecen las recomendaciones para lograr el análisis con un nivel (TIER) 2 y/o 3, con el objetivo de que estos valores puedan ser confirmados en campo (a largo plazo) y para las zonas que potenciales para restaurar y conservar. Dado que los resultados del estudio se obtuvieron con nivel (TIER) 1, se mantienen los valores default de la Herramienta EX-ACT, con valores aceptados internacionalmente. Una vez que se logre contar con datos propios del sitio (Península de Yucatán) podrá considerarse obtener el potencial de mitigación con nivel (TIER) 2, y se deberán modificar los factores de cálculo en la Herramienta EX-ACT.

Potencial de mitigación de emisiones de GEI

Escenario 1: Mitigación de la superficie degradada total del buffer

En el escenario óptimo (NDC, 100%), la restauración de manglares, pastos marinos y marismas en las 74,231 ha de ecosistemas degradados. El módulo de Manejo y Degradación Forestal de EXACT contempla a los manglares como ecosistemas forestales, es por este motivo que se hizo la estimación para los manglares. Como se menciona anteriormente, la herramienta no contempla la degradación de los otros ecosistemas de carbono azul puesto que tanto pastos como marismas presentan biomasa aérea incipiente con formas de vida herbáceas. Así mismo, se considera que existe una superficie a la que se evita la degradación por el hecho de integrar medidas de restauración, conservación y manejo mejorado de EMC, esta superficie se considera como mitigación y equivale a 17,375 ha de manglares por la intervención del proyecto ACCIÓN.

Se estimó un potencial de mitigación de 15.239 millones de tCO_2e en 20 años (cinco años para la implementación y 15 años para la capitalización) por la restauración de manglares, pastos marinos y marismas en las potenciales intervenciones de 74,231 ha y en el que se detiene la degradación de manglares en 17,375 ha por la intervención del proyecto ACCIÓN. Esto equivale a 166.4 tCO_2e año^{-}

[1] ha^{-1}. Las reservas de biomasa y suelos resultaron en 6.489 millones de tCO_2e y 4.961 millones de tCO_2e de carbono secuestrado.

En el escenario alcanzable (Aichi, 50%), la restauración de manglares, pastos marinos y marismas en las potenciales intervenciones de 37,116 ha y en el que se detiene la degradación de manglares en 8,688 hectáreas por la intervención del proyecto ACCIÓN de ecosistemas degradados representan un potencial de mitigación de 7.620 millones de tCO_2e en 20 años (cinco años para la implementación y 15 años para la capitalización). Esto equivale a 166.4tCO_2e $año^{-1}$ ha^{-1}. Las reservas de biomasa y suelos resultaron en 3.244 millones de tCO_2e y 2.480 millones de tCO_2e de carbono secuestrado.

TABLA 4 POTENCIAL DE MITIGACIÓN PARA EL ESCENARIO 1, POR ECOSISTEMAS

Ecosistema	Escenario sin proyecto		Escenario con proyecto		Potencial de mitigación*	
	Superficie recuperada (ha)	Tasa de degradación (ha/año)	Superficie recuperada (ha)	Tasa de degradación (ha/año)	Superficie (ha)	Emisiones de GEI (tCO_2e)
Optimo NDC 100%						
Manglares	0	868.8	29,324	0	29,324	6,079,267
Marismas	0	35	4,019	0	4,019	833,194
Pastos marinos	0	237.5	40,888	0	40,888	1,218,422
Degradación evitada de manglares 20 años	0	868.8	17,375	0	17,375	7,108,727
Total			**91,606**		**91,606**	**15,239,609**
Aichi 50%						
Manglares	0	868.8	14,662	434.4	14,662	3,039,634
Marismas	0	35	2,010	17.5	2,010	416,701
Pastos marinos	0	237.5	20,444	118.7	20,444	609,211
Degradación evitada de manglares 20 años	0	868.8	8,688	434.4	8,688	3,554,568
Total			**45,803**		**45,803**	**7,620,113**

* Para ver el desglose de cada tabla en superficie y emisiones diferenciado entre los escenarios “sin proyecto” y “sin proyecto” ver los anexos correspondientes al Producto 2 de la consultoría: “Potencial de Mitigación del Proyecto ACCIÓN”.

