Documento del Banco Interamericano de Desarrollo

**honduras**

**Programa de restauración de bosques resilientes al clima y silvicultura para la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos relacionados con el agua**

**HO-L1200/HO-G1252**

Este documento fue preparado por: Eduardo Zegarra, Alexander Hernández, Juan Manuel Murguia (CSD/RND) y Ginés Suárez (CES/RND)

Abreviaturas y Acrónimos

BID Banco Interamericano de Desarrollo

CC Cambio Climático

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

ESMR Informe de Gestión Ambiental y Social

GdeH Estrategia Ambiental y Social

GHO Gobierno de Honduras

ICF Instituto de Conservación Forestal

IHCAFE Instituto Hondureño del Cafe

MFS Manejo Forestal Sostenible

NDC Contribución Nacional Determinada

OE Organismo Ejecutor

PIB Producto Interno Bruto

POD Propuesta para el Desarrollo de la Operación

PSA Pago por Servicios Ambientales

PTN Prosperidad en el Triángulo Norte

ROP Reglamento Operativo del Programa

SAG Secretaria de Agricultura

SEPA Sistema de Ejecución del Plan de Adquisiciones

SPF Filtro de Política de Salvaguardias

SSF Formulario de Clasificación de Proyecto

TIR Tasa Interno de Retorno

VAN Valor Actual Neto

# Introducción

* 1. La deforestación, es decir el cambio en el uso de suelo de bosques a usos urbanos, agrícolas o ganaderos, provoca una degradación de los servicios ecosistemas provistos por los boques, figurando entre estos la regulación del ciclo del agua que asegura la disponibilidad en la época seca (Calvache et al., 2012; Krishnaswamy et al., 2013). Si bien el GdH (2017) reporta que las plagas, los incendios y el cambio de uso del suelo para expansión de la agricultura y la ganadería figuran entre la principales causas de la deforestaciónen el país;, el brote del gorgojo descortezador, acontecido entre 2014-2016, fue para ese período la principal causa de la pérdida de bosques, equivalente a 511.505 hectáreas (ICF, 2017) o a la disminución que hubiese ocurrido en 102 años por deforestación causada por el hombre.
  2. Dichas pérdidas afectaron a un 70% de la población nacional en términos de reducción de servicios ecosistémicos. La severidad de esta plaga pudo haberse disminuido con la implementación de prácticas de Manejo Forestal Adaptativo (MFA) incluyendo actividades de control de incendios y raleos (Billings, 2016), y con una mayor asistencia técnica a organizaciones locales de manejo forestal (Morales, 2016). Estimaciones indican que, en la ausencia de MFA, el ataque de gorgojo se duplicaría en la zona central del país en el periodo 2018-2050 (Hernández, 2019).
  3. El Programa de Restauración de Bosques Resilientes al Clima y Silvicultura para la Sostenibilidad de los Servicios Ecosistémicos Relacionados al Agua (HO-L1200/HO-G1252) busca contribuir a mejorar la resiliencia climática de bosques hondureños localizados en zonas críticas para la provisión de agua. El programa se enfoca en la restauración de la cobertura forestal con sistemas resilientes, y en el fortalecemiento de la gobernanza y sostenibilidad financiera para el Manejo Forestal Adaptatico (MFA). Se incentivará la participación de mujeres, considerándose la perspectiva de género en las actividades.
  4. El programa consta de los siguientes dos componentes:
     + **Componente 1. Restauración de cobertura forestal (US$11,02 millones).** Enfocado en restaurar la cobertura forestal en cuencas priorizadas por su servicio ecosistémico en términos de provisión de agua. Con este propósito cubre parcialmente costos de:
     + Restauración de bosques privados de pino afectados por la plaga del gorgojo. Provisión de incentivos económicos (contra resultados) y asistencia técnica proporcionados a propietarios de bosques privados para cubrir parcialmente la realización de actividades de restauración.
     + Establecimiento de SAF en zonas degradadas cercanas a áreas bajo restauración. Proporcionará asistencia técnica y apoyo parcial con suministros para la implementación de sistemas agroforestales definidos por el programa.
  5. **Componente 2.** Fortalecimiento de la gobernanza y sostenibilidad financiera para MFA (US$22,84 millones). Orientado a la creación e implementación de mecanismos locales de financiamiento para el manejo de recursos forestales en cuencas críticas para la provisión de agua. Incluye:
     + Establecimiento de condiciones habilitantes y fortalecimiento de capacidades. Enfocado en establecer condiciones habilitantes para el desarrollo de fondos de agua y fortalecer las capacidades de los fondos de agua constituidos. Con este objeto incluye el mapeo detallado de áreas bajo manejo forestal dentro del área de influencia del proyecto; apoyo a formalización de estructuras de gobernanza para el manejo de cuencas; elaboración de instrumentos de planificación para el manejo de bosques en cuencas hidrográficas; capacitaciones a municipalidades y organizaciones locales en MFA y en temas financieros; desarrollo de instrumentos administrativos para la creación de fondos de agua; y provisión de asistencia técnica a fondos de agua. También abarca el monitoreo del cumplimiento de las actividades de MFA vinculadas a las transferencias previstas en la subactividad (ii).
     + Implementación de fondos de agua para financiar actividades de MFA. En base a los instrumentos de manejo aprobados y a planes de actividades anuales se realizarán transferencias monetarias a fondos de agua constituidos. Estas transferencias financiarán parcialmente la realización de actividades de MFA mediante un mecanismo de CSA a propietarios privados, municipalidades, organizaciones locales e instituciones estatales, entre otros. Requiriéndose la verificación de la implementación de dichas actividades previo a realizar una nueva transferencia. Las transferencias se realizarán de forma proporcional al cumplimiento de metas progresivas de aporte de recursos a los fondos de agua por parte de los beneficiarios de los servicios ecosistémicos.
  6. **Otros costos (US$1,14 millones).** Abarca monitoreo, administración, evaluación y auditorías.
  7. **Área de intervención.** Cuencas priorizadas por (i) generación o uso de agua para consumo humano, agricultura y/o energía; y (ii) magnitud prevista de los impactos negativos del cambio climático. Inicialmente abarca los departamentos de Francisco Morazán, Comayagua, Choluteca, El Paraíso, Cortés, Yoro y Olancho. Áreas adicionales serán determinadas empleando los criterios anteriormente expuestos.
  8. **Complementariedades y sinergias.** Esta operación se basa en la propuesta aprobada por el Fondo Verde del Clima (FVC), la cual considera complementariedades y sinergias con HO-L1179 y la Cooperación Técnica “Manejo Agroforestal Sostenible y Agroforestería en Cuencas Críticas para el Abastecimiento de Agua de Honduras” (HO-T1286; [ATN/AG-16963-HO](javascript:openLinkInNewWindow('https://idbganalytics.bi.ibmcloud.com/bi/?pathRef=.public_folders/BI-IDB/BI+REPORTS/OPS/LMS+REPORTS/LMS1+-+Versiones/LMS1&format=HTML&Download=false&prompt=false&p_Active=1&p_UDR=UDR&p_OpNumber=ATN/AG-16963-HO&p_Date=20190531');)). Específicamente, se logrará un enfoque integral y sostenible al combinar dentro de una misma área geográfica actividades de restauración y conservación de diversos tipos de bosques: HO-L1179 con restauración de bosque de coníferas afectado por el gorgojo; mientras este programa incluye todo tipo de bosque, proporcionando además apoyo para SAF y MFA. Asimismo, este programa abarca la sostenibilidad en el manejo forestal iniciado con HO-L1179 y HO-T1286 a través de financiamiento a largo plazo mediante esquemas de fondos de agua.
  9. El Organismo Ejecutor será la Secretaria de Finanzas (SEFIN) por intermedio de la Unidad de Administracion de Proyectos (UAP) y contara con el apoyo técnica, operativa y de seguimiento del Instituto de Conservación Forestal (ICF).
  10. El presente documento describe el Plan de Monitoreo y Evaluación (PME) del Programa, listando los mecanismos que permitirán monitorear y evaluar su desempeño y especificando las responsabilidades de la Unidad Ejecutora, quien se apoyará en el Especialista en Monitoreo y Evaluación y en ICF durante el seguimiento a la ejecución del Programa.

# II. Monitoreo

* 1. El propósito de este apartado es describir el proceso de monitoreo en la ejecución del Programa de restauración de bosques resilientes al clima y silvicultura para la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos relacionados con el agua (HO-L1200/HO-G1252).

## Indicadores y Costos

* 1. En la Tabla 1 se enumeran los indicadores de producto por año y fuentes de verificación y en la Tabla 2 los costos anuales de los productos que serán monitoreados durante la operación. Para la lista completa de indicadores, refiérase a la matriz de resultados (MR) del Proyecto.

Tabla 1. Resumen de los indicadores de producto a ser monitoreados semestralmente

| Productos | Costo estimado (millones US$) | Unidad de Medida | Línea de Base | Año  Línea de Base | Año 1  (Jun20-Jun21) | | Año 2  (Jun21-Jun22) | | Año 3  (Jun22-Jun23) | | | Año 4  (Jun23-Jun24) | | Año 5  (Jun24-Jun25) | | Meta Final | | Medios de Verificación | | | Comentarios |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Componente 1. Restauración de la cobertura forestal** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hectáreas de bosque privado de pino con proceso de restauración iniciado | 2,89 | Hectáreas | 0 | 2019 | 0 | 5.000 | | 5.000 | | | 664 | | 0 | | 10.664 | | Sistema de seguimiento, informes UAP | | El proceso de restauración iniciado representa que actividades de restauración se han venido implementando las actividades prescritas en el plan de restauración por lo menos por seis meses. | | |
| Hectáreas con SAF implementados | 8,13 | Hectáreas | 0 | 2019 | 0 | 8.000 | | 12.400 | | | 8.000 | | 0 | | 28.400 | | Sistema de seguimiento, informes UAP | | El proceso de SAF iniciado representa que ya se ha identificado la parcela agroforestal e iniciado el plan de manejo de finca. | | |
| **Componente 2. Fortalecimiento de la gobernanza y sostenibilidad financiera para MFA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hectáreas de bosque donde se ha iniciado CSA para el MFA financiado por el proyecto | 17,5 | Hectáreas | 0 | 2019 | 0 | 94.418 | | | | 94.418 | 0 | | 0 | | 188.836 | | Sistema de seguimiento, informes UAP | | | Se consideran hectáreas con MFA cuando se ha iniciado la implementación de los proyectos de MFA por parte de los proveedores de los servicios ecosistémicos. | |
| Un mecanismo financiero para el manejo de bosques en cuencas priorizadas constituido | 1,7 | Número | 0 | 2019 | 0 | 1 | | | | 0 | 0 | | 0 | | 1 | | Sistema de seguimiento | | | Se considera como fondo de agua un mecanismo de financiamiento a largo plazo para actividades de manejo de bosques en cuencas priorizadas. Como constituido se define a aquel con personería jurídica, así como esquema de gobernanza y financiamiento definidos además de contar con instrumento de manejo de cuenca aprobado. | |
| Hito 1: Estudio de factibilidad del mecanismo financiero realizado | Reporte | 0 | 2019 | 1 | 0 | | | | 0 | 0 | | 0 | | 1 | | Informes UAP, documento técnico de soporte | | | El estudio de factibilidad incluye como mínimo, para el área de intervención, la identificación de zonas críticas, el diagnóstico de actores clave, establecimiento de medidas de manejo de cuenca y definición de la línea base. | |
| Hito 2: Mecanismo financiero (Fondo de agua) para el manejo de bosques en cuencas priorizadas diseñado | mecanismo financiero | 0 | 2019 | 1 | 0 | | | | 0 | 0 | | 0 | | 1 | | Informes UAP, documentos técnicos de soporte | | | El diseño de los fondos de agua involucra como mínimo definición de gobernanza, financiamiento.  Este número será actualizado en base al diagnóstico y disponibilidad de área. | |
| Hito 3: Técnicos de municipalidades e instituciones nacionales capacitados en MFA | Número de técnicos | 0 | 2019 | 0 | 30 | | | | 20 | 0 | | 0 | | 50 | | Informes Unidad Ejecutora, registro de capacitación | | | Contenido: aspectos de gobernanza, administrativos, instrumentos de planificación, aspectos técnicos de MFA. | |
| Entidades implementando MFA con asistencia técnica brindada | 3,54 | Entidades | 0 | 2019 | 0 | 5 | | | | 10 | 10 | | 10 | | 10 | | Reporte de asistencia técnica | | | Incluye asistencia técnica en MFA, instrumentos administrativos y financieros, así como monitoreo y evaluación de la implementación de actividades de MFA. | |
| Equipamiento para las organizaciones ejecutando proyectos de MFA provisto. | 0,1 | Equipamiento entregado | 0 | 2019 | 0 | 0.5 | | | | 0.5 | 0 | | 0 | | 1,0 | | Informes Unidad Ejecutora | | | Incluye motos, computadoras, GPS y mobiliario para 10 organizaciones. | |

