



CLIMATE
ACTION
RESERVE

Protocolo Forestal para México

***Borrador para la Revisión del
Grupo de Trabajo
Secciones 4 a 6***

Octubre 22, 2019

Agradecimientos

Autores (en orden alfabético)

Amy Kessler
John Nickerson
Jon Remucal
Cecilia Simón

Staff (en orden alfabético)

Derik Broekhoff
Gary Gero
Mark Havel
Heather Raven
Emily Russell-Roy
Katy Young
Robert Youngs

Grupo de Trabajo/Participantes

La lista de los miembros del grupo de trabajo abajo incluye a aquellos individuos y organizaciones que han contribuido con el desarrollo y actualización de las distintas versiones del protocolo. No todos los miembros estuvieron involucrados en el proceso de revisión del protocolo. Para mayor información, ver la sección 4.3 del Manual del Programa de la Reserva.

(Nota: las afiliaciones pueden haber cambiado)

Armando Alanís	Comisión Nacional Forestal
Mariana Azaola	Comisión Nacional Forestal
Danae Azuara	Environmental Defense Fund
Arturo Balderas	CIGA/UNAM
Barbara Bamberger	California Air Resources Board
Karla Barclay	Comisión Nacional Forestal
Juan Carlos Carrillo	Centro Mexicano de Derecho Ambiental
Francisco Chapela	Rainforest Alliance
Carolyn Ching	Verified Carbon Standard
Alfredo Cisneros Pineda	Instituto Nacional de Ecología
Alejandra Cors	Reforestamos Mexico
Lina Dabbagh	World Wildlife Fund
Liliana Dávila	World Wildlife Fund
Pablo Delgadillo	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
Janik Granados	CIGA/UNAM
Steven de Gryze	Terra Global Capital
Rubén de la Sierra	ASERCA
Francisco Echevarría	Alianza de Ejidos y Comunidades Forestales Certificados de Mexico A.C.
Leticia Espinosa	Pronatura Mexico A.C.
Raúl Espinoza Bretado	Comisión Nacional Forestal
Elsa Esquivel	Ambio
Jose Carlos Fernández	Comisión Nacional Forestal
Eugenio Fernández	Rainforest Alliance
Rafael Flores	Comisión Nacional Forestal
Bryan Foster	Ecologic
Sandie Fournier	Ambio
Sofía García	Comisión Nacional Forestal
María Elena Giner	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
Ricardo Gómez	SOLAL

Sergio Graf	Comisión Nacional Forestal
Luis Guadarrama	MREDD
Gabriela Guerrero	Comisión Nacional Forestal
Leticia Gutiérrez Lorandi	Comisión Nacional Forestal
Brett Jackson	Clean Trade Group
Noura Hammadou	Baker & McKenzie
Mary Kate Hanlon	New Forest
Jeffrey Hayward	Rainforest Alliance
Carly Hernandez	University of Colorado
Iván Hernandez	Gold Standard
Robert Hrubes	Scientific Certification Systems
Omar Jiménez	Subdelegado Jurídico PROFEPA – Delegación Chihuahua
Kjell Kühne	Instituto Nacional de Ecología
Federico Lage	Natura Proyectos Ambientales
Alex Lotsch	World Bank
Rubén Martínez	Ambiente y Desarrollo
Christina McCain	Environmental Defense Fund
Claudia Méndez	Rainforest Alliance
María Elena Mesta	Rainforest Alliance
Jose María Michel	Comisión Nacional Forestal
Pedro Morales	Baker and McKenzie
César Moreno	Comisión Nacional Forestal
Kurt Christoph Neitzel	Universidad Nacional Autónoma de México
Carolina Orta	Comisión Nacional Forestal
Yves Paiz	The Nature Conservancy
Michelle Passero	The Nature Conservancy
Carlos Pérez	Servicios Ambientales de Oaxaca A.C.
Laura Pérez	Grupo Ecológico Sierra Gorda
Rosario Peyrot-Gonzalez	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
Benjamín Pozos	OVVALO
Pablo Quiroga	Natura Proyectos Ambientales
Isabel Ramírez	Universidad Nacional Autónoma de México
Fernanda Rivas	SOLAL
Ricardo Rivera	Comisión Nacional Forestal
David Ross	Independent Consultant for carbon forestry projects
Federico Ruanova	Baker and McKenzie
Pati Ruiz	Grupo Ecológico Sierra Gorda
Alejandra Salazar	Pronatura Mexico A.C.
Jose Mario Sánchez	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
Steve Schwartzman	Environmental Defense Fund
Margaret Skutsch	CIGA/UNAM
Brian Shillinglaw	New Forest
Cheri Sugai	Terra Global Capital
Naomi Swickard	Verified Carbon Standard
Julie Teel	Governor's Climate and Forest Task Force
Jorge Rubén Tarango	Subdelegado Jurídico SEMARNAT - Delegación Chihuahua
Denisse Varela	Baker and McKenzie
Rubén Trejo Ortega	Independent
Rosa María Vidal	Pronatura Sur
Yougha von Laer	South Pole Carbon
Gmelina Ramírez	

Soporte Técnico

Nancy Budge	QB Consulting
-------------	---------------

1. Tabla de Contenido

Abreviaciones y Acrónimos	5
4. Límites para el Análisis de GEI.....	6
5 Cuantificación de Remociones Netas de GEI y CRTs	14
5.1. Cuantificación del Carbono en Madera Viva y Muerta en Pie de las Áreas de Actividad	16
5.1.1. Manejo Forestal Mejorado, Restauración y Bosques Urbanos Grandes	16
5.1.2. Reforestación.....	16
5.1.3. Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles	16
5.2. Determinación de la Línea de Base para el Área de Actividad	17
5.2.1. Consideración de Restricciones Legales	17
5.2.2. Consideraciones de Limitaciones Financieras	17
5.3. Cálculo de las Emisiones por Actividades de Preparación del Sitio	17
5.4. Cálculo de los Efectos Primarios del Área de Actividad	18
5.5. Evaluación de Efectos Secundarios.....	18
5.5.1. Efectos Secundarios por la Combustión Móvil para Actividades de Reforestación	18
5.5.2. Efectos Secundarios en Sitios Externos para Actividades de Reforestación, Restauración, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles.....	19
5.5.3. Efectos Secundarios para Actividades Manejo Forestal Mejorado.	21
5.6. Cálculo de los CRTs totales que se podrán emitir.....	26
5.6.1. Contabilidad Tonelada/Año y la Emisión de Créditos.....	26
6 Asegurar la Permanencia de las Remociones de GEI Acreditadas.....	29
6.1. Definición de una Reversión	29
6.2. Fórmula para Compensar las Reversiones	29
6.2.1. Compensación de Reversiones Inevitables	30
6.2.2. Compensación de Reversiones Evitables.....	30
6.2.3. Rol del Monitoreo, Reporte y Verificación para Identificación de Reversiones	31
6.2.4. El Fondo de Aseguramiento (<i>Buffer Pool</i>).....	31
6.3. Disposición de un Proyecto Forestal Después de una Reversión	31
Apéndice A. Cuarta Salvaguarda Ambiental: Monitoreo del Área del Proyecto	33
A.1 Establecimiento de Puntos Aleatorios.....	33
A.2 Determinar la Cobertura Forestal.....	33
A.3. Generar el Reporte de Cobertura Forestal	34
Apéndice B. Cuantificación de Acervos de Carbono en Áreas de Actividad: Metodología de Cuantificación del Inventario Intensivo	35
B.1 Desarrollando Los Inventarios Iniciales de Áreas de Actividad	35
B.1.1 Metodología de Muestreo para Áreas de Actividad (árboles vivos y muertos en pie) ..	35
B.1.1.1. Parcelas de Inventario.....	36
B.1.2. Cálculo del Carbono en Árboles en Pie Vivos y Muertos.....	42
B.1.3. Calculo de la Estadística de Confianza	44
B.2. Determinación de la Línea de Base del Área de Actividad.....	46
B.3. Actualización de los Inventarios de Carbono y Determinación de Acervos de Carbono en Sitio Actuales en Áreas de Actividad.....	46
Apéndice C. Cuantificación de Acervos de Carbono en las Áreas de Actividad: Metodología de Cuantificación de la Cobertura de Copa.....	50
C.1 Desarrollo del Inventario Inicial del Área de Actividad	50
C.1.1 Determinar el Área de Evaluación Apropiaada al Área de Actividad	52

C.1.2	Seleccionar el Estimador de Proporción por Defecto Correcto.....	53
C.1.3	Estimar la Cobertura de Copa en Árboles en Pie dentro del Área de Actividad....	54
C.1.4	Determinar el Estimado de CO ₂ e del Área de Actividad.....	57
C.1.5	Determinar el Cambio Inicial de CO ₂ e en Arbustos para Áreas de Actividad de Reforestación.	58
C.2	Desarrollando la Línea de Base del Área de Actividad.....	58
C.3	Mantener y Actualizar los Inventarios en las Áreas de Actividad.....	59