Escenario 2: Mitigación de la superficie degradada en los sitios prioritarios

En el contexto del proyecto ACCIÓN, se ha abordado la mitigación en superficies degradadas de sitios prioritarios. Esto incluye la restauración de manglares, pastos marinos y marismas en áreas potencialmente intervenidas, abarcando aproximadamente 19,103 ha de ecosistemas degradados. Se estimó un potencial de mitigación aproximado de 3.965 millones de tCO_2e en 20 años (cinco años para la implementación y 15 años para la capitalización). Esto equivale a aproximadamente 102.2

tCO_2e $año^{-1}$ ha^{-1}. Las reservas de biomasa y suelos resultaron en 3.193 millones de tCO_2e y 3.035 millones de tCO_2e de carbono secuestrado.

De acuerdo con el escenario planteado, se supone que se logrará el potencial de mitigación calculado mediante la intervención de los MVS que se vinculen con el manejo mejorado de los EMC para su conservación y restauración. Es a partir de esto que se obtienen los siguientes resultados del potencial de mitigación de emisiones de GEI por MVS. No se consideran las emisiones de la categoría "Degradación evitada de manglares a 20 años" ya que se espera que estas sean un Co-beneficio y no serán producto directo de los subproyectos con MVS.

Se considera una superficie disponible el 70% del buffer del proyecto y los siguientes supuestos de la incidencia de MVS en los proyectos de Restauración y conservación de EMC:

TABLA 5 SUPUESTOS DE LA REDUCCIÓN DE LA DEGRADACIÓN POR LA INCIDENCIA DE MEDIOS DE VIDA SUSTENTABLES

Medio de vida	Supuesto Escenario sin proyecto (Referencia: Análisis de superficies por ecosistema, desarrollado en esta consultoría)	Supuesto Escenario Con proyecto
Ecoturismo	El escenario sin proyecto asume que la tasa de degradación es constante de acuerdo con la tendencia histórica identificada. Se mantiene la tasa de degradación de manglares, pastos marinos y marismas actual, la cual ocurre a tasas de 868.8 ha, 237.46 ha y 35 ha anualmente, respectivamente.	Se puede mejorar redacción: Con la implementación del ecoturismo, se estima una reducción del 4.4% en las tasas de degradación anuales de para los EMC de interés. Esta reducción de tasa de degradación se verá reflejada en el incremento de biomasa a lo largo de los 20 años de implementación del proyecto (hasta 2045)
Pesca Sustentable	El escenario sin proyecto asume que la tasa de degradación es constante de acuerdo con la tendencia histórica identificada. Se mantiene la tasa de degradación de manglares, pastos marinos y marismas actual, la cual ocurre a tasas de 868.8 ha, 237.46 ha y 35 ha anualmente, respectivamente.	Se asume que, mediante el impulso de prácticas de pesca sostenible mediante 'Zonas de Refugio Pesquero', se reduzca el 28% en las tasas de degradación anuales para los ecosistemas costeros. Este impacto se fundamenta en estudios que demuestran mejoras en la salud de ecosistemas acuáticos cuando se aplican estas medidas de gestión. Esta reducción de tasa de degradación se verá reflejada en el incremento de biomasa a lo largo de los 20 años de implementación del proyecto (hasta 2045)
Acuacultura	El escenario sin proyecto asume que la tasa de degradación es constante de acuerdo con la tendencia histórica identificada. Se mantiene la tasa de degradación de manglares, pastos marinos y marismas actual, la cual ocurre a tasas de 868.8 ha, 237.46 ha y 35 ha anualmente, respectivamente.	Se asume que con la implementación de prácticas acuícolas sustentables se reduce la tasa de degradación anual en 4% en marismas y 8% en manglares, comparado con prácticas tradicionales. Esta reducción de tasa de degradación se verá reflejada en el incremento de biomasa a lo largo de los 20 años de implementación del proyecto (hasta 2045)
Apicultura	El escenario sin proyecto asume que la tasa de degradación es constante de acuerdo con la tendencia histórica identificada. Se mantiene la tasa de degradación de manglares, pastos marinos y marismas actual, la cual ocurre a tasas de 868.8 ha, 237.46 ha y 35 ha anualmente, respectivamente.	Se asume que la incorporación de proyectos de apicultura sostenible está proyectada para neutralizar la degradación de los manglares, alcanzando una tasa de degradación neta de 0%. Esto se debe a que la apicultura es una actividad de bajo impacto, emisiones de GEI despreciables y sin generar residuos significativos. No se aplica a pastos marinos y marismas, ya que la apicultura no se desarrolla en estos ecosistemas. Esta reducción de tasa de degradación se verá reflejada en el incremento de biomasa a lo largo de los 20 años de implementación del proyecto (hasta 2045).

La intervención del proyecto ACCIÓN a través de las intervenciones con enfoque AbE y la diversificación de los medios de vida sustentables (turismo, pesca, acuicultura, apicultura) generará una reducción en la tasa de degradación de los ecosistemas de acuerdo con la siguiente tabla.