Tabla 2. Costo de los productos por año (US$)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Productos | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| **1** | **Componente 1. Restauración de cobertura forestal** |  |  |  |  |  |  |
| 1.1 | Producto 1.1: Hectáreas de bosque privado de pino con proceso de restauración iniciado | $17,695 | $250,061 | $748,701 | $805,349 | $851,405 | $214,153 |
| 1.2 | Producto 1.2: Hectáreas con SAF implementados | $32,117 | $277,331 | $1,460,510 | $1,157,466 | $2,317,767 | $2,885,446 |
| **2** | **Componente 2. Fortalecimiento de la gobernanza y sostenibilidad financiera para MFA** |  |  |  |  |  |  |
| 2.1 | Producto 2.1: Hectáreas de bosque donde se ha iniciado CSA para el MFA financiado por el proyecto | $0 | $1,347,819 | $4,096,354 | $5,295,573 | $5,598,177 | $1,162,077 |
| 2.2 | Producto 2.2: Un fondo de agua constituido | $276,857 | $599,857 | $602,286 | $221,000 |  |  |
| 2.3 | Producto 2.3: Mecanismo de CSA para MFA con asistencia técnica brindada. | $53,172 | $702,572 | $790,986 | $827,755 | $875,055 | $290,461 |
| 2.4 | Producto 2.4: Equipamiento para las organizaciones ejecutando proyectos de MFA provisto |  |  | $52,250 | $47,750 |  |  |
| **3** | **Componente 3. Solo costo** |  |  |  |  |  |  |
| 3.1 | Gestión del proyecto |  |  | $124,251 | $243,775 | $257,705 | $90,669 |
| 3.2 | Auditorias y evaluaciones | $11,761 | $17,394 | $17,465 | $17,254 | $18,239 | $17,887 |
| 3.3 | Logistica | $39,982 | $59,135 | $59,374 | $58,656 | $62,008 | $46,446 |

## Recolección de Información e Instrumentos

* 1. **Monitoreo por la DNCM.** El sistema de monitoreo del proyecto estará conformado por los siguientes instrumentos: (i) Matriz de Resultados (MR); (ii) Plan de Ejecución del Proyecto (PEP); (iii) Plan Operativo Anual (POA); (iv) Plan de Adquisiciones (PA); (v) Matrices de Riesgo (MGR), y de Evaluación y Mitigación de los Riesgos del Proyecto; (vi) Informes de Monitoreo del Progreso (PMR); (vii) Informes Semestrales de Avance (ISA); (viii) Estados Financieros Auditados (EFA); (ix) Informes Financieros Intermedios No Auditados (IFINA) a discreción del especialista fiduciario del BID; (x) términos de referencia de consultorías; (xi) proyecciones de desembolsos anuales; y (xii) PME. En el taller de arranque del Proyecto (al inicio de la ejecución), en que participarán la Unidad Ejecutora, ICF y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), estas herramientas serán presentadas y revisadas, y posteriormente, a lo largo de la ejecución del Proyecto, serán revisadas periódicamente.

* 1. La Unidad Ejecutora, será responsable de la supervisión y coordinación operacional y administrativa del sistema de monitoreo del Proyecto. La SEFIN por intermedio de la UAP como Organismo Ejecutor (OE) se compromete a utilizar la MR, indicadores de resultados/productos y costos definidos en el PMR y las herramientas de monitoreo definidas en el párrafo anterior como los principales elementos para el acompañamiento del Proyecto, así como a coordinar con ICF la recopilación de los datos necesarios para dicho monitoreo.
  2. **Monitoreo por parte del Banco.** El Banco realizará Misiones de Administración o visitas de inspección, dependiendo de la importancia y de la complejidad de la ejecución del Proyecto, de acuerdo con el plan de supervisión elaborado por el equipo de proyecto del Banco cada año. Asimismo, el Banco utilizará el PMR, que incluye una estimación temporal de los costos y del cumplimiento de las metas físicas y resultados, así como un mecanismo para evaluar el desempeño del proyecto.
  3. Los contenidos principales y características de los instrumentos de monitoreo del proyecto, tanto por parte de la Unidad Ejecutora como del Banco, se detallan a continuación:

1. **MR:** presenta en Anexo II de la Propuesta de Desarrollo de la Operación (POD) y se organiza en: i) productos; ii) costos; iii) resultados, e iv) impactos prioritarios de la operación. La MR es una herramienta fundamental para guiar la planificación, monitoreo y evaluación del proyecto. Se recurrirá a la MR en cada instancia de elaboración del POA y actualización del PEP (los cuales se describen a continuación), y de diseño, seguimiento y evaluación de un componente o subcomponente, una línea de acción o actividad específica.
2. **PEP:** enumera las acciones que se van a realizar durante todo el período de ejecución de la operación para alcanzar los resultados esperados del Proyecto. El PEP especifica los montos y los tiempos de los que se dispone para cada uno de los productos y actividades del Proyecto, y señala las distintas rutas críticas para la consecución de cada uno de los productos.
3. **POA:** constituye el instrumento privilegiado de planificación de las actividades del Proyecto para cada año. El POA debe ser presentado cada 30 de noviembre para su ejecución en el siguiente año-calendario. Debe incluir: i) productos esperados para cumplir con los indicadores de la MR por componente; ii) las actividades previstas; iii) el presupuesto estimado por actividad y producto; y iv) el cronograma de ejecución.
4. **PA:** lista las contrataciones que se llevarán a cabo durante la ejecución del Proyecto. Deberá ser revisado al menos cada 12 meses o según las necesidades del proyecto, y contar con la no objeción del Banco. En el PA deberá incluir por cada contratación lo siguiente: (i) método de selección/adquisición; (ii) método de revisión; (iii) componente asociado; (iv) cronograma de ejecución y (v) monto estimado de la contratación.
5. **MGR:** enumera y clasifica los riesgos identificados para la implementación del Proyecto. Define medidas de mitigación para aquellos considerados como altos y medios, sus respectivos indicadores de seguimiento y, cuando sea el caso, el presupuesto para las actividades de mitigación.
6. **PMR:** recoge la estimación temporal del cumplimiento de las metas físicas, costos y resultados, y es un mecanismo para evaluar el desempeño del Proyecto.
7. **ISA:** la Unidad Ejecutora elaborará los ISA para revisión por el Banco. Estos informes son de carácter semestral y tienen como objetivo presentar al BID los resultados y productos alcanzados en la ejecución del POA y del PA relacionados con los procesos de ejecución y autorización de desembolsos. Todos los ISA deberán presentar un resumen de los resultados, productos y costos alcanzados por componentes, y el ISA correspondiente a la segunda mitad del año calendario deberá también incluir la proyección de productos y costos para el año siguiente, analizando también el grado de impacto o no impacto de los riesgos. Asimismo, deberán presentar una visión consolidada de las dificultades y lecciones aprendidas, la explicación de cambios realizados a la MR, productos y costos planificados, así como las conclusiones y recomendaciones destinadas a retroalimentar el proyecto. Estos informes deberán ser presentados en un plazo máximo de 60 días después del final del semestre correspondiente. Los ISA son la fuente de información principal para alimentar el reporte de avance en el PMR.
8. **EFA e IFINA**: La SEFIN, a través de la Unidad Ejecutora, presentará al Banco, dentro del plazo de 120 días siguientes al cierre de cada ejercicio económico, y durante el plazo para los desembolsos de la operación, los EFA del Proyecto debidamente dictaminados por una firma de auditoría independiente aceptable para el Banco. El último de estos informes será presentado dentro de los 120 días siguientes a la fecha estipulada para el último desembolso del financiamiento. De igual forma, durante el plazo para desembolsos de la operación, y según el especialista fiduciario del BID estime conveniente, la Unidad Ejecutora presentará al Banco el IFINA correspondiente cuyos contenidos y plazos de entrega podrán variar en función de la necesidad específica.
9. **Términos de referencia de las consultorías del proyecto:** detallan los objetivos, las actividades, los costos y los productos de cada consultoría a ser contratada con recursos del Proyecto. Estos términos deberán ser remitidos al Banco para su No Objeción, así como los productos finales de cada consultoría junto con la evaluación del consultor para incluirse en los registros del Banco.
10. **Proyecciones de desembolsos del proyecto**: a finales de cada año la Unidad Ejecutora, en coordinación con el Banco, revisará las proyecciones de desembolsos mensuales del proyecto para el año siguiente, en consistencia con el POA. Estas proyecciones deben ser presentadas cada 30 de noviembre para ser capturadas en los sistemas del Banco y ejecutadas en el siguiente año-calendario. El cumplimiento de las proyecciones formará parte de la evaluación del desempeño del Proyecto realizada a través del PMR.
11. **PME:** detalla los arreglos de seguimiento y evaluación, mismos que incorporan sistemas y metodologías múltiples para poder cumplir con los objetivos, además de acompañar la medición de los resultados e impactos esperados.
12. **Misiones de administración o visitas de inspección:** Se realizarán dependiendo de la importancia y complejidad de la ejecución, siguiendo el cronograma definido en el Plan de Supervisión Anual que identifica aquellos momentos en que se estima necesaria la supervisión técnica y fiduciaria del Banco. Además de las visitas a campo, se realizarán reuniones semestrales conjuntas entre la Unidad Ejecutora, y el Banco, donde se discutirán, actualizarán y revisarán los avances de las herramientas de gestión del Proyecto, entre otros aspectos tales como: (i) avance de las actividades identificadas en el POA; (ii) nivel de cumplimiento de los indicadores establecidos en la MR para cada componente; (iii) el POA para el año siguiente y actualización del PEP; iv) el PA para los próximos 12 meses; (v) avances financieros; (vi) actualización de la MGR; y (vii) posibles modificaciones de las asignaciones presupuestarias por componente. La Unidad Ejecutora, se compromete a mantener un sistema de monitoreo y evaluación de todos los componentes, sobre la base del cual prepararán los informes y datos que remitirán al Banco. Estos aspectos serán presentados en reuniones de revisión de cartera organizadas por el Banco de forma semestral.
    1. Los mecanismos e instrumentos que se usarán para informar sobre los resultados del seguimiento serán una fuente de información para el Informe de Terminación del Proyecto (PCR).
    2. El monitoreo del Proyecto será responsabilidad de la Unidad Ejecutora, apoyándose en su especialista de Monitoreo y Evaluación (M&E), y los especialistas forestales de ambiente, social y de monitoreo.
    3. El nivel territorial que ejecuta el Programa, tiene una función directa en el monitoreo del proyecto. Su participación en el sistema de monitoreo completa la ejecución de las prestaciones de las actividades.
    4. El proceso base de registro y monitoreo estará a cargo de los especialistas forestales (social, ambiental y de monitoreo), la que deberá estar apoyada especialista de monitoreo y evaluación. Este equipo será debidamente capacitado y entrenado en el Sistema de Monitoreo.

## Reportes de Resultados de Monitoreo

* 1. Los principales informes que la SEFIN, por medio de la UAP, prestará oficialmente al Banco como parte del sistema de monitoreo del Proyecto se especifican a continuación en la siguiente Tabla:

|  |  |
| --- | --- |
| Tabla 3 Informes de monitoreo que el OE presentará oficialmente al Banco | |
| **Informes** | **Periodicidad** |
| ISA | Semestralmente, 60 días después del final del semestre correspondiente |
| EFA | Anualmente, dentro del plazo de 120 días siguientes al cierre de cada ejercicio económico y durante el plazo para desembolsos del financiamiento, |
| IFINA | Según el especialista fiduciario del Banco estime conveniente. |

* 1. El Banco utilizará el PMR para estimar y registrar el progreso en la obtención de las metas físicas, costos y resultados, siendo así un mecanismo para evaluar el desempeño del Proyecto.