BORRADOR

Abreviaciones y Acrónimos

AIP	Acuerdo de Implementación del proyecto
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	Bióxido de Carbono
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CPF	Coordinador del Proyecto Forestal
CRT	Tonelada de la Reserva de Acción Climática
FSR	Fuentes, Sumideros y Reservorios
GEI	Gas(es) de Efecto Invernadero
MFM	Manejo Forestal Mejorado
N ₂ O	Óxido Nitroso
PFM	Protocolo Forestal para México
PICC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
PMF	Programa de Manejo Forestal
RP	Reporte de Proyecto
RAN	Registro Agrario Nacional
REDD+	Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en y función de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono
Reserva	Reserva de Acción Climática
RV	Remoción Verificada
SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

4. Límites para el Análisis de GEI

Los límites para el análisis de GEI abarcan todas las fuentes, sumideros y reservorios de GEI que deberán de ser cuantificados dentro de las remociones de GEI de un Proyecto Forestal y que puedan ser afectadas significativamente por las actividades del proyecto, incluyendo los acervos de carbono forestal, fuentes de emisiones de CO₂ biológicas, y emisiones por combustión móvil. Por cuestiones de contabilidad, las fuentes, sumideros y reservorios se organizan según se asocien con los “Efectos Primarios” de un Proyecto Forestal (ej. los cambios esperados en los acervos de carbono, emisiones o reducciones de GEI) o los “Efectos Secundarios” (ej. cambios no deseados en los acervos de carbono, emisiones o reducciones de GEI).¹ Los Efectos Secundarios pueden incluir un aumento en las emisiones de CO₂ asociadas con la preparación del sitio, así como un aumento en las emisiones de CO₂ causadas por la movilización de prácticas de extracción de madera del Área del Proyecto a otras tierras forestales (lo que se conoce comúnmente como “fugas”). Los Proyectos requieren contabilizar los Efectos Secundarios de fugas siguiendo el método de la Sección 5.4.

La siguiente tabla provee una lista completa de las fuentes, sumideros y reservorios de GEI (FSR) que pueden ser afectadas por un Proyecto Forestal, e indica cuales de las FSR deberán de incluirse en el análisis de GEI dependiendo de las características propias del proyecto. Si una FSR es designada como reservorio, esto significa que las remociones de GEI se contabilizan midiendo los cambios en los niveles de los acervos de carbono. Para FSR definidos como fuentes o sumideros, las remociones de GEI se contabilizan al medir los cambios en la tasa de emisiones o remociones de GEI como se describe en las tablas abajo.

¹ Los términos “Efectos Primarios” y “Efectos Secundarios” vienen de WRI/WBCSD, 2005. *The Greenhouse Gas Protocol for Project Accounting*, World Resources Institute, Washington, DC. Disponible en <http://www.ghgprotocol.org>.

Tabla 4.1. Límites para el Análisis de GEI

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/Explicación
Efectos Primarios de las Fuentes, Sumideros y Reservorios						
1	Carbono en madera viva en pie (carbono en todas las porciones de los árboles vivos)	Reservorio / Sumidero	CO ₂	Incluido	Línea de Base: Basado en las mediciones de un inventario inicial en campo, la metodología se describe en la Sección 5.2 Proyecto: Medido en campo y actualización del inventario de carbono forestal a través de la re-medición de parcelas y proyecciones de crecimiento	El aumento en los acervos de carbono en madera viva en pie es considerado como un Efecto Primario significativo en proyectos de secuestro de carbono.
2	Carbono en arbustos y herbáceas en el sotobosque	Reservorio / Sumidero	CO ₂	Incluido para estimar las emisiones por preparación del sitio	Línea de base: N/A Proyecto: Estimados basados en el cambio en carbono resultado de la preparación del sitio	Para cuestiones de acreditación, el carbono de arbustos y herbáceas del sotobosque no se incluyen debido a que los cambios en estos reservorios tienen efectos poco significativos en las remociones de GEI totales. A su vez, no es práctico obtener mediciones que sean suficientemente precisas de carbono en arbustos y herbáceas para poder ser acreditadas. El aclareo de arbustos y herbáceas para llevar a cabo actividades de reforestación puede generar emisiones significativas.
3	Carbono en madera muerta en pie (carbono en todas las partes de árboles muertos en pie)	Reservorio / Sumidero	CO ₂	Incluido	Línea de Base: Medido basado en las mediciones iniciales de carbono en campo Proyecto: Medido cuando se actualiza el inventario de carbono forestal	Los proyectos de aumento de acervos de carbono pueden aumentar significativamente los acervos en carbono muerto en pie a través del tiempo.

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Primarios de las Fuentes, Sumideros y Reservorios						
4	Carbono en madera muerta derribada	Reservorio / Sumidero	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	La madera muerta en el suelo es difícil de medir de manera precisa y se considera en la mayoría de los casos como conservador el no incluirla.
					Proyecto: N/A	
5	Carbono en el mantillo y hojarasca (carbono en material vegetal muerto)	Reservorio / Sumidero	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	El carbono del mantillo y hojarasca no se incluye debido a que es probable que los cambios en estos reservorios tengan efectos poco significativos en las remociones de GEI totales. A su vez, no es práctico obtener mediciones suficientemente precisas de carbono del mantillo y hojarasca para cuestiones de acreditación.
					Proyecto: N/A	
6	Carbono en suelo	Reservorio/ Fuente/ Sumidero	CO ₂	Excluido para acreditación	Línea de base: N/A	Se espera que el carbono en suelo aumente de alguna manera como resultado del aumento de los acervos de carbono a través de las actividades que no incluyan una preparación de sitio intensiva. El carbono en suelo no se podrá incluir para acreditación como un sumidero/reservorio dado que es difícil obtener un estimado preciso.
				Requerido para ciertas actividades de manejo	Proyecto: N/A	
						Una preparación de sitio intensiva, conocido como desgarramiento profundo, no puede ocurrir en un área mayor al 1% del Área de Actividad anualmente. Ver Sección 3.11 para mayor información.

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Primarios de las Fuentes, Sumideros y Reservorios						
7	Carbono usado en productos forestales	Reservorio/ Sumidero	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	Mientras que los productos forestales pueden aumentar, en conjunto con el carbono forestal en sitio por mejoras en el manejo, los productos forestales de largo plazo no se incluyen ya que no se cuenta con información confiable para estimar el secuestro de carbono a largo plazo en este reservorio/fuente. Esto se podrá modificar en el futuro cuando información relacionada a productos de manera se desarrolle. Adicionalmente, los proyectos de manejo forestal mejorado incrementarán su producción a mediano y largo plazo.
					Proyecto: N/A	
8	Productos forestales en rellenos sanitarios	Reservorio/ Sumidero	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	No hay información que sugiera que los productos de madera se mantengan almacenados a largo plazo en rellenos sanitarios en México. Esto se podrá modificar en el futuro cuando haya información disponible relacionada con el destino de los productos de madera.
				Excluido	Proyecto: N/A	
Efectos Secundarios, Fuentes, Sumideros y Reservorios						
9	Aplicación de Nutrientes	Fuente	N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A	El uso de fertilización por difusión no es una actividad elegible.
					Proyecto: N/A	
10	Emisiones por combustión móvil durante la preparación del sitio	Fuente	CO ₂	Incluido	Línea de Base: Se asume cero.	Las emisiones de CO ₂ por combustión móvil para la preparación del sitio pueden ser importantes cuando se utiliza maquinaria para preparar las áreas de plantación.
					Proyecto: Se contabiliza según la intensidad de las actividades de preparación del sitio	
			CH ₄	Excluido	Línea de Base: N/A	No se considera que los cambios en las emisiones de CH ₄ por combustión móvil sean significativos.
					Proyecto: N/A	
			N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A	No se considera que los cambios en las emisiones de N ₂ O por combustión móvil sean significativos.
					Proyecto: N/A	

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Primarios de las Fuentes, Sumideros y Reservorios						
FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Secundarios, Fuentes, Sumideros y Reservorios						
11	Emisiones por combustión móvil por la operación continua y mantenimiento del proyecto	Fuente	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	Es poco probable que las emisiones de CO ₂ por combustión móvil por la operación continua y mantenimiento del proyecto sean significativamente diferentes de los niveles de la línea de base y por lo tanto no se incluyen.
					Proyecto: N/A	
			CH ₄	Excluido	Línea de Base: N/A	No se considera que los cambios en las emisiones de CH ₄ por combustión móvil asociadas con la operación continua y el mantenimiento del proyecto sean significativos.
					Proyecto: N/A	
			N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A	No se considera que los cambios en las emisiones de N ₂ O por combustión móvil asociadas con la operación continua y el mantenimiento del proyecto sean significativos.
					Proyecto: N/A	
12	Emisiones de combustión estacionaria de la operación continua y mantenimiento del proyecto	Fuente	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	Las emisiones de CO ₂ por combustión estacionaria de la operación continua y mantenimiento del proyecto pudieran incluir emisiones de GEI asociadas con el consumo de electricidad o calentamiento/enfriamiento de las instalaciones del Dueño Forestal o en instalaciones que sean o estén controladas por contratistas. Es poco probable que esas emisiones sean significativamente distintas de los niveles de referencia y por lo tanto no se incluyen.
					Proyecto: N/A	
			CH ₄	Excluido	Línea de Base: N/A	No se considera que los cambios en las emisiones de CH ₄ por combustión estacionaria asociadas con la operación continua y el mantenimiento del proyecto sean significativos.
					Proyecto: N/A	