TABLA 6 TASAS DE DEGRADACIÓN CON Y SIN PROYECTO CON LA INTERVENCIÓN DE MEDIOS DE VIDA SUSTENTABLES

Ecosistema	Tasa de degradación Sin proyecto (ha/año)	% de reducción de degradación Ecoturismo	% de reducción de degradación Pesca	% de reducción de degradación Acuacultura	% de reducción de degradación Apicultura	Tasa de degradación Con proyecto - Ecoturismo (ha/año)	Tasa de degradación Con proyecto - Pesca (ha/año)	Tasa de degradación Con proyecto - Acuacultura (ha/año)	Tasa de degradación Con proyecto - Apicultura (ha/año)
Manglar	868.80	4%	28%	8%	100%	830.57	625.54	799.30	0
Pasto Marino	237.46	4%	28%	N/A	N/A	227.01	170.97	N/A	N/A
Marisma	35.00	4%	N/A	4%	N/A	33.46	N/A	33.6	N/A

Se presentan los resultados obtenidos para la implementación de subproyectos de restauración y manejo mejorado de EMC por tipo de MVS (Ecoturismo, pesca sustentable, Acuacultura y Apicultura), de acuerdo con los supuestos definidos para reducir la tasa de degradación por su impulso en los sitios prioritarios.

TABLA 7 POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GEI POR ECOTURISMO

-	Manglar		Pasto Marino		Marisma	
	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto
Tasa de degradación (ha/año)	868.80	830.57	237.46	227.01	35.00	33.46
Superficie (ha/año)	32,689.43	32,127.93	31,946.38	31,792.79	3,303.33	3,280.69
Superficie disponible para restauración(ha/año)	561.50		153.59		22.64	
Potencial de mitigación a 2030 (a los 5 años de implementación) (TCO_2e/año)	24,020.33		944.41		968.43	
Potencial de mitigación a 2045 (a los 20 años de implementación) (TCO_2e/año)	**116,406.23**		**4,576.74**		**4,693.17**	
Tipo de intervención	Restauración		Restauración		Restauración	

Fuente: Documento de "Supuestos y escenarios MVS", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

De acuerdo con los resultados, el ecoturismo podrá incidir en la restauración de los tres ecosistemas de interés, a partir del cual se mitigará 116,406.23 TCO_2e por la restauración de 561.50 ha de manglar, 4,576.74 TCO_2e por la restauración de 153.59 ha de pastos marinos y 4,693.17 TCO_2e por la restauración de 22.64 ha de marismas al 2045.

TABLA 8 POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GEI POR PESCA SUSTENTABLE

-	Manglar		Pasto Marino	
	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto
Tasa de degradación (ha/año)	868.80	625.54	237.46	170.97
Superficie (ha/año)	32,689.43	29,113.89	31,946.38	30,969.00
Superficie disponible para restauración(ha/año)	3,575.54		977.39	
Potencial de mitigación a 2030 (a los 5 años de implementación) (TCO_2e/año)	152,957.97		6,009.92	
Potencial de mitigación a 2045 (a los 20 años de implementación) (TCO_2e/año)	**741,257.83**		**29,125.01**	
Tipo de intervención	Restauración		Restauración	

Fuente: Documento de "Supuestos y escenarios MVS", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

Este MVS no es aplicable al ecosistema de marismas.

De acuerdo con los resultados, la pesca sustentable podrá incidir en la restauración de dos de los ecosistemas de interés, a partir del cual se mitigará 741,257.83 TCO_2e por la restauración de 3,575.54 ha de manglar y 29,125.01 TCO_2e por la restauración de 977.39 ha de pastos marinos al 2045.

TABLA 9 POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GEI POR ACUACULTURA

-	Manglar		Marisma	
	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto
Tasa de degradación (ha/año)	868.80	799.30	35.00	33.60
Superficie (ha/año)	32,689.43	31,668.16	3,303.33	3,282.75
Superficie disponible para restauración(ha/año)	1,021.27		20.58	
Potencial de mitigación a 2030 (a los 5 años de implementación) (TCO_2e/año)	59,690.81		880.39	
Potencial de mitigación a 2045 (a los 20 años de implementación) (TCO_2e/año)	**417,835.63**		**4,266.51**	
Tipo de intervención	Manejo/Gestión mejorado		Restauración	

Fuente: Documento de "Supuestos y escenarios MVS", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

Este MVS no es aplicable al ecosistema de pastos marinos.