## Coordinación del Monitoreo, Plan de Trabajo y Presupuesto

* 1. La Unidad Ejecutora será responsable de la supervisión y coordinación operacional y administrativa del sistema de monitoreo del proyecto. A continuación en las Tablas 4 y 5 se establece el presupuesto del sistema de monitoreo y el cronograma de actividades:

Tabla 4. Presupuesto anual para la operación del sistema de monitoreo del proyecto (US$)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Actividad** | **Responsable** | **Año 1** | **Año 2** | **Año 3** | **Año 4** | **Año 5** | **HO-L1200/HO-G1252** | **BID** | **Total** |
| Especialista en Monitoreo y Evaluación | Unidad Ejecutora | 42.000 | 42.000 | 42.000 | 42.000 | 42.000 | 210.000 | 0 | 210.000 |
| Especialista forestal ambiental | ICF | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 106,165 |  | 106,165 |
| Especialista forestal social | ICF | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 106,165 |  | 106,165 |
| Especialista forestal de monitoreo | ICF | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 21,233 | 106,165 |  | 106,165 |
| Taller de arranque del Proyecto | Unidad Ejecutora  ICF  BID | 5.000 |  |  |  |  | 0 | 5.000 | 5.000 |
| Reuniones de actualización de herramientas de gestión y de revisiones de cartera | BID/Unidad Ejecutora | 800 | 800 | 800 | 800 | 8.000 | 0 | 4.000 | 4.000 |
| Elaboración de informes | Unidad Ejecutora |  |  |  |  |  | 0 | 0 | 0 |
| Visitas de supervisión y misiones de Administración del Banco | BID | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |  | 50.000 | 50.000 |
| **Total Monitoreo** | |  |  |  |  |  | **528,,495** | **59.000** | **587,495** |

# iii. Evaluación

## Evaluación de los Impactos del Proyecto

* 1. El Banco elaborará un PCR. Este informe deberá iniciará cuando el proyecto muestre el estatus CO (Fully justified del WLMS) en la plataforma Convergencia, basándose en los informes semestrales de progreso y el marco de resultados, los estados financieros auditados, y el informe final de evaluación de los resultados. El PCR deberá ser aprobado por el Gerente de País para ser enviado a OVE antes de los seis meses después de que la operación haya llegado a la CO en Convergencia.
  2. Además de los documentos de evaluación del Proyecto, habrá: i) una evaluación intermedia de procesos que será́ contratada una vez que el Proyecto haya cumplido 18 meses de operación; ii) una evaluación final que será́ contratada una vez desembolsado el 90% de los recursos del proyecto, y cuyo informe se presentará cuando se haya desembolsado el 95% del financiamiento del proyecto; y iii) una evaluación costo-beneficio ex post cuando los desembolsos del Proyecto lleguen a 95%. Las evaluaciones de procesos serán independientes y de acuerdo con los términos de referencia acordados con el Banco, y financiado con fondos del Proyecto, mientras que la evaluación costo-beneficio ex post será financiada por el Banco.
  3. Desde el inicio del Proyecto, se contratará un/a especialista en M&E como parte de la Unidad Ejecutora para todas las actividades previstas en el PME para identificar posibles desviaciones del PEP. En particular el/la especialista en M&E tendrá bajo su responsabilidad la supervisión de todas las actividades relacionadas con las evaluaciones, tanto de impacto como de proceso.

**Impactos del Proyecto**

* 1. La estrategia de evaluación para los indicadores donde se utilizara encuesta deberá focalizarse en un conjunto de indicadores principales de impacto.
  2. El siguiente cuadro presenta el detalle de los indicadores de impacto considerados para el proyecto:

Tabla 5. Indicadores de impacto[[1]](#footnote-1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicadores** | **Unidad de Medida** | **Línea de Base** | **Año**  **Línea de Base** | | **Meta Final** | **Medios de Verificación** | **Comentarios** |
| **Impacto 1: Mejora en la disponibilidad de agua superficial en la época seca** | | | | | | | |
| Disponibilidad promedio de agua superficial en la época de estiaje por restauración de bosque incrementada | m3 | 0 | | 2019 | 435.592 | Informe de línea de base y evaluación de impacto | El agua superficial incluye, entre otros, escorrentía superficial directa, aporte subsuperficial lateral y aporte del flujo base en estiaje.  Los pasos para medirlo son: (a) se realiza el aforo directo de caudales en microcuencas intervenidas y de control (sin aleatorización y basada en disponibilidad de cuencas con condiciones biofísicas similares al inicio del proyecto, pero sin considerar potencia) y (b) se extrapolan los valores obtenidos con el programa SWAT para toda el área de intervención.  Línea de base provisoria se obtuvo utilizando simulación de *Soil Water Assessment Tool* (SWAT), usando curvas de recuperación de los parámetos hidrológicos. Los valores serán actualizados una vez que estadísticos de los aforos de campo estén disponibles para la calibración del modelo.  Contribuye con el desafío de desarrollo de productividad e innovación mediante el indicador de beneficiarios de una mejor gestión y uso sostenible del capital natural. |
| Disponibilidad promedio de agua superficial en la época de estiaje por MFA incrementada | m3 | 0 | | 2019 | 67.185 | Informe de línea de base y evaluación de impacto | El agua superficial incluye, entre otros, escorrentía superficial directa, aporte subsuperficial lateral y aporte del flujo base en estiaje.  Los pasos para medirlo son: (a) se estima la deforestación evitada (diferencias en diferencias) en el área tratada versus un área de control aldeana y con condiciones biofísicas similares, (b) se obtienen los parámetros hidrológicos de areas de bosque y areas deforestadas de una cuenca parametrizada con registros de caudal de más de 20 años ubicada en la zona de intervención del programa, y (c) con dichos parámetros se modela el beneficio de la deforestación evitada con el programa SWAT para toda el área de intervención; Aforo directo de caudales en microcuencas intervenidas y de control. Interpretación de imágenes de satélite para mapeo de cobertura y cambios de cobertura de la tierra para obtener inferencias entre áreas restauradas por proyecto y por regeneración natural sin proyecto  Línea de base provisoria se obtuvo utilizando simulación de *Soil Water Assessment Tool* (SWAT), complementada con data referencial de subcuenca del macizo central con datos históricos consistentes de cambios de cobertura y de comportamiento de flujos. Los valores serán actualizados una vez que estadísticos de los aforos de campo estén disponibles para la calibración del modelo.  Contribuye con el desafío de desarrollo de productividad e innovación mediante el indicador de beneficiarios de una mejor gestión y uso sostenible del capital natural. |
| **Indicadores** | **Unidad de Medida** | **Línea de Base** | | **Año**  **Línea de Base** | **Meta Final** | **Medios de Verificación** | **Comentarios** |
| **Impacto 2: Reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI)** | | | | | | | |
| Emisiones de GEI por restauración de bosque secuestradas | tCO2e | 0 | | 2019 | 109.534 | Informe de línea de base y evaluación de impacto | Utilización de datos primarios de inventarios forestales IF y parcelas permanentes de muestreo PMP consistentes para calibración de modelo de existencias de carbono en base a imágenes satelitales. Se pueden usar muestras adicionales para llenar vacíos de los IF y PMP si es necesario.  Emisiones secuestradas por crecimiento activo de vegetación.  Las emisiones evitadas incluyen principalmente aquellas relacionadas a reducción de la deforestación y degradación.  Los valores serán actualizados una vez disponible la línea de base que permitirá la calibración del modelo.  Contribuye con el tema transversal de cambio climático mediante el indicador de reducción de emisiones de GEI. |
| Emisiones de GEI por MFA evitadas | tCO2e | 0 | | 2019 | 135.591 | Informe de línea de base y evaluación de impacto |
| **Impacto 3: Incremento en ingreso agrícola** | | | | | | | |
| Ingreso agrícola anual incrementado por adopción de SAF | US$/anuales | 609 | | 2019 | 670 | Evaluación de impacto | Medido a nivel de hogar del beneficiario.  La meta toma como base un 40% del incremento promedio de productividad (US$/Ha) de la evaluación de impacto del Programa Ambiental de Gestión de Riesgo de Desastres y Cambio Climático (PAGRICC) de Nicaragua, que equivale a 10% de impacto en el ingreso del año base.  El valor de año base ha sido tomado de la Encuesta Nacional de Propósitos Múltiples (ENPM) del año 2016 del ingreso mensual por cuenta propia de agricultores a nivel nacional  Los valores serán actualizados en base a la definición de paquetes tecnológicos que se promoverán para SAF. |

## Evaluación de los Resultados del Proyecto

**Indicadores de Resultados.**

* 1. Los indicadores de resultado principales que se buscan medir con la evaluación y en línea con la matriz de resultados del proyecto descritos en el POD son los siguientes:

**Tabla 6. Indicadores de resultado**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicadores** | **Unidad de Medida** | **Línea de Base** | **Año** | **Meta Final** | **Medios de Verificación** |
| **Línea de Base** |
| **OBJETIVO 1: Restaurar la cobertura forestal** | | | | | |
| Resultado 1.1 Mejora en la cobertura forestal | | | | | |
| Deforestación evitada por MFA | Hectáreas | 0 | 2019 | 904 | Evaluación de impacto |
| Relación porcentual entre hectáreas con incendios y hectáreas totales de bosque reducida como resultado de la intervención del programa | Porcentaje | 4,5% | 2019 | 3,1% | Evaluación de impacto |
|
|
| Hectáreas de bosques privados incentivadas por el programa con densidad optima incrementada | Hectáreas | 0 | 2019 | 8.531 | Sistema de seguimiento |
|
|
|
|
| Hogares implementando SAF gracias al proyecto | Hogares | 0 | 2019 | 6,000 | Sistema de seguimiento |
|
|
| **Resultado OBJETIVO 2. Fortalecimiento de la gobernanza y sostenibilidad financiera para MFA** | | | | | |
| Resultado 2.1 Fortalecimiento en esquemas de gobernanza | | | | | |
| Entidades participando en esquemas de gobernanza para CSA por MFA incrementadas | Entidades | 0 | 2019 | 22 | Sistema de seguimiento |
|
|
| Resultado 2.2. Fortalecimiento en sostenibilidad financiera | | | | | |
| Relación promedio entre el aporte local y los fondos aportados por el FVC para CSA incrementado | Índice | 0 | 2019 | 0,25 | Sistema de seguimiento |
|
|
|
| Resultado 2.3. Fortalecimiento de la consideración de género | | | | | |
| Participación de la mujer en juntas directivas de asociaciones forestales incrementada | % | 24 | 2019 | 29 | Sistema de seguimiento |

**Diseño de la evaluación de Impactos.**

* 1. Los indicadores de impacto y la metodología para evaluarlos se resume a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **Metodologia** |
| Disponibilidad promedio de agua superficial en la época de estiaje por restauración de bosque incrementada | Diferencias en diferencias entre áreas plagadas con tratamiento (restauración) y de control en base a modelo hidrológico calibrado con datos de caudales tomados en seis microcuencas y datos climáticos, topográficos. |
| Disponibilidad promedio de agua superficial en la época de estiaje por MFA incrementada | Diferencias en diferencias entre áreas no plagadas con tratamiento (MFA) y de control en base a modelo hidrológico calibrado en base a datos históricos de cuenca de Guacerique y datos climáticos y topográficos |
| Emisiones de GEI por restauración de bosque secuestradas | Diferencias en diferencias entre áreas tratadas (restauración) y de control en base a modelo de crecimiento forestal en áreas plagadas. Estimación de emisiones evitadas de GEI calibrados en base a datos de parcelas y datos de sensores remotos. |
| Emisiones de GEI por MFA evitadas | Diferencias en diferencias entre áreas no plagadas con tratamiento (MFA) y de control con estimación de deforestación evitada y de emisión evitada de GEI calibrado en base a datos de parcelas y datos de sensores remotos |
| Ingreso de productores que adoptan SAF | Diferencias en diferencias entre grupo de productores de tratamiento y control con aplicación de encuesta de línea de base y final a una muestra estadísticamente representativa y con tamaño suficiente para detectar impactos mínimos esperados |

* 1. A continuación se describe el detalle metodológico para la evaluacion de los indicadores de impacto del programa.