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Secundarios, Fuentes, Sumideros y Reservorios						
			N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A Proyecto: N/A	No se considera que los cambios en las emisiones de N ₂ O por combustión estacionaria asociadas con la operación continua y el mantenimiento del proyecto sean significativos.
13	Emisiones biológicas por la tala de bosques fuera del Área de Actividad por actividades agropecuarias	Fuente	CO ₂	Incluido	Línea de Base: N/A Proyecto: Se estima usando factores predeterminados de conversión de uso de suelo para tierra fuera del proyecto	Los proyectos que estén en terrenos que actualmente, o que se proyecta, se utilicen para pastoreo o agricultura puede causar desplazamientos de estas actividades a otras tierras, generando una reducción en los acervos de carbono fuera del Área del Proyecto (ej. debido a la tala de árboles y arbustos). El cambio se puede deber a una respuesta de mercado o por una respuesta física de la actividad de proyecto. Las emisiones asociadas con el cambio de uso de suelo se consideran utilizando factores de "fugas" definidos en la Sección 5.4 del protocolo.
14	Emisiones biológicas o remociones por cambios en la extracción de madera en bosques fuera del Área de Actividad	Fuente / Sumidero	CO ₂	Incluido / Excluido	Línea de Base: N/A Proyecto: Se estima utilizando factores definidos de cambio de uso de suelo (Sección 5.4)	Si la extracción de madera se reduce en el Área del Actividad, esta actividad podría aumentar en otras tierras para compensar por la disminución en la producción. El efecto de fugas se define en la Sección 5.4 del protocolo. Los proyectos también podrán aumentar los niveles de extracción relativos a la línea de base como repuesta al aumento en la oferta de productos de madera. El aumento en la extracción de madera puede promover que aumenten los acervos de carbono en otras tierras.
15	Emisiones por la combustión por causa de la producción,	Fuente	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	El Efecto Primario de los Proyectos Forestales en México es la conservación y el aumento de los acervos de carbono en sitio, sin afectar significativamente la

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Secundarios, Fuentes, Sumideros y Reservorios						
	transporte y desecho de productos forestales				Proyecto: N/A	producción, transporte, o desecho de los productos de madera con respecto a la línea de base. Por lo tanto, estas emisiones no se incluyen en este protocolo.
			CH ₄	Excluido	Línea de Base: N/A	Las emisiones de CH ₄ relacionadas con la combustión por la producción, transporte y desecho de los productos forestales no son consideradas significativas.
					Proyecto: N/A	
			N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A	Las emisiones de N ₂ O relacionadas con la combustión por la producción, transporte y desecho de los productos forestales no son consideradas significativas.
					Proyecto: N/A	
16	Emisiones asociadas a la combustión por la producción, transporte y desecho de materiales alternativos a productos forestales	Fuente	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	El Efecto Primario de los Proyectos Forestales en México es la conservación y el aumento de los acervos de carbono en sitio, sin afectar significativamente la producción, transporte, o desecho de los productos de materiales alternativos a productos de madera con respecto a la línea de base. Por lo tanto, estas emisiones no se incluyen en este protocolo.
					Proyecto: N/A	
			CH ₄	Excluido	Línea de Base: N/A	Las emisiones de CH ₄ relacionadas con la combustión por la producción, transporte y desecho de los productos alternativos no son consideradas significativas.
					Proyecto: N/A	
			N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A	Las emisiones de N ₂ O relacionadas con la combustión por la producción, transporte y desecho de los productos alternativos no son consideradas significativas.
					Proyecto: N/A	

FSR	Descripción	Tipo	Gas	¿Incluido o Excluido?	Método de Cuantificación	Justificación/ Explicación
Efectos Secundarios, Fuentes, Sumideros y Reservorios						
17	Emisiones biológicas por la descomposición de productos forestales	Fuente	CO ₂	Excluido	Línea de Base: N/A	Mientras que los productos forestales pueden aumentar, en conjunto con el carbono forestal en sitio por mejoras en el manejo, los productos forestales de largo plazo no se incluyen ya que no se cuenta con información confiable para estimar el secuestro de carbono a largo plazo.
					Proyecto: N/A	
			CH ₄	Excluido	Línea de Base: N/A	Los productos de madera producen poco o nada de emisiones de CH ₄ . Las emisiones de CH ₄ pueden resultar de la descomposición anaeróbica de los productos forestales en rellenos sanitarios. Adicionalmente, se asume que los productos de madera de mayores dimensiones no están en grandes cantidades en rellenos sanitarios. Por lo tanto, los cambios en la producción de productos de madera se asumen que no tienen efecto significativo en emisiones futuras de CH ₄ por la descomposición anaeróbica de productos forestales en rellenos sanitarios. Estas emisiones por lo tanto son excluidas.
					Proyecto: N/A	
			N ₂ O	Excluido	Línea de Base: N/A	La descomposición de productos forestales no se espera que sea una fuente significativa de emisiones de N ₂ O.
					Proyecto: N/A	

5 Cuantificación de Remociones Netas de GEI y CRTs

Esta sección establece los requisitos y lineamientos para cuantificar las remociones de GEI netas de las Áreas de Actividad. Para proyectos con múltiples Áreas de Actividad, la cuantificación de remociones netas de GEI se lleva a cabo por separado para cada Área de Actividad. La Reserva emitirá CRTs a un Proyecto Forestal cuando un verificador (certificado por la ISO y aprobado por la Reserva) haya verificado que las remociones de GEI hayan sido cuantificadas y aseguradas siguiendo los lineamientos previstos en esta sección (ver Sección 8 para requisitos de verificación).

El método de cuantificación se describe en los siguientes seis pasos:

1. **Cuantificación del carbono en madera viva y muerta en pie del Área de Actividad.** Cada Periodo de Reporte, el Dueño Forestal deberá determinar los acervos de carbono en madera viva y muerta en pie en las Áreas de Actividad. Existen dos diferentes enfoques para cuantificar el carbono en madera viva y muerta en pie de las Áreas de Actividad que se discuten en la Sección 5.1 y en los Apéndices B y C.
2. **Determinar la línea de base del Área de Actividad para los acervos de carbono en sitio.** La línea de base se determina para cada Área de Actividad como los acervos de carbono forestal iniciales. Los proyectos serán elegibles para recibir créditos siempre y cuando los inventarios de carbono estén por arriba de la línea de base de cada Área de Actividad. Los lineamientos para determinar la línea de base se discuten en la Sección 5.2 y en los Apéndices B y C. La Línea de base se establece por un periodo de acreditación renovable de 30 años.
3. **Cálculo de los Efectos Primarios del Área de Actividad.** Cada Periodo de Reporte, el Dueño Forestal deberá de cuantificar el cambio actual en las remociones de GEI asociadas con los efectos esperados ("Primarios") del Área de Actividad. Para cualquier año, el Efecto Primario se calcula de la siguiente manera:
 - a. Obteniendo la diferencia entre acervos de carbono actual en el año correspondiente y los acervos de carbono del año previo.²
 - b. Restando de (a) la diferencia entre los acervos de carbono de la línea de base del año en curso y los acervos de carbono de la línea de base del año previo.
4. **Cálculo de los Efectos Secundarios del Área de Actividad.** Cada Periodo de Reporte, el Dueño Forestal deberá de cuantificar el cambio actual en las emisiones o remociones de GEI asociadas con los Efectos Secundarios del Área de Actividad, como se define en la Sección 5.4. Los requisitos y guía para calcular los Efectos Secundarios se presentan abajo para cada tipo de actividad. Si las actividades del proyecto resultan en Efectos Secundarios, sólo el aumento en las emisiones que sean resultado de las actividades del proyecto será incluido para asegurar una contabilidad conservadora.
5. **Cálculo del total de las remociones de GEI.** Para cada Periodo de Reporte, el total neto de remociones de GEI se calcula al sumar los Efectos Primarios y Secundarios del Área de Actividad. Si el resultado es positivo, entonces el Área de Actividad ha

² Para calcular los Efectos Primarios, los acervos de carbono actual y de la línea de base previa a la Fecha de Inicio del proyecto se asumen como cero.

generado remociones de GEI en el año en curso. Si el resultado es negativo, eso indica que ha ocurrido una reversión (ver Sección 6.1).