De acuerdo con los resultados, la acuacultura podrá incidir en dos de los ecosistemas de interés, a partir del cual se mitigará 417,835.63 TCO_2e por la gestión/manejo mejorado de 1,021.27 ha de manglar y 4,266.51 TCO_2e por la restauración de 20.58 ha de marismas al 2045.

TABLA 10 POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GEI POR APICULTURA

-	Manglar	
	Escenario Sin proyecto	Escenario Con proyecto
Tasa de degradación (ha/año)	868.80	0.00
Superficie (ha/año)	32,689.43	19,918.51
Superficie disponible para restauración(ha/año)	12,770.92	
Potencial de mitigación a 2030 (a los 5 años de implementación) (TCO_2e/año)	546,327.38	
Potencial de mitigación a 2045 (a los 20 años de implementación) (TCO_2e/año)	**2,647,586.56**	
Tipo de intervención	Restauración	

Fuente: Documento de "Supuestos y escenarios MVS", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

Este MVS no es aplicable al ecosistema de marismas y pastos marinos.

De acuerdo con los resultados, la apicultura podrá incidir en la restauración de manglares a partir del cual se mitigará 2,647,586.56 TCO_2e por la restauración de 12,770.92 ha al 2045.

A partir de lo anterior, se plantean los siguientes escenarios de incidencia de los MVS en la superficie prioritaria de los EMC de interés. En este escenario, se supone que, a través de la intervención del proyecto, se calcula que se evitará la degradación de los EMC alcanzando la recuperación del 40% de la biomasa en los ecosistemas (haciendo uso de la tool ExAct). En este sentido se espera que a lo largo de 20 años se recuperen 17,929.23 ha de manglares, 43.22 ha de marismas 1,130.97.

TABLA 11 DISTRIBUCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SUBPROYECTOS DE MANEJO MEJORADO DE ECOSISTEMAS MEDIANTE MVS PARA EL ESCENARIO 2

MVS	% incidencia
Ecoturismo	30%
Pesca sustentable	15%
Acuacultura	25%
Apicultura	30%

TABLA 12 ESCENARIO DE DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS APLICABLES A LA RESTAURACIÓN Y MANEJO MEJORADO DE EMC PRIORITARIOS POR MVS

Escenario	Superficie (ha)*	Mitigación a 2030 (tCO_2e) (5 años del proyecto)	Mitigación a 2045 (tCO_2e) (20 años del proyecto)
30% proyectos de ecoturismo	221.32	7,779.95	37,702.84
15% proyectos de pesca sustentable	682.94	23,845.18	115,557.43

Escenario	Superficie (ha)*	Mitigación a 2030 (tCO_2e) (5 años del proyecto)	Mitigación a 2045 (tCO_2e) (20 años del proyecto)
25% proyectos de acuacultura	260.46	15,142.80	105,525.54
30% proyectos de apicultura	3,831.28	163,898.21	794,275.97
Total	**100%**	**4,995.99**	**210,666.15**

Fuente: Documento de "Supuestos y escenarios MVS", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

* Considerando los tres ecosistemas aplicables (ver tabla 7 a 10) para consultar las superficies disponibles por ecosistema.

Escenario 3: Mitigación de la superficie viable acorde al techo presupuestal del proyecto ACCIÓN

En el escenario de mitigación de la superficie viable acorde al techo presupuestal del proyecto ACCIÓN, la restauración de manglares, pastos marinos y marismas en las potenciales intervenciones de restauración en 917 ha (Bayraktarov et al. 2016) representan un potencial de mitigación de 174,545 tCO_2e en 20 años (cinco años para la implementación y 15 años para la capitalización). Esto equivale a 190.34 $tCO_2e\ ha^{-1}$.

La estimación con los valores reportados por Teutli et al. 2020 para manglares de América, resultó en 667 ha para manglares, con un total de 691 ha con pastos marinos y marismas, tomando en cuenta los valores de Bayraktarov et al. 2016 para estos dos últimos ecosistemas. Esto representó un potencial de mitigación de 131,163 tCO_2e en 20 años (cinco años para la implementación y 15 años para la capitalización). Esto equivale a 189.82 $tCO_2e\ ha^{-1}$.