1. **Teoría de Cambio del programa e hipótesis de la evaluación de impactos.**
   1. En el siguiente cuadro se presenta la cadena de resultados que resumen la teoría de cambio o descripción de cómo se supone que el programa conseguirá los resultados planteados.

Tabla 6: Cadena de resultados del Programa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***.*ACTIVIDADES** | **PRODUCTOS** | **RESULTADOS** | **IMPACTOS** |
| Capacitación  Asistencia técnica  Pagos de mano de obra  Diseño de incentivos  Capacitación  Asistencia Técnica  Capacitación  Asistencia Técnica  Diseño de fondos  Capacitación  Asesorías | Hectáreas de bosque con MFA  Hectáreas de bosque privado de pino con processo de restauración iniciado  Hectáreas con SAF implementados  Fondos de agua constituidos | Área deforestada disminuída  Área con incendios forestales disminuída  Regeneración del bosque con densidades óptimas para la producción de servicios ecosistémicos.  Familias beneficiarias implementando SAF con ingresos incrementados  Familias beneficiarias implementando MFA incrementado  Asociaciones comunitarias participando en MFA incrementado  Entidades realizando aportes a fondos de agua incrementado | Mayor disponibilidad de agua superficial en época seca en áreas intervenidas  Fijación de carbono (restauración) y emisiones de GEI evitados (MFA)  Mayor ingreso de productores que adoptan SAF en el contexto del proyecto |
| **Implementación (Oferta)** | | **Resultados (Oferta+Demanda)** | |

* 1. Tal como se detalla en la Tabla, en primera instancia se muestran los Insumos o recursos que dispone el proyecto, los cuales incluyen además del financiamiento del Fondo Verde y el BID, de la capacidad que dispone el ICF y los recursos del sector privado. Con tales insumos se pretende llevar a cabo cada una de las actividades que fueron descritas con anterioridad relacionadas a restauración y MFA en base a recursos de los Fondos de Agua. Estos insumos y actividades se transformarán en los productos tangibles que estarán bajo el control del organismo ejecutor del componente, tales como áreas restauradas, áreas con MFA, áreas con adopción de SAF y Fondos de Agua. Finalmente están los resultados e impactos a largo plazo, los cuales son los objetivos deseados pero que no dependen únicamente del control directo del proyecto sino también de cambios de comportamiento de los beneficiarios del programa y de las condiciones del entorno.
  2. Cabe destacar que el programa prevé impactos basados en la recuperación de las áreas de bosques de pino degradadas por el gorgojo y de sus servicios ecosistémicos, así como de adopción de MFA en áreas no plagadas y SAF en áreas agropecuarias. En los dos primeros tipos de intervenciones el logro de objetivos será a largo plazo, es decir, en horizontes de tiempo de más de 20 años dada la naturaleza de los recursos forestales. Por este motivo, los impactos esperados de estas intervenciones al año 5 o 6 de iniciado el proyecto son relativamente pequeños, y deben considerarse en un contexto de impactos de largo plazo. En el caso de las intevenciones SAF sí se esperan generar algunos impactos tangibles en la productividad de la tierra e ingresos de los beneficiarios en el periodo del proyecto gracias a los procesos de adopación de los sistemas agroforestales.
  3. En función de la teoría de cambio y de su cadena de resultados, las principales hipótesis que se pretenden comprobar mediante la evaluación de impacto es la siguiente:

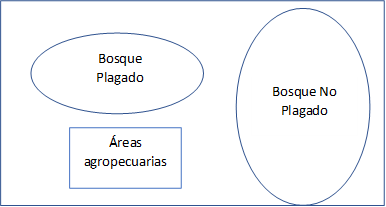
**H1:** Las actividades del tratamiento del programa en las áreas plagadas por el ataque del gorgojo permiten la recuperación más rápida que la regeneración natural, contribuyendo a una mayor disponibilidad de agua superficial en el verano, por el servicio ecosistémico de regulación hídrica provisto por el boque, y a mayor fijación de carbono por unidad de tiempo.

**H2:** En las áreas de bosque en las que se adoptan prácticas de MFA se reduce la deforestación, generando una mayor disponibilidad de agua superficial en el verano, por el servicio ecosistémico de regulación hídrica provisto por el boque y se evitan emisiones GEI atribuibles al programa.

**H3:** La adopción de SAF incrementa la productividad de la tierra y los ingresos agropecuarios de los beneficiarios.

**b. Universo de estudio y unidades de análisis**

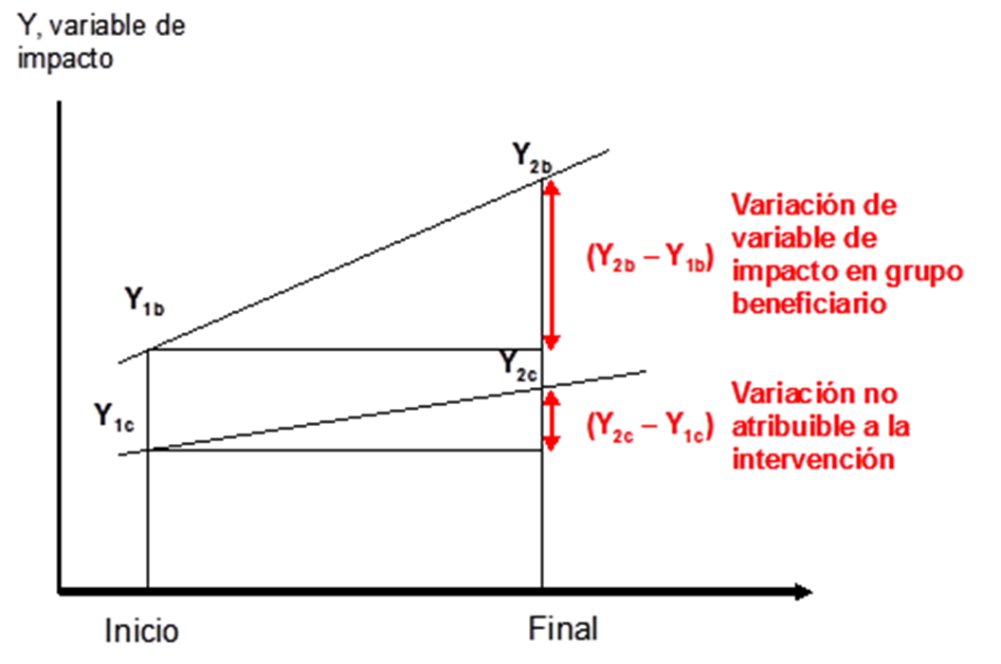
* 1. Para efectos del programa definiremos un "área de evaluación de impactos[[2]](#footnote-2)" de acuerdo al siguiente diagrama.

Diagrama 1. Área de evaluación de impactos

* 1. Entonces se definen tres unidades de análisis (tratamiento posible): (i) áreas en restauración para bosque plagado; (ii) MFA para bosque no plagado; (iii) SAF para áreas agropecuarias con derechos de propiedad establecidos y cercanas a áreas bajo restauración y MFA por el programa.

**c. Evaluación de impactos y resultados**

* 1. En este programa no se ha considerado como opción viable asignar aleatoriamente las áreas bajo tratamiento y entonces no es posible implementar un esquema de evaluación puramente experimental (tratamiento aleatorizado). Se propone como alternativa realizar una evaluación cuasi-experimental de acuerdo al siguiente esquema.

Figura 1. Esquema de evaluación de impactos

* 1. El diseño de la evaluación considera medir variables de impacto (Y) en inicio del proyecto (Línea de Base) para dos grupos definidos por criterios de elegibilidad conocidos: (i) grupo de tratamiento y (ii) grupo de control. Luego de culminado el programa (Línea Final) se vuelven a medir las mismas variables para ambos grupos y se estiman impactos por "diferencias en diferencias" (dif-en-dif) del tipo (Y2b – Y1b) – (Y2c – Y1c).
  2. Un supuesto de esta medición es que, previamente a la intervención, ambos grupos tenían la misma tendencia en la variable o variables de impacto (tendencia paralela). Adicionalmente, se requiere que ambos grupos sean potencialimente elegibles para el programa, es decir, que cumplan con los mismos criterios de elegibilidad. Si la participación en el programa es voluntaria, se deben considerar también ajustes estadísticos para evitar sesgos de autoselección en la medición de impactos (técnicas econométricas).
  3. Se utilizarán tres unidades de información para la medición de impactos de acuerdo a las hipótesis planteadas: (i) parcelas de seguimiento forestal (medición de carbono); (ii) microcuencas seleccionadas para estudios de caso (medición de agua); (iii) productores agropecuarios elegibles para adopción de SAF. La información levantada de cada tipo de unidad se utilizará con diversos métodos de modelación geoespacial y econométricos para generar los estimados de impactos mediante el esquema de diferencias en diferencias.
  4. Los modelos geoestadísticos de carbono y capacidad de retención de agua se calibrarán para toda el "área de evaluación de impactos" utlizando información de las parcelas y las microcuencas instrumentalizadas en combinación con otras variables climáticas y topográficas y considerando márgenes de errores en las calibraciones respectivas.

**c.1. Impactos disponibilidad de agua superficial en la época de estiaje[[3]](#footnote-3)**

* 1. Para **bosque plagado** se plantea un método de estudios de caso en el que se toman datos primarios de caudales en microcuencas representativas del área bajo restauración. Teniendo en cuenta los altos costos económicos para la medición del impacto (construcción, instalación y operación de estaciones de aforo automatizadas y de pluviómetros), se ha establecido que se seleccionarán tres (3) microcuencas donde el 100% del área afectada por gorgojo esté siendo restaurada con el apoyo del programa, que serán denominadas el tratamiento, y tres (3) microcuencas, con características muy similares a las anteriores con las cuales compararse pero que no sean objeto de ninguna intervención por parte del programa (contrafactual). Se aplicará un método de evaluación reflexivo (antes-después) e inductivo.
  2. Dado que la zona de intervención de este programa es complementaría a la del programa de Manejo Sostenible de Bosque (HO-L1179) se utilizarán las mismas microcuencas que se utilizarán para la calibrar los parámetros hidrológicos de microcuencas intervenidas y no intervenidas y el costo de instalación y monitoreo será financiado por el presupuesto de HO-L1179. La descripción del método de calibración que se encuentra a continuación está tomado del plan de monitoreo y evaluación del proyecto de Manejo Sostenible de Bosques (HO-L1179).
  3. Las microcuencas intervenidas deberán ser evaluadas para seleccionar tres en las que toda la superficie afectada por gorgojo va a ser restaurada por el programa, de tal forma que se pueda asumir que los incrementos de caudal en la época de estiaje están relacionadas con el incremento de la cobertura vegetal. De las microcuencas no intervenidas se deben seleccionar también tres que posean afectación por gorgojo semejantes en terminos de proporción de área afectada a las intervenidas y que sean similares en los factores característicos, pero donde no se vaya a hacer ninguna intervención del programa para poder hacer posteriormente las comparaciones.
  4. En cada una de las seis microcuencas se instalarán estaciones de aforo de caudal y pluviómetros, que cuenten además con sensores de medida de temperatura, de preferencia automatizadas, que permitan registrar datos sin necesidad de un registro manual. Las estaciones de aforo automatizadas son más costosas que las estaciones convencionales, pero reducen los costos de monitoreo por las horas hombre dedicadas a la medición y los costos de movilización. Las estaciones de aforo se deben ubicar en tramos fluviales homogéneos del cauce principal
  5. Los pluviómetros permitirán determinar la precipitación promedio de una cuenca durante un período determinado, recordando que el caudal o escorrentía superficial de un área es la parte de la precipitación que se escapa de la infiltración y de la evapotranspiración y que circula por la superficie del suelo. Este dato es importante determinarlo para luego ajustar los modelos de caudal en función de la lluvia de cada cuenca.
  6. Simultáneamente se deberá medir el caudal de escorrentía de la cuenca con la ayuda de las estaciones de aforo. El lugar elegido para hacer el aforo o medición debe estar bien definida y que en lo posible no se presente degradación del lecho, de fácil acceso, colocado en un sitio recto, para evitar las sobreelevaciones y cambios en la profundidad producidos por curvas.
  7. Existen diferentes métodos para el cálculo del caudal, pero entre los más empleados está el método de sección-velocidad, el cual consiste básicamente en medir la velocidad en varios puntos de la sección transversal de una corriente, para después calcular el gasto por medio de la ecuación de continuidad:

Q = V \* A

donde: Q = gasto, m3 /s

A = área de la sección m2

V = velocidad, m/s

* 1. La velocidad del flujo se mide con molinetes, instrumentos que cuentan con una hélice o rueda de aspas que giran impulsadas por la corriente y, mediante un mecanismo eléctrico, almacenan el número de revoluciones por minuto o por segundo con que gira la hélice. Ésta velocidad angular se traduce después a velocidad del agua usando una fórmula de calibración que previamente se determina para cada aparato en particular.
  2. Se deberá calcular el volumen de producción diario de agua de cada cuenca durante la época de estiaje. Este registro deberá llevarse de manera continua para cada cuenca.
  3. **Modelación y calibración.** Una vez se tengan los valores de caudal diario y precipitación se usarán para calibrar el modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool), es decir se ajustarán las variables del modelo para que la respuesta del mismo coincida con los valores observados en la práctica.