6. **Cálculo de los CRTs para ser emitidos.** Para aquellos años cuando ocurran remociones netas, la cantidad de CRT emitidos se ajusta para reflejar tanto el tiempo durante el cual el inventario actual de carbono adicional ha sido secuestrado y el tiempo que ha sido asegurado a futuro, a través del Acuerdo de Implementación del Proyecto. Este ajuste indica el valor en toneladas por año del carbono adicional (consulte la Sección 5.5.1 sobre contabilidad por tonelada por año) y representa el beneficio climático actual atribuible al proyecto en lugar de mantener un compromiso de 100 años para el mantenimiento de dicho carbono adicional. Los CRT totales emitidos para cada Área de Actividad se suman para el Proyecto Forestal para cada Periodo de Reporte.

La fórmula para cuantificar las remociones netas de GEI anuales se presenta en la Ecuación 5.1. Las remociones netas de GEI deberán de cuantificarse y reportarse en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). Los resultados de la Ecuación 5.1 se utilizan como ingreso para la Ecuación 5.5, como se describe en la Sección 5.5, para determinar la cantidad de CRT que se emitirán para el Periodo de Reporte

Ecuación 5.1. Remociones Netas Anuales de GEI

$QR_y = [(\Delta AC_{onsite} - \Delta BC_{onsite}) + \Delta AC_{shrub,init} + SE_y] + N_{y-1}$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
QR_y	= Remociones de GEI cuantificadas para el Periodo de Reporte y	
$\Delta AC_{shrub,init}$	= Cambio en el carbono en sitio en arbustos, resultado de la preparación del sitio para actividades de reforestación, cuantificado sólo al inicio de las actividades del proyecto en Áreas de Actividad de Reforestación, donde la preparación del sitio requiere la remoción de la cobertura arbustiva.	tCO ₂ e
SE_y	= Emisiones de GEI por Efectos Secundarios causados por las actividades del Área de Actividad en el Periodo de Reporte y	tCO ₂ e
N_{y-1}	= Cualquier remanente negativo del Periodo de Reporte anterior (se produce cuando el total de las reducciones de GEI son negativas antes de la emisión de cualquier CRT para el Área de Actividad)	tCO ₂ e
Y,		
$\Delta AC_{onsite} = (AC_{onsite, y})(1 - CD_y) - (AC_{onsite, y-1})(1 - CD_{y-1})$		
<i>Donde,</i>		
$AC_{onsite, y}$	= Acervos de carbono en madera viva y muerta en pie en Áreas de Actividad según el inventario para el Periodo de Reporte y	tCO ₂ e
$AC_{onsite, y-1}$	= Acervos de carbono en madera viva y muerta en pie en Áreas de Actividad según el inventario del Periodo de Reporte y-1 (si y es el primer Periodo de Reporte del Área de Actividad, entonces el valor $AC_{onsite, y-1}$ será cero)	tCO ₂ e
CD_y	= Deducción de confianza apropiada para el Periodo de Reporte y, como se determina en el Apéndice B	

CD_{y-1}	=	Deducción de confianza apropiada para el Periodo de Reporte $y-1$, como se determina en el Apéndice B	
$Y,$			
$\Delta BC_{\text{onsite}}$	=	$BC_{\text{onsite}, y} - BC_{\text{onsite}, y-1}$	
Donde,			
$BC_{\text{onsite}, y}$	=	Carbono en sitio en madera viva y muerta en pie en Áreas de Actividad de la línea de base estimado para el Periodo de Reporte y	tCO ₂ e
$BC_{\text{onsite}, y-1}$	=	Carbono en sitio en madera viva y muerta en pie en Áreas de Actividad de la línea de base estimado para el Periodo de Reporte $y-1$ (si y es el primer Periodo de Reporte del Área de Actividad, entonces el valor $BC_{\text{onsite}, y-1}$ será cero)	tCO ₂ e

5.1. Cuantificación del Carbono en Madera Viva y Muerta en Pie de las Áreas de Actividad

Existen dos enfoques distintos para cuantificar el carbono en madera viva y muerta en pie de las Áreas de Actividad según cada actividad. Para proyectos con múltiples Áreas de Actividad, la cuantificación del carbono vivo y muerto se realiza por separado para cada una de ellas.

5.1.1. Manejo Forestal Mejorado, Restauración y Bosques Urbanos Grandes

Para Áreas de Actividad de Manejo Forestal Mejorado, Restauración y Bosques Urbanos Grandes se requiere un inventario intensivo. Un inventario intensivo requiere que se instalen parcelas de muestreo en campo, se adquieran mediciones y se ingresen datos en la base de datos de Microsoft (MS) Access de la Reserva, CALCBOSK, con fines analíticos. Esto no implica que se requiere una nueva medición del inventario cada año, pero sí requiere que las estimaciones del inventario se actualicen utilizando la guía del Apéndice B. La estimación de las existencias de carbono reales en los árboles vivos y muertos en pie debe ajustarse mediante una deducción de confianza adecuada, como se describe en el Apéndice B.

5.1.2. Reforestación

Las Áreas de Actividad de Reforestación también deben usar la metodología de inventario intensivo descrita en el Apéndice B. Sin embargo, las Áreas de Actividad de Reforestación pueden aplazar el inventario de los acervos de carbono que no se ven afectados por la preparación del sitio hasta la segunda verificación completa. Para la segunda verificación completa, el Dueño Forestal deberá de proporcionar un estimado del inventario de todos los acervos de carbono, utilizando la metodología de inventario intensivo. Las Áreas de Actividad para las que se aplaze el inventario inicial no son elegibles para recibir CRTs hasta después de la segunda verificación completa donde se lleva a cabo la verificación del inventario.

5.1.3. Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles

Las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles pueden usar la metodología de inventario de cobertura de copa descrita en el Apéndice C. Sin embargo, los Desarrolladores de Proyectos siempre tienen la opción de usar la metodología de inventario intensivo para todas las Áreas de Actividad como se describe en la Sección 5.1.1 del protocolo y Apéndice B.

La metodología del inventario de cobertura de copa implica obtener una medición del área de cobertura de copa dentro del Área de Actividad, a la cual se le aplica un factor de proporción para generar una estimación de CO₂e para la misma. Los estimadores de proporción son una relación entre el CO₂e en los árboles en pie y la cobertura de copa, que brindan la opción de estimar el CO₂e en árboles en pie a través del Área de Actividad en función de la cobertura de copa total del Área de Actividad. Para las Áreas de Actividad que utilizan la metodología de cobertura de copa para el inventario, no hay deducción de confianza. El Apéndice C proporciona mayores lineamientos para utilizar la metodología aquí presentada.

5.2. Determinación de la Línea de Base para el Área de Actividad

Un Proyecto Forestal podrá emitir créditos siempre y cuando los acervos de carbono de la(s) Área(s) de Actividad estén por arriba y más allá de la línea de base correspondiente. Para efectos de acreditación, la línea de base se establece por separado para cada Área de Actividad.

Para todas las Áreas de Actividad que cumplen con los requisitos de adicionalidad, la línea de base inicial para el Área de Actividad se define como la suma del carbono (CO₂e) en los sumideros definidos para cada Área de Actividad a la Fecha de Inicio.

El protocolo permite que se incluyan nuevas Áreas de Actividad al Área de Proyecto una vez iniciado el proyecto. Para Áreas de Actividad adicionales que se añadan a través del tiempo, el Dueño Forestal debe de calcular una línea de base para cada Área de Actividad. Los Apéndices B y C proporcionan más información de cómo se calcula la línea de base para cada Área de Actividad, dependiendo de la actividad y el enfoque de cuantificación utilizado.

5.2.1. Consideración de Restricciones Legales

Las restricciones legales incluyen las leyes, regulaciones y compromisos jurídicamente vinculantes aplicables al Área de Proyecto al inicio del proyecto que pudieran afectar los acervos de carbono en madera viva o muerta en pie. Las restricciones legales son consideradas para determinar la elegibilidad y la adicionalidad y no se utilizan en la cuantificación de la línea de base. Los proyectos que cumplen con los criterios de adicionalidad, incluyendo aquellos relacionados con los requisitos legales, pueden recibir créditos para el carbono secuestrado por arriba de la línea de base del Área de Actividad (es decir, de los acervos de carbono inicial).

5.2.2. Consideraciones de Limitaciones Financieras

Las consideraciones financieras son utilizadas para determinar la elegibilidad y adicionalidad del proyecto, y no para la cuantificación de la línea de base. Los proyectos que cumplen con los criterios de adicionalidad pueden recibir créditos para el carbono secuestrado por arriba de la línea de base del Área de Actividad (es decir, de los acervos de carbono inicial).