TABLA 13 MITIGACIÓN DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN PARA EL ESCENARIO 3, POR ECOSISTEMA

Ecosistema	Escenario sin proyecto		Escenario con proyecto		Potencial de mitigación	
	Superficie (ha)	Tasa de degradación (ha/año)	Superficie (ha)	Costos USD por ha**	Superficie (ha)	Emisiones de GEI (tCO_2e)
Referencia de costo: (Bayraktarov, y otros, 2016)						
Manglares	0	861	893	8,961	893	171,418
Marismas	0	35	15	67, 128	15	2,879
Pastos marinos	0	237	9	106 ,782	9	248
Total	-	-	-	-	**917**	**174,545**
Referencia de costo: (Teutli-Hernández, Herrera-Silveira, Cisneros, & Roman-Cuesta, 2020)						
Manglares	0	861	667	12,000	667	128,035
Marismas*	0	35	15	67,128	15	2,879
Pastos marinos*	0	237	9	106,782	9	248
Total	-	-	-	-	**691**	**131,163**

Fuente: Documento de "Escenario 3_Techo presupuestal", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

* Considerando los mismos datos de referencia de costos de (Bayraktarov, y otros, 2016) para Marismas y pastos marinos, dado que no se considera en la referencia (Teutli-Hernández, Herrera-Silveira, Cisneros, & Roman-Cuesta, 2020).

** Se considera el costo de la restauración de ecosistemas para un proyecto con tiempo de implementación y monitoreo de 20 años.

Escenario 4: Potencial de Mitigación del proyecto ACCIÓN

Este escenario representa el potencial de mitigación total para el Proyecto considerando proyectos directos de restauración, así como indirectos (a partir del apoyo a proyectos vinculados a los MVS/productivos).

En términos de los subproyectos de mitigación directa por restauración de los EMC se estima que se tendrá una mitigación potencial de 19,449.34 tCO_2e al 2030 y 94,254.52 tCO_2e al 2045. En términos de los subproyectos de mitigación indirecta por el apoyo a actividades productivas (MVS) se estima que se tendrá una mitigación potencial de 6,089.67 tCO_2e al 2030 y 30,644.52 tCO_2e al 2045.

Dado lo anterior, el potencial de mitigación total estimado para el Proyecto ACCIÓN, bajo el techo presupuestal establecido actualmente, y considerando la implementación de proyectos directos de restauración , así como subproyectos dirigidos a actividades productivas sustentables, es de de 25,539.01 tCO_2e al 2030 y 124,899.04 tCO_2e al 2045. En este escenario, el Proyecto ACCIÓN incidirá en la recuperación de aproximadamente 580 ha de EMC en donde el potencial de mitigación por los subproyectos dirigidos a la restauración directa de EMC es de aproximadamente 77%, mientras que los subproyectos de mitigación indirecta por el apoyo a actividades productivas (MVS) tienen una mitigación de aproximadamente 23%.

TABLA 14 RESULTADOS DEL ESCENARIO 4 - POTENCIAL DE MITIGACIÓN TOTAL DEL PROYECTO ACCIÓN

EMC/MVS	Superficie incidida por el proyecto ACCIÓN (ha)	Distribución de incidencia de los subproyectos por superficie (%)	Potencial de mitigación de GEI al 2030 (tCO2e)	Potencial de mitigación de GEI al 2045 (tCO2e)
Subproyectos de restauración (directa)				
Manglares	446.50	74.72%	19,100.83	92,565.57
Marismas	7.50	1.26%	320.84	1,554.85
Pastos marinos	4.50	0.75%	27.67	134.10
Subproyectos de MVS (indirecta)				
Ecoturismo	6.03	1.01%	257.59	1,248.33
Pesca sustentable	17.94	3.00%	766.72	3,715.66
Acuacultura	9.02	1.51%	526.08	3,682.47
Apicultura	106.11	17.76%	4,539.28	21,998.06
Total	**597.59**	**100%**	**25,539.01**	**124,899.04**

Fuente: Documento de "Escenario 3 y 4_Techo presupuestal", ver Anexo 6 del Producto 2 de esta consultoría, el cálculo de potencial de mitigación de emisiones se obtiene de la herramienta ExAct ubicada en el anexo antes mencionado.

Resumen Escenarios de mitigación y por componente

Los escenarios de mitigación permiten visualizar el balance de las emisiones de GEI secuestradas/almacenadas como resultado de la implementación del proyecto en comparación con el escenario "sin proyecto" (o BAU). A continuación, se resume el potencial de mitigación del proyecto durante un período de 20 años, en tres escenarios diferentes.