El ciclo hidrológico es simulado por SWAT basado en la ecuación del balance hídrico (Hernández, 2016):

*SWt = SWo + (Rday – Qsurf –Ea – Wseep – Qgw)*

Donde SWt es el contenido final de agua en el suelo(mm H2O), SWo es el contenido inicial de agua y suelo en el día i (mm H2O), t es el tiempo (días), Rday es la cantidad de precipitación en un día i (mm H2O), Qsurf es la cantidad de escorrentía superficial en un día i (mm H2O), Ea es la cantidad de evapotranspiración en un día i (mm H2O), Wseep es la cantidad de agua entrando la zona vadosa en un perfil del suelo en un día i ( mm H2O), y Qgw es la cantidad de flujo de retorno en un día i (mm H2O).

El caudal superficial se obtiene de las formulas:

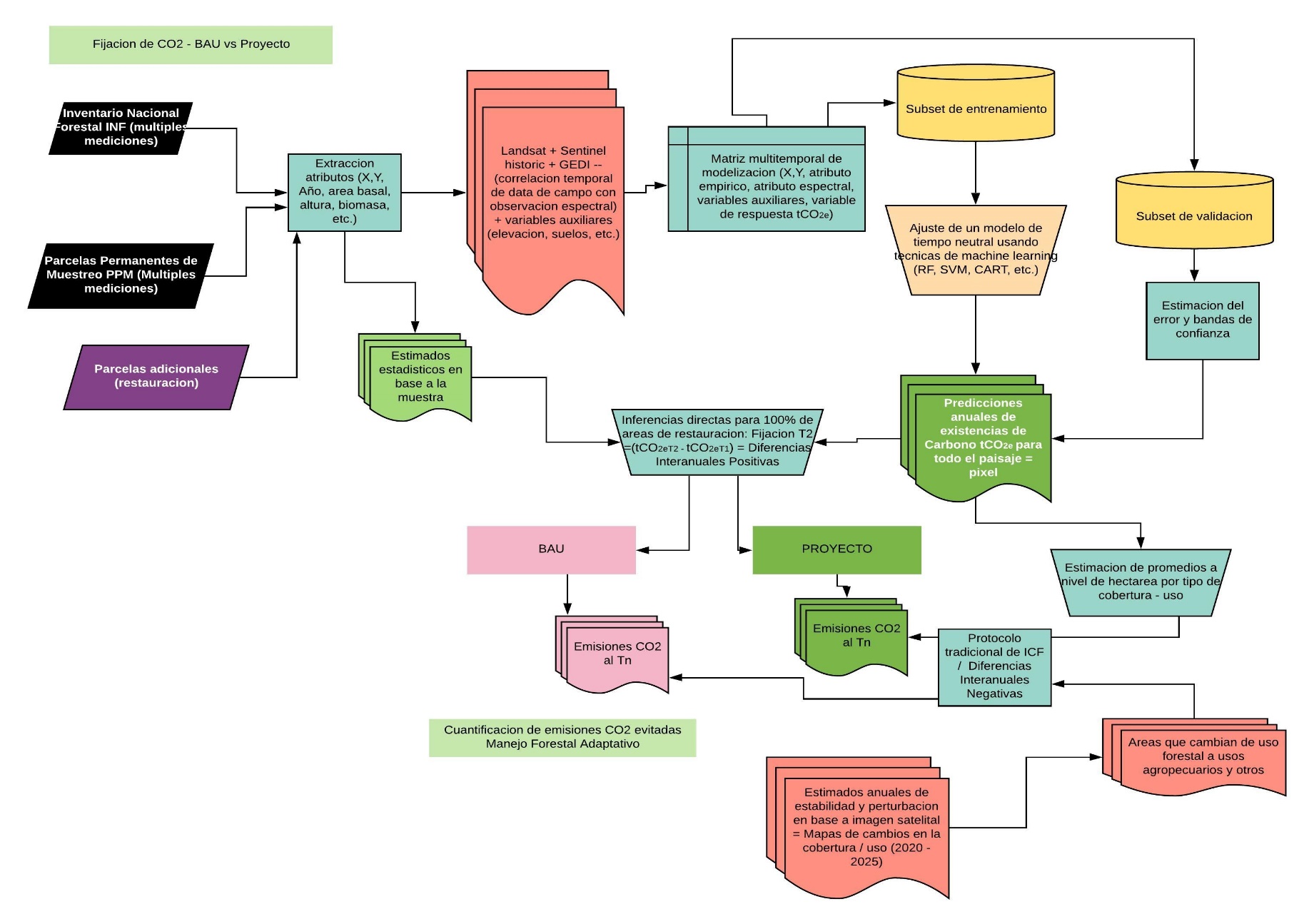
|  |  |
| --- | --- |
|  | Donde:  Q = Escurrimiento diario  R = Lluvia diaria  S = Parámetro de retención en mm  CN = Número de la curva |
|  |

* 1. La escorrentía diaria Q obtenida por esta formula esta relacionada con el número de curva (CN) desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos SCS-USDA. Una vez calibrado el modelo se podrá calibrar el número de curva asociado a los bosques afectados por el gorgojo y restaurados con intervención del programa (tratamiento) y el número de curva de los bosques en las cuencas que no han sido restaurados por el programa (control), en las seis cuencas seleccionadas, y estimar la diferencia en el valor del CN entre una y otra situación. Con estos valores y usando las formulas para estimar el caudal superfical en el SWAT se modelará el caudal superficial en la época de estiaje para toda la zona de intervención por un periodo de al menos una década. Se modelará: (a) toda la zona de intervención asumiendo que el bosque intervenido tiene el parámetro de CN obtenido para las microcuencas intervenidas instrumentadas y (b) toda la zona de intervención asumiento que las cuencas intervenidas tienen los parámetros del bosque no intervenido.
  2. Para **bosque no plagado** se propone utilizar información histórica (actualizada a 2014) de una cuenca que se encuentra en la zona de intervención y que cuenta con datos de medida de caudal de más de 20 años (Guacerique). Utilizando datos de caudal y cobertura ya existentes para esta cuenca se estimará el número de curva calibrado para áreas de bosque versus áreas deforestadas y/o con agricultura y ganadería. Al igual que para carbono. Este estimado será utilizado para proyectar impactos en toda el área no plagada. Como en las cuencas pueden haber áreas plagadas y no plagadas, se estimará también un efecto "restauración" que debe ser sustraído del cálculo de impactos por MFA para evitar doble contabilidad con respecto a las estimaciones en áreas de restauración explicadas previamente.
  3. Se modelará con SWAT al menos por una década: (a) toda la zona de intervención, considerando la deforestación observada y (b) toda la zona de intervención considerando una deforestación adicional, la deforestación evitada, que es la deforestación observada en las zonas de control, a la que se sustrae la deforestación observada en las zona intervenidas. Se mantendrán todos el resto de los parámetros sin modificar entre ambas modelaciones, incluyendo precipitación, números de curva, tipos de suelos, etc. De esta forma el diferencial promedio de caudal obtenido entre la modelación (a) y (b) se considerá el impacto del programa.