5.3. Cálculo de las Emisiones por Actividades de Preparación del Sitio

Como se identificó en la Sección 4, las emisiones se deben estimar para las emisiones de carbono resultante de la preparación del sitio causadas por la remoción de la cubierta arbustiva en Áreas de Actividad de Reforestación. Las estimaciones de la pérdida de acervos de carbono que resultan por la remoción de los arbustos durante la preparación del sitio para actividades de Reforestación en las Áreas de Actividad deberán de calcularse utilizando los siguientes pasos:

1. Estimar los acervos de carbono arbustivo antes de la preparación del sitio para el Área de Actividad utilizando la metodología de inventario de cobertura de copa, como se describe en el Apéndice C, basado en una imagen satelital de una fecha cercana pero anterior a la fecha en que se iniciaron las actividades de preparación del sitio.
2. Estimar los acervos de carbono arbustivo después de la preparación del sitio para el Área de Actividad utilizando la metodología del inventario de cobertura de copa, a través de una imagen satelital de una fecha posterior a la finalización de las actividades de preparación del sitio.
3. Calcular la diferencia de los acervos de carbono de arbustos previa y posterior a la preparación del sitio restando los resultados del Paso 1 del Paso 2.

La diferencia es el valor utilizado para la variable $\Delta AC_{\text{shrub, init}}$ en la ecuación 5.1. Se deberá de contactar al personal de la Reserva si no hay una imagen disponible para Paso 1 o Paso 2.

5.4. Cálculo de los Efectos Primarios del Área de Actividad

Para todas las Áreas de Actividad, cada Periodo de Reporte, el Dueño Forestal deberá de cuantificar el cambio actual en las remociones de GEI asociadas con los efectos esperados (Efectos Primarios) del Área de Actividad. La Hoja de Cálculo de Monitoreo de Carbono facilita el cálculo de los Efectos Primarios del Área de Actividad para cada Periodo de Reporte.

5.5. Evaluación de Efectos Secundarios

El enfoque de monitoreo del Área del Proyecto, establecido por la Salvaguarda Ambiental número 5 (Sección 3.1.1) asegura que las actividades de aumento de acervos de carbono no resulten en un aumento de emisiones de carbono forestal a través del Área del Proyecto. Sin embargo, Efectos Secundarios significantes pueden resultar de las emisiones asociadas con la maquinaria que se utiliza para la preparación del sitio en actividades de Reforestación. A su vez, existe la posibilidad de que las actividades de aumento de acervos de carbono resulten en emisiones en sitios externos. El enfoque para el cálculo de efectos secundarios en sitios externos se divide en un análisis específico para actividades de Reforestación, Restauración, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles, y otro para actividades de Manejo Forestal Mejorado. Las actividades de Bosques Urbanos Grandes y Pequeños tienen un riesgo inherentemente bajo de Efectos Secundarios y por lo tanto son exentos del análisis de Efectos Secundarios.

5.5.1. Efectos Secundarios por la Combustión Móvil para Actividades de Reforestación

Para cuantificar las emisiones de combustión móvil asociadas con la preparación del sitio, los Desarrolladores de Proyecto deben usar el factor de emisión estándar apropiado de la Tabla 5.1 que corresponda a la cobertura de maleza en el área de preparación del sitio, multiplicado por el número de hectáreas que serán reforestadas (Ecuación 5.2). Los Desarrolladores de Proyecto solo deben cuantificar estas emisiones para las áreas donde se usa equipo mecánico, es decir, rastrillo o masticación, para la eliminación de vegetación que compite con las plántulas reforestadas en el sitio. Las emisiones de combustión móvil deben agregarse a cualquier emisión de Efectos Secundarios de sitios externos (SE en la Ecuación 5.3) en el primer Periodo de Reporte para un Área de Actividad de Reforestación.

Tabla 5.1. Emisiones por Combustión Móvil para Actividades de Reforestación

Preparación del Sitio – Actividades de Reforestación		
Factores de Emisión Asociados con la Combustión Móvil		
Promedio de Toneladas de CO ₂ por Hectárea		
Ligero	Medio	Abundante
25% Cobertura de Maleza	50% Cobertura de Maleza Densa	> 50% Cobertura de Maleza, eliminación de tocones
0.090	0.082	0.174

Ecuación 5.2. Emisiones de Combustión Asociadas con la Preparación del Sitio

$SE_y = (-1) \times (EF_{mc} \times PA)$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
SE _y	= Efectos Secundarios por combustión móvil para la preparación del sitio para el Periodo de Reporte y (primer Periodo de Reporte únicamente para Áreas de Actividad de Reforestación)	t CO ₂ e
EF _{mc}	= Factor de emisión de la Tabla 5.1	t CO ₂ e
PA	= Tamaño del área para reforestación	Hectáreas

5.5.2. Efectos Secundarios en Sitios Externos para Actividades de Reforestación, Restauración, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles.

Las actividades de Reforestación, Restauración, Sistemas Silvopastoriles y Sistemas Agroforestales pueden resultar en un cambio en actividades agropecuarias fuera del Área del Proyecto. Los Desarrolladores de Proyecto deberán de analizar el efecto de las actividades de Reforestación, Restauración, Sistemas Silvopastoriles y Sistemas Agroforestales para cada Área de Actividad al inicio de cada actividad. Esta es una evaluación única para la actividad y los resultados se utilizan durante toda la Vida del Proyecto. Usando la matriz de decisión que se presenta en la Figura 5.1, el Desarrollador del Proyecto debe determinar el porcentaje asociado con el riesgo de Efectos Secundarios. El porcentaje identificado se incorpora a la Ecuación 5.3. de Emisiones por Efectos Secundarios por Reforestación, Restauración, Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles a continuación, como el porcentaje de Riesgo de Fuga (LR) para calcular el valor de Efectos secundarios (SE_y) utilizado en la Ecuación 5.1 y la Hoja de Cálculo de Monitoreo de Carbono (CMW) de la Reserva. El valor porcentual se aplica como una constante a cada Periodo de Reporte para ajustar las remociones calculadas de CO₂e en el Periodo de Reporte correspondiente.

En el primer Periodo de Reporte para Actividades de Reforestación, las emisiones de Efectos Secundarios en sitios externos deberán de añadirse a las emisiones generadas por la combustión móvil, como se calcula en la Ecuación 5.2.

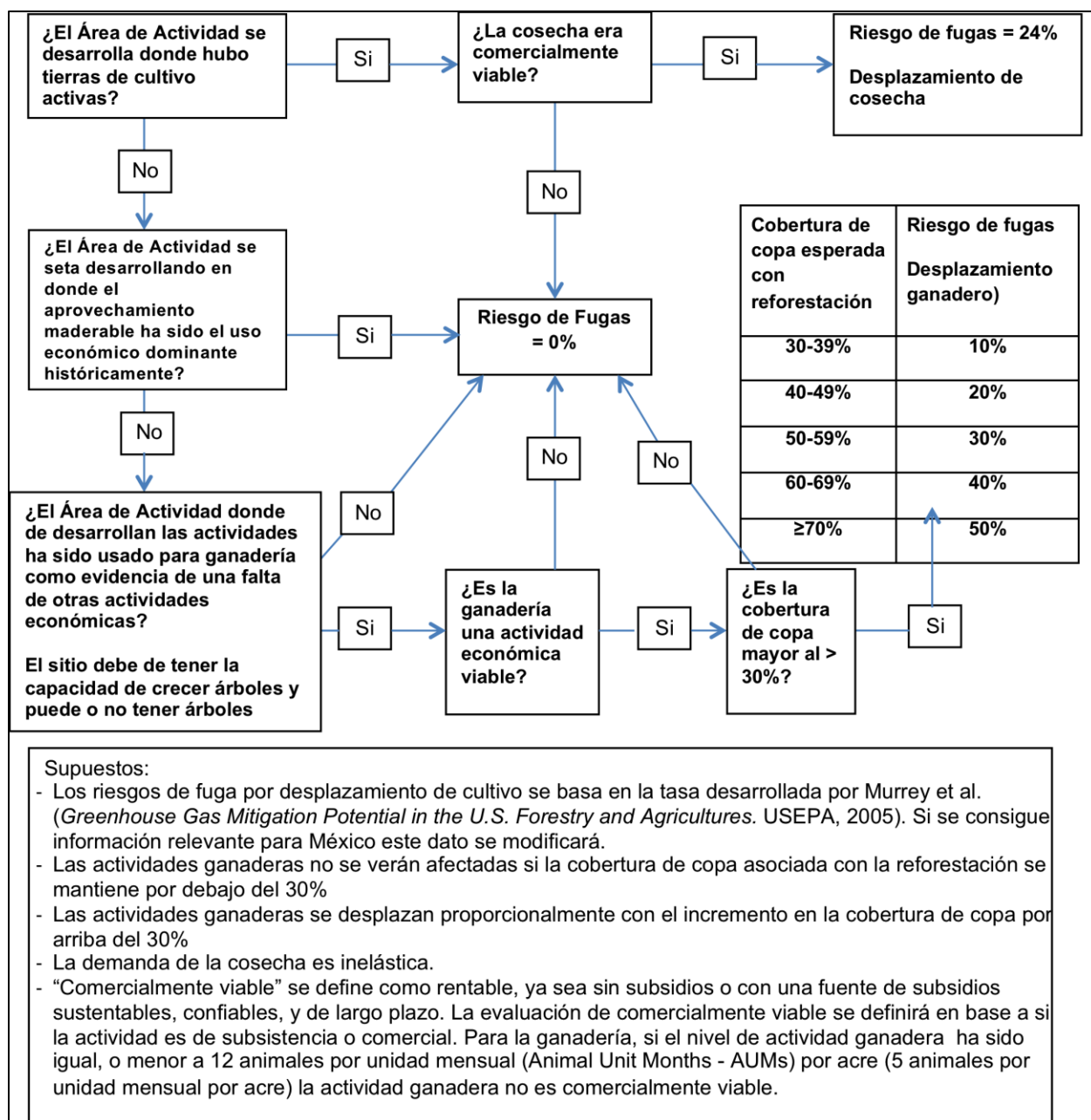


Figura 5.1. Evaluación de Riesgo para Fugas para Áreas de Actividad de Reforestación, Restauración, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles.