TABLA 15 RESUMEN DE ESCENARIOS DE MITIGACIÓN

Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
100% de proyectos de restauración de EMC	30% proyectos de ecoturismo	80% del presupuesto disponible dirigido a proyectos de restauración de manglares	50% del presupuesto disponible dirigido a proyectos de restauración de EMC
35% de la superficie restaurada para manglares	15% proyectos de pesca sustentable	10% del presupuesto disponible dirigido a proyectos de restauración de marismas	
5% de la superficie restaurada para marismas	25% proyectos de acuacultura	10% del presupuesto disponible dirigido a proyectos de restauración de pastos marinos	50% del presupuesto disponible dirigido a proyectos de actividades productivas sustentables (MVS)
60% de la superficie restaurada para pastos marinos	30% proyectos de apicultura	-	

Para el escenario 2, considerando los porcentajes de la incidencia de MVS, la mitigación resultante sería la siguiente:

El proyecto constituye un sumidero neto de carbono de aproximadamente 15 millones de tCO_2e en su escenario más ambicioso alineado a las metas de las NDC de México actualizadas (2020):

TABLA 16 MITIGACIÓN DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN POR COMPONENTE DEL PROYECTO ACCIÓN

Actividades	Potencial de mitigación	Potencial de mitigación de GEI (tCO_2e)
Componente 1: Adaptación basada en ecosistemas en paisajes costeros y marinos seleccionados en la Península de Yucatán	Directo	15,239,609 (Meta NDC)* (ver tabla 4)
		7,620,113 (Meta Aichi) (ver tabla 20)

Componente 2: Financiamiento sostenible para el escalamiento de proyectos AbE	Indirecto	1,053,061.77 (considerando la distribución de proyectos acorde con la tabla 12) (ver tabla 12)
Componente 3: Mecanismo financiero para la conservación y restauración de manglares (carbono azul)	Indirecto	174,545 (Referencia Bayraktarov) (ver tabla 13)
		131,163 (Referencia Teutli et al, para manglares) (ver tabla 13)

Fuente: Resultados de los escenarios 1 a 3 del presente documento.

Finalmente, la siguiente tabla establece el potencial de mitigación del Proyecto ACCIÓN de acuerdo con el techo presupuestal y empleando los resultados del análisis de los escenarios 1 a 3 del presente estudio.

TABLA 17 POTENCIAL DE MITIGACIÓN DEL PROYECTO ACCIÓN

Potencial de mitigación del Proyecto ACCIÓN	
Potencial de mitigación de GEI al 2030 (tCO_2e)	**Potencial de mitigación de GEI al 2045 (tCO^2e)**
25,539.01	**124,899.04**

Fuente: Resultados del escenario 4 del presente documento. (Para mayor detalle, ver tabla 14).

IV. Referencias

Adame, M. F., Santini, N. S., Torres-Talamante, O., & Rogers, K. (2021). Mangrove sinkholes (cenotes) of the Yucatan Peninsula, a global hotspot of carbon sequestration. *Biology Letters*, *17*(5), rsbl.2021.0037. https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0037

Acosta-Velázquez, J., Ochoa-Gómez, J., Vázquez-Lule, A., & Guevara, M. (2023). Changes in mangrove coverage classification criteria could impact the conservation of mangroves in Mexico. Land Use Policy, 129, 106651. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106651

Bayraktarov, E., Saunders, M. I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H. P., Mumby P. J., Lovelock, C. E. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. Ecological Applications, 26(4), 1055-1074. https://doi.org/10.1890/15-1077

Borregaard, T., Nielsen, H., Nørgaard, L., & Have, H. (2000). Crop–weed Discrimination by Line Imaging Spectroscopy. *Journal of Agricultural Engineering Research*, *75*(4), 389–400. https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0519

Cinco-Castro, S., & Herrera-Silveira, J. (2020). Vulnerability of mangrove ecosystems to climate change effects: The case of the Yucatan Peninsula. *Ocean & Coastal Management*, *192*, 105196. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105196

D.O.F. (2022). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* (p. 83). Diario Oficial de la Federacion. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Giardino, C., Brando, V. E., Gege, P., Pinnel, N., Hochberg, E., Knaeps, E., Reusen, I., Doerffer, R., Bresciani, M., Braga, F., Foerster, S., Champollion, N., & Dekker, A. (2019). Imaging Spectrometry of Inland and Coastal Waters: State of the Art, Achievements and Perspectives. *Surveys in Geophysics*, *40*(3), 401–429. https://doi.org/10.1007/s10712-018-9476-0

Kirkman, H. (1996). Baseline and Monitoring Methods for Seagrass Meadows. *Journal of Environmental Management*, *47*(2), 191–201. https://doi.org/10.1006/jema.1996.0045

Muñoa-Coutiño, J. H. (2021). *Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020.* Comisión Nacional para el Conocimiento Uso de la Biodiversidad.