**c.2. Variables de impacto en fijación de carbono y emisiones evitadas de GEI[[4]](#footnote-4)**

* 1. El proyecto cuenta dentro de sus indicadores de impacto la reducción de emisiones del gas de efecto invernadero CO2, al mismo tiempo que contempla la fijación o secuestro de este gas como beneficio positivo de la intervención en las áreas afectadas por el gorgojo barrenador de los pinos dendroctonus spp. Ambos beneficios: reducción de las emisiones y fijación, pueden relacionarse a procesos indirectos y directos de la intervención respectivamente. La reducción de las emisiones está intrínsecamente conectada con el descenso esperado de los procesos de deforestación y cambio de uso de la tierra de la clase de uso forestal a otras como agricultura o ganadería. Por otra parte, el efecto directo de la restauración de las áreas plagadas contribuye al secuestro de CO2, ya que la regeneración natural o plantaciones contribuyen activamente a la absorción del gas por las plantas como parte del ciclo biológico del carbono. Se presenta a continuación las pautas generales de estimación de estos beneficios en base a una integración de datos primarios existentes en una rutina de modelación de las existencias de carbono que permite la extracción de estadísticos por separado (emisiones evitadas y secuestro directo) en las áreas que caen dentro y fuera de la intervención del proyecto.
  2. **Datos primarios**. Información empírica (área basal, altura, etc.) que puede ser utilizada para estimación de la biomasa, y posterior estimación del carbono del vuelo forestal se encuentra disponible en dos conjuntos de datos del Instituto de Conservación Forestal ICF. Estos son a) el Inventario Nacional Forestal INF y, b) las Parcelas Permanentes de Muestreo PMP (Groothausen and Ferreira, 1989; Groothousen and Alvarado, 2000). Ambas fuentes de datos integran observaciones de campo en distintos períodos, y cubren el dominio espacial del área de estudio que es pertinente al proyecto. En caso que la información existente muestre deficiencias de cobertura tanto espacial como temporal de las zonas de restauración (dentro y fuera del proyecto), se procederá a levantar parcelas de campo adicionales siguiendo las mismas pautas que las parcelas de ICF. La intensidad de esta nueva captura de información será definida luego de haber analizado los datos del INF y PMP. Producto de la revisión y análisis de esta fase de dato primario es una variable de respuesta: existencias de carbono por unidad de área, ej. toneladas de CO2 por hectárea: tCO2e/Ha.
  3. Modelado de tCO2e. Se puedan obtener estimaciones imparciales (no sesgadas) de las existencias en todo el dominio espacial del proyecto mediante la calibración de un modelo de tiempo invariable (Healey et al., 2006) que tiene como variable de respuesta tCO2e, y que se fundamenta en utilizar información espectral de sensores pasivos ej. Landsat 8-OLI (Vermote et al., 2016), Sentinel-2 (Drusch et al., 2012), y que a su vez puede utilizar datos de sensores activos como el Global Ecosystems Dynamics Investigation GEDI (Saarela et al., 2018). De los sensores pasivos se puede derivar una serie de índices de vegetación ej. EVI, SAVI, NIRv (Badgley et al., 2017) para evaluar correlaciones de la radiación fotosintéticamente activa fPAR con biomasa, y posteriormente con tCO2e. La fisiografía del paisaje puede ser descrita a través de un Modelo de Elevación Digital (DEM) para medir la pendiente, la topografía y la exposición del sol de cada punto de muestreo y ver su poder para explicar la variación de tCO2e. De esta forma, las variables de teledetección y otras auxiliares (elevación, suelos, geología, etc.) forman en su conjunto las variables predictoras del tCO2e, logrando predicciones espacialmente explícitas a nivel del pixel o unidad mínima de análisis de 900 m2 (30x30m, resolución Landsat). Se sugiere utilizar un enfoque de modelación no-paramétrica para evitar problemas de supuestos estadísticos que generalmente no se cumplen en este tipo de fenómenos. Entre los algoritmos de machine learning recomendados para un proceso como el sugerido destaca Random Forest RF (Breiman, 2001; Cutler et al., 2007), el cual se ha utilizado ampliamente en modelación de este tipo de procesos ecológicos con excelentes resultados.
  4. Para cada punto (INF, PMP, parcelas adicionales) se extraerá la reflectancia espectral de la superficie (Masek et al., 2013) que se correlacione temporalmente con el año de toma de información. Por ejemplo, para aquellas parcelas que fueron medidas en el año 2005 se extraerán los datos de teledetección del 2005, para las que fueron medidas en el 2017 se extraerán los datos de teledetección del 2017 y así respectivamente de tal forma de asegurar una compatibilidad temporal absoluta entre la medición de campo y la respuesta de la plataforma satelital. Asimismo, los retornos (una vez estén disponibles) u ondas activas del GEDI será extraídas para todos los puntos. De la reflectancia superficial se pueden derivar todos los índices de vegetación arriba apuntados. La geo-localización de los puntos será intersectada con el resto de las variables auxiliares.
  5. De esta forma, se tendrá una matriz multitemporal de modelación en la que las filas corresponden a las observaciones de campo, y las columnas a las variables predictoras. Esta matriz deberá a su vez dividirse en dos sub-matrices: una para entrenamiento del modelo y otra para validación independiente. El modelo de RF será entrenado inicialmente con la primera sub-matriz. Dado que esta sub-matriz contiene datos de distintos períodos de medición puede considerarse invariable al tiempo, y por lo tanto es un modelo estable y consistente que puede aplicarse posteriormente a nueva información espectral que esté disponible (Powell et al., 2010). En otras palabras, este modelo que ha sido entrenado puede aplicarse a imágenes nuevas cada vez que estén disponibles para la zona de estudio, y de esta forma nuevos estimados de tCO2e podrán ser evaluados. Utilizando el modelo entrenado, se obtiene predicciones para la sub-matriz de validación, y los desvíos entre el valor observado y el valor modelado nos darán un estimado transparente del error mas las bandas de confianza (±) de rigor.
  6. **Estimación de fijación de tCO2e - Restauración.** Resultado de la aplicación del modelo de tCO2e a las imágenes del año de interés será un producto geoespacial en formato de grilla (raster) con una resolución espacial equivalente a la de Landsat-OLI de 30 metros (unidad de mapeo de 0.09 hectáreas). Este producto de existencias puede generarse con una temporalidad anual. La diferencia interanual positiva de tCO2e puede tomarse como la fijación o secuestro anual de carbono a nivel de pixel de forma directa. Con objeto de proveer de estadísticos anuales que vinculen las zonas que han sido adjudicadas a procesos de restauración (dentro del proyecto), y aquellas que fueron atacadas por la plaga del gorgojo y se están o no regenerando naturalmente (fuera del proyecto), entonces se pueden obtener estadísticos zonales (Hijmans et al., 2013) como la media, mediana, moda, etc. Dichos estadísticos podrán generarse tanto a nivel de poligonales de interés (áreas particulares, microcuenca, área protegida, etc.) del proyecto, así como en toda la extensión de intervención. Esta comparación (ej. media de fijación tCO2 dentro vs. media de fijación tCO2 fuera) es una interpretación del beneficio que es directa y transparente ya que siempre está acompañada de su respectivo error de modelo. Inferencias acerca del comportamiento observado en las parcelas de inventario (post-ataque del gorgojo) también puede ser utilizado como acompañante de los resultados obtenidos por pixel.
  7. **Estimación de emisiones evitadas tCO2eq – Manejo Adaptativo Forestal**. El procedimiento de estimación es cuasi-directo ya que depende de la deforestación y procesos alternos de degradación que el hecho de aplicar manejo adaptativo forestal MFA evita o previene de suceder en la zona del proyecto. Se plantea una evaluación del paisaje que incluya mapeo de la cobertura y los cambios correspondientes en esta cobertura. Una línea base de la cobertura y uso al año 2020 estará disponible en la sección de monitoreo de ICF. Al año de reporte 2025 un segundo mapa que represente la estabilidad y los cambios asociados a la cobertura y uso debe de ser preparado utilizando procedimientos estandarizados para garantizar que los cambios observados no son producto de diferencias metodológicas. La expectativa es que la implementación del MFA reduce o elimina los procesos de deforestación (por diversas causas incluyendo ataques de plagas, incendios y actividad antrópica) y cambio de uso en la zona bajo intervención.

1. Para calcular la magnitud de las emisiones evitadas se debe de utilizar el protocolo de reporte que ICF maneja ante instancias internacionales. A saber: se cuantifican las áreas que cambian de uso forestal a otros usos y se asigna un valor promedio de tCO2eq para estas zonas afectadas. En este sentido, el valor total de emisiones puede ser reportado de dos formas: Siguiendo los protocolos tradicionales de reporte de ICF que extraen valores promedio de tCO2eq de los mapas anuales que se han generado a partir del modelo de carbono propuesto y que cubre todo el paisaje (dentro y fuera del proyecto);
2. b) obteniendo valores de las diferencias interanuales negativas (emisión de tCO2eq) en las zonas que han sido identificadas como deforestación o procesos de degradación por la unidad de monitoreo. Los resultados de diferencias interanuales del modelo son lo suficientemente consistentes y transparentes (reporte del error) para que sean usados directamente si la unidad de monitoreo lo decide
   1. Dado que se cuenta con predicciones a nivel de 100% del paisaje, las emisiones al igual que los secuestros de CO2 pueden escalarse con estadísticos zonales en cualquier poligonal que el personal de ICF o del proyecto estime conveniente.
   2. En la siguiente figura se consigna el flujo de trabajo propuesto para la medición de impactos en carbono del conjunto de la intervención (para áreas en restauración y MFA).

****Figura 2. Flujo de trabajo para estimación de impactos en carbono

**c.3. Evaluación de impactos en ingresos de productores que adoptan SAF**

* 1. Por efectos de la adopción de SAF por parte de agricultores en zonas cercanas a las áreas en restauración se esperan incrementos en la productividad del suelo y la dotación de agua de las unidades agropecuarias intervenidas con respecto a un grupo de control. Una evaluación dif-en-dif de un programa SAF similar ejecutado en Nicaragua (PAGRICC)[[5]](#footnote-5) ha arrojado aumentos en el valor de la producción agrícola (VPA) anual por hectárea de los beneficiarios en un periodo de tres años entre línea de base y final (entre 2011/12 y 2013/2014)[[6]](#footnote-6).
  2. En este caso se propone aplicar una encuesta de línea de base a productores que hayan adoptado SAF del programa (tratamiento) y productores con características similares y elegibles pero que no podrán ser atendidos por el programa por razones exógenas (por ejemplo limitaciones de presupuesto). La encuesta de línea de base debe aplicarse una vez que se hayan definido a los potenciales participantes que adotarán SAF en el marco del programa.
  3. Para la selección del grupo tratado y de control es recomendable generar un proceso aleatorio (sorteo) que asegure la exogeneidad de la asignación de los productores a cada uno de estos grupos. No obstante, esta opción puede no ser viable en caso el número de potenciales beneficiarios (y áreas a intervenir) no tenga el tamaño suficiente para tal efecto. En este caso se debe seleccionar un grupo de control en áreas que no serán intervenidas pero que tienen similitudes con las áreas a intervenir en variables directamente relacionadas a los criterios de elegibilidad del programa.
  4. El objetivo principal de la encuesta a los productores es medir la productividad e ingreso agrícolas, que es la variable de impacto principal en la adopción de SAF. En adición se pueden medir algunos indicadores intermedios relacionados al manejo de suelos, agua y los recursos forestales por parte de los productores. Finalmente, la encuesta debe también recoger información sobre características del productor y el contexto agroecológico y social correspondiente, las que son útiles para obtener estimados más precisos de impactos potenciales utilizando técnicas econométricas de regresión.

**d. Consideraciones sobre la potencia estadística de las muestras**

* 1. La presente intervención requiere diversas metodologías para la medición de impactos lo cual implica distintas formas de aproximarse al diseño muestral y el control de los errores estadísticos esperados. En este acápite se discuten las estrategias de diseño muestral para cada método propuesto por tipo de intervención.
  2. **Impactos hidrológicos.** La metodología propuesta para la medición de impactos en la dotación de agua por restauración y MFA se sustenta en la calibración de modelos hidrológicos con datos de cuencas representativas. En este caso no es viable (dados los altos costos de medición) utilizar un muestreo probabilístico de una cantidad significativa de cuencas, pero se aspira a tener datos confiables tomados de estudios de caso relevantes para la calibración.
  3. Para la estimación de impactos en las áreas de restauración los datos serán tomados directamente de sesis microcuencias, tres con tratamiento y tres sin tratamiento. En este caso se seleccionarán microcuencas en las que el tratamiento tenga el mayor tiempo discurrido posible al momento de la selección, y así poder compararlas con las que no reciben ninguna intervención. En términos hidrológicos, se espera que en 3 años de tratamiento existan ya impactos en la intercepción y la estructura del suelo (al menos cerca de los árboles), por lo que aunque el efecto fuera inicialmente reducido, éste debería ser detectable en la modelación comparativa.
  4. En el caso de MFA, el enfoque planteado considera la construcción de un modelo hidrológico sobre la base de información en una de las cuencas más importantes del macizo central hondureño, cuenca de Guacerique, para la que se cuenta con series históricas de flujos de agua de dos décadas (Hernández et al, 2005). Una vez definida el área intervenida en el periodo del programa, se identifican áreas no plagadas con MFA (intervenidas) y área sin MFA (control) para el año base (2020). En el año 2025 se estimará la deforestación ocurrida en ambas áreas y se medirá el diferencial (deforestación evitada), el que se convierte en impacto por diferencial de la disponibilidad de agua superficial utilizando los números de curva obtenidos para la cuenca de Guacerique.
  5. Como se puede ver, para las mediciones hidrológicas no se pretende tener representatividad estadística. En estudios previos consultados (Badgley et al, 2017; Arnold et al, 2012; Hong and Adler, 2008; Hernandez et al, 2005) tampoco se logra representatividad estadística, y más bien se utilizan cuencas representativas para obtener resultados indicativos del comportamiento hidrológico diferenciado bajo condiciones relativamente controladas. En este sentido, la metodología planteada para el tema hidrológico es consistente con la práctic y la literatura en el tema, y consideramos que será útil para proyectar impactos de corto y largo plazo, y también aportará al conocimiento específico y general en el tema.
  6. Impactos en carbono. Para la medición de impactos en carbono se tienen dos métodos basados en teledetección pero con diseños diferenciados. En el caso de la medición de deforestación evitada en áreas que serán intervenidas con manejo forestal adaptativo (MFA), se utilizará información oficial sobre deforestación anual en base a la metodología de ICF aplicada en forma idéntica para el año base y año final para el área intervenida y un área de control que guarden similitudes históricas estructurales en variables como la cobertura forestal, composición del bosque, presencia de incendios, áreas plagadas de gorgojo, características socio-económicas, entre otras.
  7. Para la estimación de la cantidad de carbono fijada en bosque en crecimiento por restauración versus crecimiento natural, el método planteado combina uso de teledetección e interpretación con uso de datos de parcelas representativas de bosque en crecimiento. Las parcelas cumplen dos funciones complementarias en el proceso: (i) parcelas de "entrenamiento" que permiten calibrar y mejorar la interpretación de imágenes; (ii) parcelas de "validación", que se usan para medir el nivel de error en la medición (predicciones erróneas, medido por ejemplo con el error cuadrático medio o RMSE por siglas en inglés).
  8. En este caso es necesario identificar algunos elementos del método que impactan en el error esperado de este tipo de modelos. Por ejemplo, existen diversos métodos para utilizar la información de las parcelas de "entrenamiento", dentro de los cuales en esta evaluación se recomiendan los de tipo "machine learning" por generar los mejores resultados. Un tema crucial es el tamaño de las parcelas utilizadas y su compatibilidad con el nivel de resolución de las imágenes espectrales ya que una fuente de incertidumbre ocurre si en las parcelas de campo (ej. datos observados de biomasa) existen múltiples pixeles mezclados (ejemplo: que la parcela sea de un tamaño de 500 x 500 metros = 25 hectáreas, y se usa Landsat que tiene una resolución de 30 x 30 metros = 0.09 hectáreas). Esto puede generar muchos valores espectrales para un solo valor por parcela. En el caso de la presente propuesta de evaluación, si embargo, las parcelas de muestreo permanente PMP de ICF tienen un área de 0.1 hectáreas, y calzan muy bien con Landsat y las oportunidades de tener pixeles mezclados es muy baja, ya que en la mayoría de los casos se puede asumir una relación 1 a 1.
  9. Igualmente, para asegurar mayor precisión es importante que la información sobre las parcelas y las imágenes estén correctamente calzadas tanto en el tiempo como en el territorio, y que las imágenes sean adecuadamente procesadas y corregidas bajo una misma metodología consistente. Este tema es afrontado en la propuesta con la construcción de una única matriz de modelación multitemporal para el conjunto de datos. Otro elemento importante se refiere al uso complementario de fuentes pasivas y activas de teledetección y su adecuada combinación. En la propuesta planteada esto también se considera con tres fuentes complementarias: pasivas: (i) Landsat 8-OLI; (ii) Sentinel-2, y sensores activos: Global Ecosystems Dynamics Investigation GEDI. La triangulación de estas fuentes mejora la precisión de las estimaciones.
  10. Impactos en ingreso agrícola. En el caso de las unidades agropecuarias a ser consideradas para el esquema de evaluación de impactos en ingreso por adopción de SAF sí se plantea un diseño muestral de tipo probabilístico para el que se debe determinar un tamaño de muestra "óptimo" o adecuado para lograr cierto nivel de precisión y confianza con respecto a los resultados que se obtengan. Desde el punto de vista estadístico se evalúa una hipótesis nula (Ho) para aceptar o no una hipótesis altenativa (Ha), siendo la Ho que el programa no genera mayor impacto. El diseño muestral en este contexto se orienta a poder rechazar con un nivel conocido de confianza la hipótesis nula cuando efectivamente existen impactos por la intervención, lo que se denomina Poder Estadístico de la muestra. Este dependerá de los siguientes factores: (i) magnitud del impacto a medir, (ii) tamaño de la muestra, (iii) varianza o desviación estándar de la variable de impacto, (iv) proporción de la muestra en tratamiento versus control, y (v) si existen aglomeración en grupos de la muestra.
  11. Así, calcular el poder de una muestra consiste en determinar el tamaño mínimo requerido para captar el llamado efecto mínimo detectable (MDE por sus siglas en inglés) que representa diferencias de medias en la variable de impacto entre tratamientos y controles. En este cálculo el analista define el nivel de significancia (α); proporción de la muestra a tratamiento y control, la varianza esperada de la variable de impacto, y un valor referencial del de poder que se quiere alcanzar. Generalmente se consideran aceptables un poder estadístico de 80% y un nivel de significancia de 5%. También es deseable que la proporción de la muestra sea 50% en tratamiento y 50% en control, y que no exista aglomeración de las muestras a nivel territorial.
  12. En este contexto, la fórmula de MED es la siguiente::