Ecuación 5.3. Emisiones por Efectos Secundarios para Actividades de Reforestación, Restauración, Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles

$$SE_y = (\Delta AC_{onsite,y} - \Delta BC_{onsite,y}) * LR \text{ o } 0, \text{ el que sea menor}$$

Donde,

Unidades

SE_y = Efectos Secundarios por el cambio en actividades agropecuarias.

tCO₂e

$AC_{\text{onsite}, y}$	= Acervos de carbono en madera viva y muerta en pie en Áreas de Actividad según el inventario para el Periodo de Reporte y	tCO ₂ e
$BC_{\text{onsite}, y}$	= Carbono en sitio en madera viva y muerta en pie en Áreas de Actividad de la línea de base estimado para el Periodo de Reporte y	tCO ₂ e
LR	= Porcentaje de Riesgo de Fugas (Figura 5.1)	%

5.5.3. Efectos Secundarios para Actividades Manejo Forestal Mejorado.

Para actividades de Manejo Forestal Mejorado, los Efectos Secundarios suceden si un proyecto disminuye el aprovechamiento comercial en la(s) Área(s) de Actividad, resultando en un aumento de aprovechamiento (junto con las emisiones asociadas) fuera de las Áreas de Actividad.

Este protocolo asume que pueden producirse Efectos Secundarios debido a las actividades del proyecto. Sin embargo, la cantidad de Efectos Secundarios depende de la cantidad de aprovechamiento que se lleva a cabo en el Área de Actividad en relación con el escenario de línea de base. Este protocolo considera los impactos del desplazamiento de las actividades de aprovechamiento durante la vida del proyecto. Se espera que las actividades de un Manejo Forestal Mejorado, donde se prevé que el aprovechamiento sea una actividad continua durante la vida del proyecto, aumente los niveles de aprovechamiento a través del tiempo en comparación con el manejo de la línea de base debido a los niveles mejorados de almacenamiento y crecimiento, así como por el aprovechamiento de árboles que se encuentran en una edad óptima para mejorar la productividad forestal. Sin embargo, los Efectos Secundarios deben reportarse anualmente debido al riesgo de que los Efectos Secundarios sucedan en un año determinado.

La Ecuación 5.3. deberá de utilizarse para estimar el riesgo de Efectos Secundarios para actividades de Manejo Forestal Mejorado. Reconociendo que los Efectos Secundarios de proyectos pueden ser afectados por las tendencias de aprovechamiento forestal a largo plazo, la evaluación en la Ecuación 5.3 considera el cambio en la cantidad de aprovechamiento acumulado, en comparación con el aprovechamiento acumulado de la línea de base desde el inicio de las actividades del proyecto.

Cuando el carbono del aprovechamiento acumulado de la línea de base excede el carbono del aprovechamiento actual acumulado – *pero el carbono del aprovechamiento en sitio actual excede la cantidad de la línea de base en un periodo de reporte determinado* – aumentan las reducciones netas de GEI (Ecuación 5.4.B). Esto permite que se recuperen las deducciones previas de los Efectos Secundarios, porque el riesgo se ha reducido. Sin embargo, una vez que las cantidades acumuladas actuales de aprovechamiento exceden las cantidades acumuladas de la línea de base, el riesgo de Efectos Secundarios es cero, y seguirá siendo cero mientras las cantidades acumuladas actuales de aprovechamiento excedan las cantidades acumuladas de la línea de base (Ecuación 5.4.A). Bajo ninguna circunstancia el saldo neto de los CRTs por Efectos Secundarios en el transcurso de la vida de un Área de Actividad deberá de ser positivo. Sin embargo, mantener el aprovechamiento acumulado real por encima del aprovechamiento acumulado de línea de base permitirá que un Área de Actividad acumule cualquier diferencia positiva no acreditada y podrá contrarrestar la cantidad de deducciones futuras de Efectos Secundarios que se aplicarían si el carbono del aprovechamiento acumulado de la línea de base volviera a exceder el carbono del aprovechamiento actual (Ecuación 5.4 .C). La Reserva proporciona una Hoja de Cálculo para cuantificar el riesgo de Efectos Secundarios (además de los otros cálculos requeridos por el protocolo).

Los valores utilizados para el carbono del aprovechamiento en sitio en el escenario actual y línea de base del Área de Actividad ($AC_{hv, n}$, $BC_{hv, n}$) representarán todos los árboles aprovechados, no solo las especies comerciales.

Ecuación 5.4. Emisiones por Efectos Secundarios en Áreas de Actividad de Manejo Forestal Mejorado

Ecuación 5.4.A:

$$\text{If } \sum_{n=1}^y (AC_{hv,n} - BC_{hv,n}) \geq 0, y \sum_{n=1}^{y-1} SE_n \geq 0,$$

$$\text{Entonces, } SE_y = 0^\dagger$$

Ecuación 5.4.B:

$$\text{If } \left(\sum_{n=1}^y (AC_{hv,n} - BC_{hv,n}) < 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{y-1} SE_n < 0 \right) \text{ o } \left(\sum_{n=1}^y (AC_{hv,n} - BC_{hv,n}) \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{y-1} SE_n < 0 \right),$$

$$\text{entonces } SE_y = \text{MIN} \left((AC_{hv,y} - BC_{hv,y}) \times 20\%, \left| \sum_{n=1}^{y-1} SE_n \right| \right)$$

Ecuación 5.4.C:

$$\text{If } \sum_{n=1}^y (AC_{hv,n} - BC_{hv,n}) < 0 \text{ y } \sum_{n=1}^{y-1} SE_n \geq 0,$$

$$\text{entonces } SE_y = \text{MIN} \left(\sum_{n=1}^{y-1} SE_n + ((AC_{hv,y} - BC_{hv,y}) \times 20\%), 0 \right)^\dagger$$

Donde,

Unidades

SE_y	= Efectos Secundarios Estimados anuales en el Periodo de Reporte actual y	tCO ₂ e
SE_n	= Efectos Secundarios estimados anuales en Periodo de Reporte n	tCO ₂ e
$AC_{hv,n}$	= Cantidad de carbono actual por el aprovechamiento en el Periodo de Reporte n (antes de la entrega al aserradero)	tCO ₂ e
$BC_{hv,n}$	= Cantidad de carbono del aprovechamiento en sitio promedio estimado en el Periodo de Reporte n (antes de la entrega al aserradero), como se determina arriba	tCO ₂ e
$AC_{hv,y}$	= Cantidad de carbono del aprovechamiento en sitio actual en el Periodo de Reporte actual y (antes de la entrega al aserradero)	tCO ₂ e
$BC_{hv,y}$	= Cantidad de carbono del aprovechamiento estimado promedio de la línea de base en el Periodo de Reporte actual y (antes de la entrega al aserradero), como se determina en la Sección 5.5.3.1	tCO ₂ e

[†] Los Efectos Secundarios no podrán generar CRTs pero pueden acumularse para periodos futuros. Los CRTs acumulados anualmente se calculan de la misma manera que los Efectos Secundarios, cuando el carbono del aprovechamiento acumulado excede el carbono del aprovechamiento actual. Los Efectos Secundarios acumulados del periodo de reporte correspondiente se calculan con la siguiente

ecuación: $\sum_{n=1}^y SE_{as,n} = \sum_{n=1}^{y-1} SE_{as,n} + ((AC_{hv,y} - BC_{hv,y}) \times 20\%)$. Los CRTs acumulados positivos reducen las deducciones futuras por Efectos Secundarios.