Qiu, Chen, Croft, Li, Zhang, Zhang, & Ju. (2019). Retrieving Leaf Chlorophyll Content by Incorporating Variable Leaf Surface Reflectance in the PROSPECT Model. *Remote Sensing*, *11*(13), 1572. https://doi.org/10.3390/rs11131572

Romero-Sanchez, M. E., & Ponce-Hernandez, R. (2017). Assessing and monitoring forest degradation in a deciduous tropical forest in Mexico via remote sensing indicators. *Forests*, *8*(9), 302. https://doi.org/10.3390/f8090302

Smardon, R. (2009). Estuaries on the Edge, Yucatan Peninsula, Mexico. In *Sustaining the World's Wetlands* (pp. 211–266). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-49429-6_8

Silva, J., Sharon, Y., Santos, R., & Beer, S. (2009). Measuring seagrass photosynthesis: methods and applications. *Aquatic Biology*, *7*, 127–141. https://doi.org/10.3354/ab00173

Schiettecatte, L. S, Bockel L., Bernoux M. 2017. Ex-Ante Carbon-balance Tool for coastal wetlands, fisheries and aquaculture management. Rome, FAO.

Teutli-Hernández C., J.A. Herrera-Silveira, D.J. Cisneros-de la Cruz., R. Roman-Cuesta. 2020. Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas. Proyecto, Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42pp.

Thorhaug, A., Richardson, A. D., & Berlyn, G. P. (2006). Spectral reflectance of Thalassia testudinum (Hydrocharitaceae) seagrass: low salinity effects. *American Journal of Botany*, *93*(1), 110–117. https://doi.org/10.3732/ajb.93.1.110

Thorhaug, A., Richardson, A. D., & Berlyn, G. P. (2007). Spectral reflectance of the seagrasses: Thalassia testudinum, Halodule wrightii , Syringodium filiforme and five marine algae. *International Journal of Remote Sensing*, *28*(7), 1487–1501. https://doi.org/10.1080/01431160600954662

Unsworth, R. K. F., Cullen-Unsworth, L. C., Jones, B. L. H., & Lilley, R. J. (2022). The planetary role of seagrass conservation. *Science*, *377*(6606), 609–613. https://doi.org/10.1126/science.abq6923

Vega-Cendejas, M. E., & Arreguín-Sánchez, F. (2001). Energy fluxes in a mangrove ecosystem from a coastal lagoon in Yucatan Peninsula, Mexico. *Ecological Modelling*, *137*(2–3), 119–133. https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00421-X

Velázquez-Salazar, S., Rodríguez-Zúñiga, M. T., Alcántara-Maya, J. A., Villeda-Chávez, E., Valderrama-Landeros, L., Troche-Souza, C., Vázquez-Balderas, B., Pérez-Espinosa, I., Cruz-López, M. I., Ressl, R., De la Borbolla D. V., G., Paz, O., Aguilar-Sierra, V., Hruby F., Y., &

Zimmerman, R. C., & Dekker, A. G. (n.d.). Aquatic Optics: Basic Concepts for Understanding How Light Affects Seagrasses and Makes them Measurable from Space. In *SEAGRASSES: BIOLOGY, ECOLOGYAND CONSERVATION* (pp. 295–301). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2983-7_12

Abelson, A., Reed, D. C., Edgar, G. J., Smith, C. S., Kendrick, G. A., Orth, R. J., . . . Nelson, P. (2020). *Challenges for Restoration of Coastal Marine Ecosystems in the Anthropocene. Frontiers in Marine Science.* Retrieved from https://doi.org/10.3389/fmars.2020.544105

Bayraktarov, E., Saunders, M., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H., . . . Lovelock, C. (2016). *The cost and feasibility of marine coastal restoration. Ecological Applications.*

Bernhardt, J. R., & Leslie, H. M. (2013). *Resilience to Climate Change in Coastal Marine Ecosystems. Annual Review of Marine Science.* Retrieved from https://doi.org/10.1146/annurev-marine-121211-172411

Carnevali, G., Tapia, J., Ramírez, I., Can, L., Hernández, S., & Castillo, A. (2012). *La flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. .*

CBD. (2020). *Aichi Biodiversity Targets.* Retrieved from https://www.cbd.int/sp/targets/#GoalB

Cinco-Castro, S., & Herrera-Silveira, J. (2020). *Vulnerability of mangrove ecosystems to climate change effects: The case of the Yucatan Peninsula. Ocean & coastal management.*

FMCN. (2023). *Proyecto ACCIÓN.* Retrieved from https://fmcn.org/es/proyectos/accion

Herr, D., M., V.-U., D., L., & McGivern, A. (2017). *Pathways for implementation of blue carbon initiatives. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems.*