MDE=

donde:

MDE = Efecto Mínimo Detectable

k = Poder (error tipo 2);

𝛼 = nivel de significancia (error tipo 1).

P = Proporción de la muestra asignada a Tratamiento.

N = Tamaño muestral

𝜎2= Varianza de la variable de impacto

* 1. Para estimar el tamaño de la muestra aplicable a la intervención en SAF consideramos un impacto esperable de por lo menos 0.2 desviaciones estándar del ingreso agrícola. Con los datos antes mencionados se determina que el tamaño mínimo de la muestra debe ser 620 unidades agropecuarias. Esto implica que los grupos de evaluación de tratamiento y control deben ser 310 unidades respectivamente para evaluar resultados del apoyo del programa en SAF.

**f. Estimaciones econométricas**

* 1. Para cada uno de los indicadores de impactos generados tanto por los modelo geoestadísticos como en unidades agropecuarias se utilizará la siguiente fórmula para cada unidad de observación (i):

*Yi = β0 + β1 \*Pi1+β2\*T+β3\*Pi1\*T+Xi  + εi*

donde Yi es el indicador de impacto de interés; Pi1 es igual a uno si la unidad "i" se encuentra en el grupo de tratamiento y cero si se encuentra en el grupo de control. T es igual a cero al inicio del estudio (línea de base) y uno después del tratamiento (línea final); Xi son variables de control de la unidad bajo observación; εi es el término de error estadístico no correlacionado con las variables.

* 1. Con esta estimación, el coeficiente β1 controla para las diferencias iniciales entre el control y el tratamiento, β2 controla para las tendencias generales en el tiempo, y β3 proporciona la estimación del impacto y el efecto promedio del tratamiento. Cabe señalar que esta especificación se puede utilizar para medir los impactos de los tres indicadores. En el caso de los modelos geoestadísticos para carbono y agua, la espeficiación se puede aplicar a cambios en valores de celdas de un tamaño determinado para el territorio del área de evaluación (celdas por ejemplo de 0.9 Ha utlizado por Landsat u otros). En el caso de SAF la especificación se aplica directamente a las unidades agropecuarias de la muestra levantada para la línea de base.
  2. La presente evaluación medirá impactos del programa a mediano plazo (5 años) es decir una vez que el financiamiento de restauración de áreas afectadas por gorgojo, apoyos en MFA y SAF culminen. Por cuestiones relacionadas al horizonte temporal del proyecto no se podrán medir los impactos más importantes de largo plazo de restauración y MFA (a 20, 30 y 40 años, por ejemplo); sin embargo se recomienda que ICF realice evaluaciones de impactos para períodos mayores a la presente evaluación en base a la metodología propuesta y luego de un proceso de capacitación en dicha metodología.
  3. Dada la importancia a nivel nacional que el tema de la plaga de gorgojo ha generado en Honduras, a lo largo de la implantación del presente programa es posible que surjan otras iniciativas u opciones de restauración de bosque adicionales y con objetivos muy parecidos que podrían afectar los resultados esperados finales. Sin embargo, al tener modelos de cobertura total de las áreas plagadas y no plagadas se podrá controlar cualquier potencial problema de contaminación de los impactos por otras intervenciones.

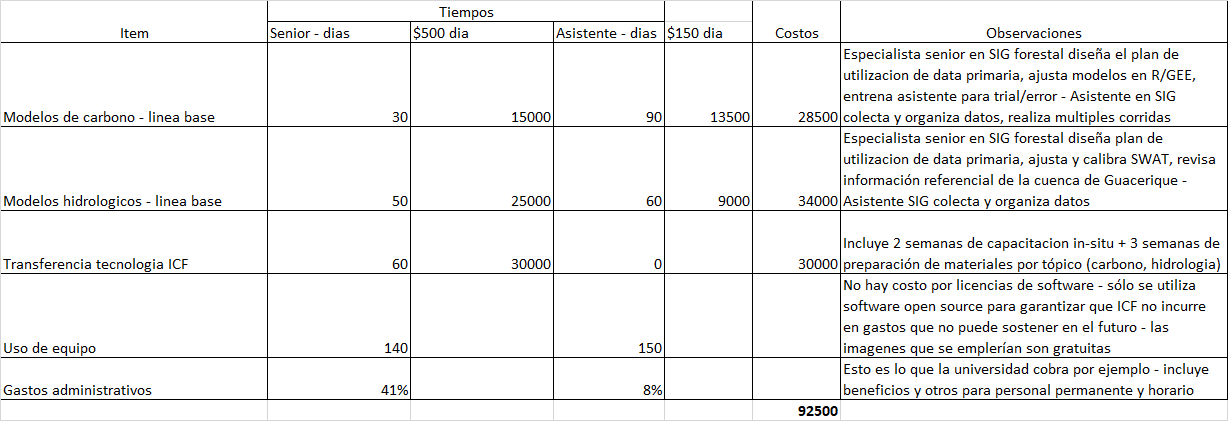
**g. Plazos asociados a la evaluación**

* 1. Para el desarrollo de la evaluación de impacto propuesta, se estima un plazo global de 6 años, derivados de la sucesión de actividades que se detalla en el siguiente cronograma.



**h. Coordinación y presupuesto de la Evaluación de Impacto.**

* 1. La institución responsable de coordinar los esfuerzos y requerimientos para las evaluaciones de impacto es la Unidad Ejecutora, con la participación y apoyo de ICF. Se prevé el acompañamiento del BID a través de asistencia técnica; particularmente en el diseño de las evaluaciones y el análisis de la información recolectada.
  2. Los costos de una evaluación de impacto como la propuesta, ascienden a USD 292,500. La parte de modelación geoespacial de carbono y agua se propone llevarla a cabo por medio de un convenio con una Universidad con experiencia en este temática, dado lo innovador del enfoque. El detalle de el presupuesto es el siguiente:



Costos de servicios para la modelación geoespacial de carbono y agua

Costos de la Evaluación de Impactos en SAF



**Evaluaciones de Proceso del Proyecto**

* 1. Finalmente, se realizarán dos evaluaciones de procesos del Programa, una intermedia y una final, de acuerdo al siguiente cronograma: i) contratación de la primera evaluación del proyecto una vez que se hayan cumplido 18 meses de operación; y ii) contratación de la evaluación final una vez desembolsado el 90% de los recursos del proyecto, y cuyo informe se presentará cuando se haya desembolsado el 95% del financiamiento del Proyecto.
  2. La evaluación final del proyecto examinará los siguientes aspectos:

i) Eficacia del Proyecto

- Lógica vertical del Proyecto. La evaluación de la eficacia debe analizar la validez de la lógica vertical anticipada del proyecto (conexión entre los productos previstos del proyecto, los resultados esperados y los impactos). Es decir, analizar la cadena de resultados (“results chain”) y aportar evidencia de que los nexos esperados entre los productos y los resultados/impactos fueron o no como se esperaban. La discusión debe analizar la implementación del proyecto y si ha encontrado restricciones que han afectado a las soluciones finalmente adoptadas y a los resultados obtenidos, y cómo fueron resueltas. Finalmente, hay que actualizar la evidencia de la validez externa e interna de la lógica vertical. Si los supuestos clave de la lógica vertical no se cumplieron durante la implementación, se debe identificar en qué parte de lógica vertical el proyecto no funcionó, cómo cambiaron las condiciones, qué riesgos se materializaron que impidieron que el proyecto alcanzará sus resultados, cuál sería la lógica vertical revisada que mejor describiría los resultados y los productos que alcanzó el proyecto.

- Los resultados logrados. La evaluación de la eficacia debe llevarse a cabo en relación con los objetivos y las metas (de los indicadores de resultado) del proyecto aprobados por el BID. La evaluación debe hacer uso de MR del proyecto para analizar el grado en que el proyecto logro sus objetivos previstos. Esta evaluación debe basarse en toda la información pertinente y en la evidencia disponible. Como parte del análisis, hay que verificar si el proyecto alcanzó los productos y resultados esperados. Se debe documentar los cambios que se dieron en la MR del proyecto, las razones de cambio, el tipo de cambio y las fechas en qué fueron realizados. Si hay indicadores de resultados y de productos que no se midieron al final de proyecto, o su metodología de medición fue cambiada en relación a la que fue aprobada se debe documentar y explicar las razones. Se debe revisar si los indicadores y metas fueron los adecuados para medir los objetivos propuestos del proyecto.

* 1. La atribución de sus resultados. La evaluación de la eficacia debe buscar establecer la atribución entre los productos del proyecto y los resultados observados.
  2. Resultados imprevistos. La evaluación debe identificar los posibles resultados imprevistos y los no deseados (aquellos que no están reflejados en el proyecto como objetivos establecidos).

ii) Relevancia. En qué medida los objetivos del proyecto son consistentes con las necesidades de los beneficiarios, las prioridades del país, la estrategia del Banco con el país y las metas corporativas del BID.

iii) Sostenibilidad del Proyecto. Teniendo en cuenta los resultados de los proyectos ya alcanzados, la evaluación de la sostenibilidad deberá:

- Analizar las condiciones que pudiera influir en la continuación de los resultados ya obtenidos y del alcance de los resultados futuros esperados.