5.5.3.1. Desarrollo de la Línea de Base para Productos de Madera Aprovechada

La línea de base de productos de madera se desarrolla según la información relacionada con el aprovechamiento de los seis años previos a la Fecha de Inicio del Área de Actividad o, si no está disponible, la información del aprovechamiento del mayor número de años posible. Dado que la información del aprovechamiento se genera como información volumétrica, se tienen que llevar a cabo una serie de pasos para llevar a cabo la conversión a carbono, utilizando factores de conversión por defecto. Los pasos para llevar a cabo este proceso se describen a continuación, siguiendo de un ejemplo en la Figura 5.2.

Paso 1. Desarrollo de los valores anuales históricos de productos de madera y desarrollo de un promedio.

El Desarrollador del Proyecto deberá de alinear los reportes de los productos de madera o cualquier estimado con los límites del Área de Actividad. El aprovechamiento que haya ocurrido fuera del Área de Actividad no deberá de incluirse en el análisis. Los datos históricos deberán de basarse en reportes anuales (presentados a SEMARNAT cuando aplique). La base de datos deberá de generarse para coníferas y latifolias en el Reporte de Proyecto de manera anual para los últimos seis años calendario antes de la Fecha de Inicio del Área de Actividad, o el periodo más largo donde se tenga información si no existe información que vaya atrás seis años. Un promedio se deberá de calcular para ambos grupos de especies.

Paso 2. Convertir el volumen del fuste a volumen del árbol

Dado que el cambio en las emisiones de GEI afectaría el volumen completo del árbol, y no sólo la porción asociada con el fuste, el valor deberá de ajustarse para estimar el volumen del árbol completo asociado con el volumen del fuste reportado. Esto se lleva a cabo dividiendo el volumen del fuste entre 0.6. Este valor por defecto se asume que es el mismo para coníferas y latifolias.

Paso 3. Convertir el volumen del árbol completo a biomasa

Para coníferas, se debe de multiplicar por 0.53 y para latifolias por 0.75 para desarrollar el valor en toneladas de metros cúbicos para ambas especies, para posteriormente sumar los valores.

Paso 4. Convertir el valor de la biomasa a CO₂e.

Se multiplica los valores de la suma de la biomasa por 0.5 para convertir el valor de la biomasa a toneladas de carbono y se multiplica por 3.67 para convertirlo en toneladas de CO₂e

Paso 5. Ingresar las toneladas de CO₂e asociadas con los productos de madera de la línea de base en la Hoja de Cálculo de los Efectos Secundarios de la Reserva.

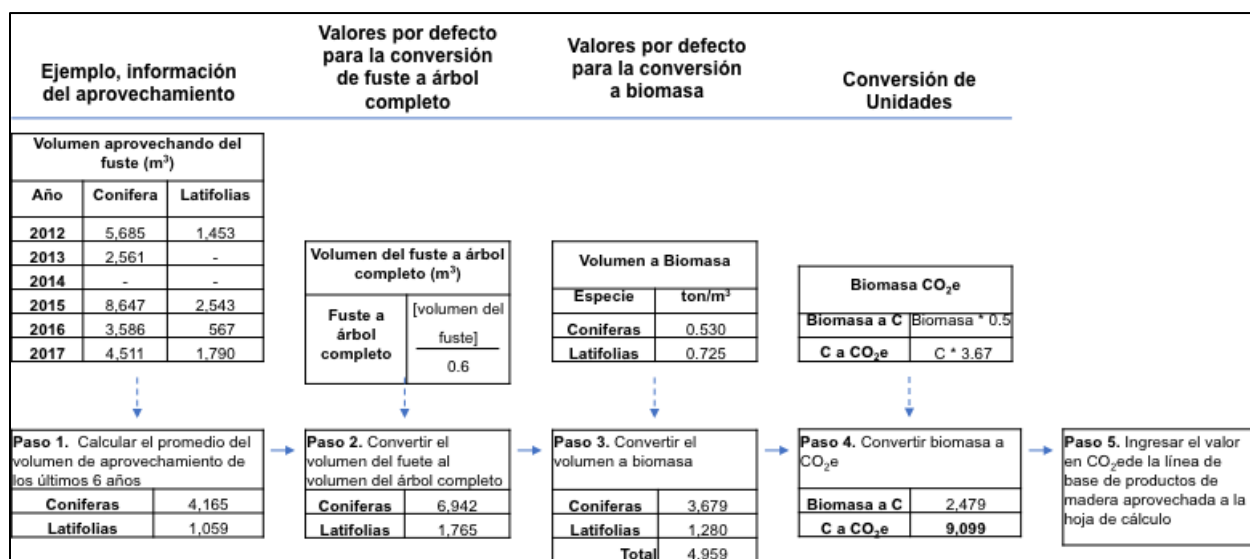


Figura 5.2. Ejemplo de los pasos para calcular la línea de base de productos de madera del Área de Actividad.

5.5.3.2. Desarrollo de la Línea de Base para Productos de Madera

Se debe de realizar un reporte anual de productos de madera para compararlo con la estimación de la línea de base de los productos de madera desarrollada utilizando la guía en la Sección 5.5.3.1. La inclusión de un valor de productos de madera en la Hoja de Cálculo de Efectos Secundarios de la Reserva sólo se produce cuando hay al menos 365 días (un año) de datos del aprovechamiento para comparar con la estimación de la línea de base. Por lo tanto, el proyecto puede estar exento de calcular los Efectos Secundarios para el primer Periodo de Reporte del Área de Actividad, a menos que el primer Periodo de Reporte sea un año completo. Los productos de madera reportados se incluyen a partir de los datos del último año calendario completo para el Área de Actividad y se basan en los mismos reportes anuales presentados a SEMARNAT. Por ejemplo, un período de monitoreo que comienza el 1 de abril de 2017 y concluye el 31 de marzo de 2018 utilizará el informe de aprovechamiento del 2017 como la base del reporte anual de productos de madera para los cálculos de los Efectos Secundarios. En este ejemplo, los datos del aprovechamiento de 2017 solo se incluirían en el reporte anual de los productos de madera y no se incluirían en el promedio histórico de los productos de madera para la línea de base. No deben de prorratearse los valores de los productos de madera de dos reportes de años calendario diferentes.

El cálculo anual se lleva a cabo utilizando el mismo enfoque de conversión que se utilizó para el cálculo de la línea de base, con la excepción que el reporte anual se basa en un valor anual único en vez de un promedio de varios datos.

5.5.3.3. Desarrollo de la Línea de Base para Productos de Madera

Los Efectos Secundarios Anuales (SE_y) se calculan como se describe en la Ecuación 5.4, utilizando la cantidad de la línea de base y aprovechamiento actual anual como se definió arriba. El resultado de este cálculo se utiliza en la Ecuación 5.1.

Tabla 5.2. Ejemplos: cómo se pueden recuperar los efectos secundarios y se puede aplicar la transferencia positiva a lo largo del tiempo.

transfiriencia positiva a lo largo del tiempo.

a. Ejemplo Cualitativo					
Periodo de Reporte	Mayor de Actual o Línea de Base		Ecuación de Referencia del Protocolo	Efecto Secundario	
	Anual	Acumulada			
1	Línea de Base	Línea de Base	Ecuación 5.4.B	Efectos Secundarios negativo que resulta en una deducción que se aplica a las reducciones de GEI	
2	Actual	Línea de Base	Ecuación 5.4.B	Efectos Secundarios positivos que resultan de recuperar reducciones de GEI previamente deducidos hasta que el Efecto Secundario acumulado sea cero	
3	Actual	Actual	Ecuación 5.4.A	No hay Efecto Secundario, con excepción de cualquier deducción por Efecto Secundario negativo previo que no haya sido recuperado e incluye cualquier Efecto Secundario positivo que se acumula para el siguiente año	
4	Línea de Base	Actual	Ecuación 5.4.C	No hay Efectos Secundarios, pero se ajusta cualquier Efecto Secundario positivo remanente y llevando hacia delante cualquier balance remanente al siguiente año	
5	Línea de Base	Línea de Base	Ecuación 5.4.B	Efecto Secundario negativo que resulta en una deducción que se aplica a las reducciones de GEI, con una deducción más baja por cualquier Efecto Secundario positivo remanente de cuando el carbono actual acumulado del aprovechamiento excede el carbono acumulado aprovechado de la línea de base	
b. Ejemplo Cuantitativo					
Periodo de Reporte	1	2	3	4	5
Carbono actual del aprovechamiento de árboles anual	500	1,400	1,400	800	800
Carbono del aprovechamiento de la línea de base anual	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Carbono actual del aprovechamiento de árboles acumulado	500	1,900	3,300	4,100	4,900
Carbono del aprovechamiento de la línea de base acumulado	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Diferencia del C actual acumulado en la línea de base y árboles aprovechados	(500)	(100)	300	100	(100)
Diferencia anual entre el C de la línea de base y de los árboles aprovechados	(500)	400	400	(200)	(200)

Efectos Secundarios Brutos Anuales	(100)	80	80	(40)	(40)
Efectos Secundarios anuales brutos ajustados, sin permitir Efectos Secundarios positivos acumulados, pero sin incluir Efectos Secundarios positivos remanentes.	(100)	80	20	0	(40)
Remanente de Efectos Secundarios positivos del año previo	NA	0	0	60	20
Efectos Secundarios netos anuales	(100)	80	20	-	(20)

5.6. Cálculo de los CRTs totales que se podrán emitir

Bajo este protocolo, los créditos se emiten según la proporción del carbono que se mantiene fuera de la atmósfera durante un periodo de 100 años. Los principios de la contabilidad de ton/año (conocida como *tonne-year accounting*) se utilizan para cuantificar el valor del carbono almacenado a través del tiempo como una proporción relativa de la permanencia de 100 años. Entre más largo sea el tiempo que se almacena el carbono (o que se asegure contractualmente), más créditos se podrán emitir. El crédito completo del carbono secuestrado se emitirá después de 100 años de cuando inició el secuestro, o según la extensión de tiempo que el carbono secuestrado se asegure a través de un acuerdo contractual. Si un acuerdo contractual garantiza el mantenimiento de los acervos de carbono por un periodo mayor a un año (por ejemplo, 30 años), los créditos se emitirán con base en el valor del tiempo de que el carbono se mantiene almacenado por el periodo garantizado relativo a 100 años (por ejemplo, el valor del tiempo por mantener el carbono almacenado por 30 de los 100 años).