Herrera-Silveira, J., Pech-Cárdenas, M., Morales-Ojeda, S., Cinco-Castro, S., Camacho-Rico, A., Caamal, J., . . . Teutli-Hernández, C. (2020). *Blue carbon of Mexico, carbon stocks and fluxes: a systematic review.*

IPCC. (2013). *Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands .*

Lovelock, C., & Duarte, C. (2019). *Dimensions of blue carbon and emerging perspectives. Biology Letters.*

Macreadie, P., Nielsen, D., Kelleway, J., Atwood, T., Seymour, J., Petrou, K., . . . Ralph, P. (2017). *Can we manage coastal ecosystems to sequester more blue carbon?. Frontiers in Ecology and the Environment.*

Matí, E. (2019). *CICY; Catorce años de cambios en la composiciónde aves migratorisa de la Reserva de Ría Lagarlos en la Península de Yucatán.* Retrieved from https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1651/1/PCB_M_Tesis_2020_Emely_Matu_Alvarez.pdf

Mcleod, E., Chmura, G., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C., . . . Silliman, B. (2011). *A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO2. Frontiers in Ecology and the Environment.*

Meng, Y., Bai, J., Gou, R., Cui, X., Feng, J., Dai, Z., . . . Lin, G. (2021). *Relationships between above- and below-ground carbon stocks in mangrove forests facilitate better estimation of total mangrove blue carbon. Carbon Balance and Management,.* doi:https://doi.org/10.1186/s13021-021-00172-9

Ochoa-Gómez, J., & Acosta-Velázquez, J. (2022). *Manglares en México: ¿restauración o diseño de ecosistemas?* Retrieved from https://ecologica.jornada.com.mx/2022/05/29/manglares-en-mexico-restauracion-o-diseno-de-ecosistemas-2091.html?s=091

Ogier, D. (2023). *Climate pre-feasibility study to assess the vulnerability of selected ecosystems, productive systems, and communities (Phase 1).*

Qiu, Chen, Croft, Li, Zhang, & Ju. (2019). *Retrieving Leaf Chlorophyll Content by Incorporating Variable Leaf Surface Reflectance in the PROSPECT Model. Remote Sensing.* doi:https://doi.org/10.3390/rs11131572

Rey, W., Mendoza, E., Salles, P., Zhang, K., Teng, Y., Trejo-Rangel, M., & Franklin, G. (2019). *Hurricane flood risk assessment for the Yucatan and Campeche State coastal area. Natural Hazards.*

Romero, M., & Ponce, R. (2017). *Assessing and monitoring forest degradation in a deciduous tropical forest in Mexico via remote sensing indicators.* doi:https://doi.org/10.3390/f8090302

Saunders, M., Doropoulos, C., Bayraktarov, E., Babcock, R. C., Gorman, D., Eger, A. M., . . . Silliman, B. R. (2020). *Bright Spots in Coastal Marine Ecosystem Restoration. Current Biology.* doi:https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.10.056

SEMARNAT. (2018). *Marismas, zona de descanso y alimentación de miles de aves residentes y migratorias.* Retrieved from https://www.gob.mx/semarnat/articulos/marismas-zona-de-descanso-y-alimentacion-de-miles-de-aves-residentes-y-migratorias#:~:text=Las%20marismas%20salobres%20son%20llanuras,tierras%20continentales%20de%20las%20tormentas.

SEMARNAT. (2019). *Reserva de la Biósfera Sian Ka´an, sitio de grandes humedales.* Retrieved from https://www.gob.mx/semarnat/articulos/reserva-de-la-biosfera-sian-ka-an-sitio-de-grandes-humedales

SEMARNAT, & INECC. (2022). *Contribución Determinada a Nivel Nacional.* Retrieved from https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf

Silva, J., Sharon, Y., Santos, R., & Beer, S. (2009). *Measuring seagrass photosynthesis: methods and applications.* doi:https://doi.org/10.3354/ab00173

Teutli-Hernández, C. (2017). *Una aproximación a la integración de escalas ecológicas para la restauración de ecosistemas de manglar.*

Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J., Cisneros, D., & Roman-Cuesta, R. (2020). *Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas. Proyecto, Mainstreaming*

Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC,.

UN. (2022). *Pastos marinos saludables para un planeta sano.* Retrieved from https://www.un.org/es/observances/seagrass-day#:~:text=La%20combinaci%C3%B3n%20de%20las%20distintas,praderas%20marinas%20y%20sus%20ecosistemas.

Unsworth, R. K., Cullen-Unsworth, L. C., & Jones, B. L. (2022). *The planetary role of seagrass conservation. Science.* doi:https://doi.org/10.1126/science.abq6923