- Estar determinada por una evaluación de la probabilidad y del impacto de diversas amenazas a la continuidad de los resultados más allá de la finalización del proyecto (implementación ex post del proyecto).

- Tener en cuenta el contexto operativo, sectorial, y de país en la proyección de cómo los riesgos pueden afectar a los resultados.

- Analizar aspectos de gobernabilidad de proyecto, la apropiación de los actores clave; la apropiación del gobierno de esta iniciativa, entre otros.

iv) Otros Aspectos

- Una evaluación de la calidad del plan de M&E del proyecto, y su aplicación. En esta sección debe analizarse la adecuación del diseño y la aplicación del PME, así como el uso de la información. El análisis deberá estar referido al PME que fue incorporado en el anexo al POD.

- Cumplimiento de los aspectos sociales y ambientales. En qué medida el proyecto ha cumplido con las medidas establecidas en informe de gestión ambiental y social del proyecto.

v) Hallazgos y Recomendaciones. En este punto debe destacar lo que el proyecto hizo bien, qué se pudo hacer de una forma diferente para prevenir errores o mejorar los resultados y qué hizo diferente el proyecto durante su implementación para lograr sus resultados. Considerará identificar estos hallazgos y recomendaciones en la lógica vertical del proyecto, ejecución y presupuesto, gestión del proyecto, evaluación de impacto y asuntos no resueltos.

**Referencias**

Arnold, J.G., Moriasi, D.N., Gassman, P.W., Abbaspour, K.C., White, M.J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R.D., Van Griensven, A., Van Liew, M.W., 2012. SWAT: Model use, calibration, and validation. Transactions of the ASABE 55, 1491–1508.

Badgley, G., Field, C.B., Berry, J.A., 2017. Canopy near-infrared reflectance and terrestrial photosynthesis. Science advances 3, e1602244.

Bosch, J.M., Hewlett, J.D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of hydrology 55, 3–23.

Breiman, L., 2001. Random forests. Machine learning 45, 5–32.

Cutler, D.R., Edwards, T.C., Beard, K.H., Cutler, A., Hess, K.T., Gibson, J., Lawler, J.J., 2007. Random forests for classification in ecology. Ecology 88, 2783–2792.

Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., 2012. Sentinel-2: ESA’s optical high-resolution mission for GMES operational services. Remote Sensing of Environment 120, 25–36.

Fuka, D.R., Walter, M.T., MacAlister, C., Degaetano, A.T., Steenhuis, T.S., Easton, Z.M., 2014. Using the Climate Forecast System Reanalysis as weather input data for watershed models. Hydrological Processes 28, 5613–5623.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment 202, 18–27.

Groothausen, C., Ferreira, O., 1989. Curvas de índice de sitio para Pinus caribaea Morelet en Honduras. El tatascan 6.

Groothousen, C., Alvarado, C., 2000. Las parcelas de muestreo permanente: bases para estudios de crecimiento y rendimiento en bosques de pino en Honduras. Administración Forestal del Estado, Tegucigalpa. Honduras.

Healey, S.P., Yang, Z., Cohen, W.B., Pierce, D.J., 2006. Application of two regression-based methods to estimate the effects of partial harvest on forest structure using Landsat data. Remote Sensing of Environment 101, 115–126.

Hernandez, A., Velázquez, S., Jiménez, F., Rivera, S., 2005. Dinamica del uso de la tierra y de la oferta hidrica en la cuenca Guacerique. Recursos Naturales y Ambiente 21–27.

Hernandez, A.J., 2003. Dinámica del uso de la tierra y de la oferta hídrica en la cuenca del Río Guacerique, Tegucigalpa, Honduras. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza, Turrialba, Costa Rica.

Hersbach, H., Dee, D., 2016. ERA5 reanalysis is in production. ECMWF newsletter 147.

Hewlett, J.D., 1971. Comments on the catchment experiment to determine vegetal effects on water yield 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association 7, 376–381.

Hijmans, R.J., van Etten, J., Mattiuzzi, M., Sumner, M., Greenberg, J.A., Lamigueiro, O.P., Bevan, A., Racine, E.B., Shortridge, A., 2013. Raster package in R. Version.

Hong, Y., Adler, R.F., 2008. Estimation of global SCS curve numbers using satellite remote sensing and geospatial data. International Journal of Remote Sensing 29, 471–477.

MAPAFOR, 2014.

Masek, J.G., Vermote, E.F., Saleous, N., Wolfe, R., Hall, F.G., Huemmrich, F., Gao, F., Kutler, J., Lim, T.K., 2013. LEDAPS calibration, reflectance, atmospheric correction preprocessing code, version 2.

Powell, S.L., Cohen, W.B., Healey, S.P., Kennedy, R.E., Moisen, G.G., Pierce, K.B., Ohmann, J.L., 2010. Quantification of live aboveground forest biomass dynamics with Landsat time-series and field inventory data: A comparison of empirical modeling approaches. Remote Sensing of Environment 114, 1053–1068.

Saarela, S., Holm, S., Healey, S., Andersen, H.-E., Petersson, H., Prentius, W., Patterson, P., Næsset, E., Gregoire, T., Ståhl, G., 2018. Generalized Hierarchical Model-Based Estimation for Aboveground Biomass Assessment Using GEDI and Landsat Data. Remote Sensing 10, 1832.

Vermote, E., Justice, C., Claverie, M., Franch, B., 2016. Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product. Remote Sensing of Environment 185, 46–56.

**ANEXO 1. Explicación de valores de indicadores de impacto en LB y LF**

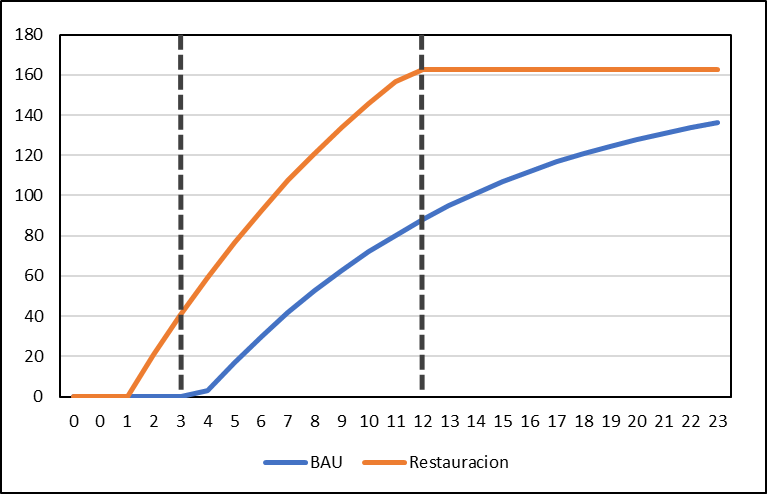
1. **Restauración bosque privado**

El cálculo de cambio esperado en agua y carbono por efectos del proyecto es el siguiente.

Indicadores restauración

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | UM | Restauración |
| Área intervenida | Ha | 10,664 |
| Agua x Ha año 3 | M3/Ha | 40.8 |
| Agua generada | M3/Ha | 435,592 |
| Crecimiento bosque año 3 | % | 4.2% |
| Carbono | tCO2eq | 66,651 |

Para el cálculo se utiliza la siguiente curva de cantidad de agua retenida (M3/Ha) bajo restauración versus bosque con regeneración natural.

Agua retenida con restauración y regeneración natural (M3/Ha)

Usaremos el diferencial al año 5 (del proyecto, que es año 3 de la curva de crecimiento). Este diferencial es de 40.8 M3/Ha, el cual se multiplica por el área bajo tratamiento para llegar a 435,592 M3.

Para carbono, en el mismo gráfico, se considera el ratio de las áreas debajo de la curva de crecimiento del bosque al año 5 del proyecto (año 3 de la curva) con respecto al área máxima debajo de la curva al año 12. Este ratio es de aproximadamente 0.042 (4.2%)[[7]](#footnote-7), el cual se multiplica por el área y por nivel de carbono de una Ha de bosque de pino (150 tnCO2e según informe de referencia). El impacto esperado es de 66,651 TnCO2e.

1. **Manejo Forestal Adaptativo**

Para esta intervención se considera a la deforestación evitada generada por esta intervención en el periodo del proyecto (5 años). Para el cálculo se utiliza el siguiente cuadro tomado del Informe de Hernández sobre la evolución de la deforestación en Honduras

Superficies originales, estimadas como pérdidas de cobertura y fracciones de bosque original de conífera por tipo de uso

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoría de Uso | MAP | SINAPH | EJIDAL | NACIONAL | PRIVADO | AA | SIN CATEGORIA DE MANEJO (FUERA) | TOTAL |
| Superficie en la línea base | 106,457 | 254,106 | 180,520 | 239,705 | 391,597 | 21,791 | 1,380,539 | 2,574,715 |
| Superficie neta de pérdidas (2003 - 2012) | 1,295 | 1,777 | 2,514 | 4,562 | 4,837 | 268 | 29,478 | 44,733 |
| Superficie promedio de perdida por año (hectáreas) | 143.8 | 197.4 | 279.3 | 506.9 | 537.4 | 29.7 | 3275.3 | 4970.3 |
| Porcentaje de total de pérdidas | 3% | 4% | 6% | 10% | 11% | 1% | 65% | 100% |
| Fracción del bosque original de coníferas que se perdió | 1.20% | 0.70% | 1.40% | 1.90% | 1.20% | 1.20% | 2.10% | 1.70% |
| Pérdida anual % | 0.14% | 0.08% | 0.15% | 0.21% | 0.14% | 0.14% | 0.24% | 0.19% |

Se considera que la intervención en MFA es similar a la situación de las áreas protegidas SINAPH. Se calcula el diferencial de deforestación (0.24% - 0.08%=0.16% anual) y este se aplica al área intervenida que tendría intervención en 3 de los 5 años (se asumen los dos 2 años sin áreas bajo manejo aún). El resultado obtenido es el siguiente.

Indicadores MFA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | UM | MFA |
| Área intervenida | Ha | 188,836 |
| Deforestación evitada | Ha | 904 |
| Agua x Ha bosque crecido | M3/Ha | 155.4 |
| Agua generada | M3 | 140,432 |
| Carbono generado | tCO2eq | 135,591 |

1. En el **Anexo 1** se explcan los valores propuestos para los indicadores de agua y carbono. [↑](#footnote-ref-1)
2. El área de evaluación de impactos considera al conjunto de áreas que son elegibles para tratamiento, es decir, que cumplen con los criterios de elegibilidad para el proyecto. De ser necesario (para generar mejores controles), es posible incorporar al área de evaluación de impactos a zonas que aunque no han sido consideradas para este programa específico (están fuera del área de influencia) sí pueden ser usadas como controles porque cumplen con criterios básicos de similitud (elegibilidad) con las áreas tratadas. [↑](#footnote-ref-2)
3. Hernández Alexander (2019) "Insumos para Evaluación de Impacto del Programa 3878/BL-HO" [↑](#footnote-ref-3)
4. Hernández Alexander (2019) "Insumos para Evaluación de Impacto del Programa 3878/BL-HO" [↑](#footnote-ref-4)
5. Ver González M. y M. Le Pommellec (2019) "Evaluación de impacto del componente 1 del Programa Ambiental de Gestión de Riesgos de Desastres y Cambio Climático (PAGRICC) (NI-L1048)". Documento de Trabajo. En la explicación de la teoría de cambio para explicar impactos los autores señalan *"(…) En el corto y mediano plazo, a raíz de la adopción de los SRA (…), se espera que la calidad del suelo y disposición de agua hayan mejorado, lo cual debería mejorar los niveles de rendimiento para los cultivos anuales (…) y el acceso a alimentos y agua para el ganado"* (pp. 17) [↑](#footnote-ref-5)
6. El estimado del impacto obtenido fue de US$ 195 por Ha (estadísticamente significativo al 95% de confianza), que representa un 26% de incremento promedio del VPA por Ha del grupo intervenido. Como esta estimación controló por gastos del productor, el impacto puede considerarse como un aumento en el ingreso agrícola anual de los beneficiarios. [↑](#footnote-ref-6)
7. Se usó una aproximación a las áreas como triángulos con la fórmula Base\*Altura/2. [↑](#footnote-ref-7)