5.6.1. Contabilidad Tonelada/Año y la Emisión de Créditos

Bajo este protocolo, un crédito (CRT) se emite por cada tonelada de CO₂e que se remueve de la atmósfera por un periodo de 100 años. Las toneladas de CO₂e secuestradas y almacenadas por periodos menores de tiempo recibirán una fracción del crédito total según la duración de tiempo en la cual el carbono se almacenó y/o se aseguró contractualmente. Específicamente, para cada tonelada de CO₂e adicional que es almacenada y verificada, la acreditación se emitirá de manera proporcional al valor del impacto atmosférico que el secuestro y el mantenimiento de cada tonelada tenga según el periodo de tiempo del secuestro. Esto se logra al multiplicar las toneladas de CO₂e secuestradas en un Periodo de Reporte determinado por el coeficiente del forzamiento radiativo simplificado de 1% por año. Si un Dueño Forestal se compromete a mantener el carbono por un periodo mayor a un año, se emitirán créditos en proporción al tiempo comprometido (por ej., 0.3 créditos por tonelada que se asegura por un periodo de 30 años).

El compromiso por secuestro de CO₂e debe de establecerse a través de un contrato, o Acuerdo de Implementación del Proyecto con la Reserva (Sección 3.16). La Ecuación 5.5 abajo, muestra la fórmula para determinar el número de créditos que se podrán emitir por carbono secuestrado en un año determinado.

Ecuación 5.5. Fórmula para Emitir Créditos bajo la Contabilidad de Ton/Año

$CRT_y = \sum_{n=1}^y (QR_n \times (YR_n + CL_y) \times 0.01 - PC_n)$		
Donde,		<u>Unidades</u>
CRT_y	= Suma de créditos que se emitirán en el Periodo de Reporte y	CRTs
QR_n	= Remociones de GEI cuantificadas en el Periodo de Reporte n , para cada Periodo de Reporte en donde se secuestró carbono adicional	tCO ₂ e
YR_n	= Periodo de tiempo desde el comienzo del Periodo de Reporte n en donde el carbono adicional se secuestró, para cada Periodo de Reporte en donde se secuestró carbono adicional	Años
CL_y	= Tiempo definido en el acuerdo contractual hacia el futuro del Periodo de Reporte y actual que asegura el carbono secuestrado	Años
PC_n	= Créditos previos emitidos para el Periodo de Reporte n , para cada Periodo de Reporte en donde se emitieron los créditos	CRTs

Entre los beneficios que se tienen por utilizar este esquema se incluye que los proyectos desarrollan un incentivo económico constante para proteger el proyecto contra reversiones durante la vida del proyecto. Esto se basa en el flujo esperado de créditos a recibirse en el futuro siempre y cuando se mantenga el carbono almacenado.

Las remociones de GEI cuantificadas que han sido verificadas a través de una verificación completa o de escritorio pero que no han sido aseguradas se conocen como Remociones Verificadas (RVs) y no se emiten como CRTs hasta que hayan sido aseguradas a través de un contrato o a través del tiempo (ver Sección 7.4.1). Si un compromiso contractual se extiende o se renueva, se podrán liberar más CRTs según la extensión de tiempo comprometida. La proporción de CRTs adicionales se basa en la cantidad de tiempo que las RVs se almacenarán y el coeficiente del forzamiento radiativo simplificado de 1% por año.

Por ejemplo, si 100 toneladas de CO₂e se almacenan en el primer Periodo de Reporte (determinado por el Dueño Forestal como un año después de la Fecha de Inicio del proyecto) , y el Dueño Forestal somete el Reporte de Proyecto al final del primer Periodo de Reporte, y asegura las 100 toneladas de CO₂e de manera contractual contra reversiones por un periodo de 30 años, entonces, se podrán emitir 31 créditos una vez que sea verificado el proyecto. Esto se basa en utilizar un coeficiente de forzamiento radiativo simplificado de 1% por año, multiplicado por la combinación del año para el cual ya se mantuvieron las toneladas removidas y los 30 años para los cuales se firmó un acuerdo contractual.

$$CRT_p = (100 \times (1 + 30) \times 1\% - 0)$$

De manera alternativa, si el primer Periodo de Reporte fue de 12 meses, el primer Reporte de Proyecto no se somete hasta 12 meses más tarde al final del segundo Periodo de Reporte, y el proyecto no se verifica sino hasta después del segundo Periodo de Reporte, entonces se emitirán 32 créditos siguiendo la verificación.

$$CRT_p = (100 \times (2 + 30) \times 1\% - 0)$$

En este segundo ejemplo, después de la verificación inicial, el proyecto tendría 68 RVs que aún no se emitirían como CRTs de las 100 toneladas de CO₂e que se almacenaron y verificaron. Si

en el siguiente año se extiende el contrato por otro año (para que el contrato siga por otro término de 30 años), utilizando la simplificación del coeficiente de 1%, otra RV se convertiría en CRT adicional a los créditos previos dado que el proyecto ha demostrado que ha almacenado el carbono un año más para cumplir con el requisito de los 100 años de permanencia. Los contratos podrán extenderse de esta manera hasta que el compromiso contractual llegue a 100 años después de que el carbono haya sido secuestrado. En ese punto, el total de 100 créditos se habrán emitido por las 100 toneladas de CO₂e secuestradas en el primer Periodo de Reporte. Un ejemplo se presenta en la Tabla 5.5 utilizando el coeficiente de forzamiento radiativo simplificado de 1%.

Tabla 5.5 Ejemplo de la Emisión de CRT

Supuestos			1. Periodo del contrato = 30 años que se renueva anualmente. 2. El Periodo de Reporte 1 termina un año después de la Fecha de Inicio del Proyecto 3. Se muestran 3 años de reporte en este ejemplo						
La cantidad de CRTs que se emiten anualmente en el Periodo de Reporte se determina en base a la cantidad adicional de CO ₂ e que se secuestra en el año de reporte, multiplicado por la duración del contrato que asegura los CRTs, más 1/100th multiplicado por los CRTs emitidos en el Periodo de Reporte para contabilizar que el proyecto ha cumplido con el 1% de los requisitos de permanencia de 100 años.									
Periodo de Reporte 1			Periodo de Reporte 2			Periodo de Reporte 3			
Remociones de GEI cuantificadas (QR ₁)		100	Remociones de GEI cuantificadas (QR ₂)		300	Remociones de GEI cuantificadas (QR ₃)		100	
Periodo de Reporte	Emisión de Créditos Previos (PC _n)	CRTs Emitidos (CRT ₁)	Periodo de Reporte	Emisión de Créditos Previos (PC _n)	CRTs Emitidos (CRT ₂)	Periodo de Reporte	Emisión de Créditos Previos (PC _n)	CRTs Emitidos (CRT ₃)	CRTs Emitidos cada Periodo de Reporte
RP	CD	CRT	RP	CD	CRT	RP	CD	CRT	
1	0	31							31
2	31	1	2	0	93				94
3	32	1	3	93	3	3	0	31	35
CRTs emitidos totales hasta el PR 3									160

El Dueño Forestal puede decidir no entrar en un acuerdo contractual que asegure el carbono secuestrado de un proyecto por un tiempo determinado. En ese caso, los créditos se emitirán a través del tiempo basado en la cantidad de carbono que se mantiene almacenado (como se determina bajo el monitoreo y verificación) en un año en cualquier año relativo al periodo de permanencia de 100 años. Por ejemplo, si 100 toneladas de CO₂e se almacenan y se verifican en el año uno, un crédito se podrá emitir en ese año, utilizando el coeficiente simplificado de 1% por año. Si las 100 toneladas se mantienen almacenadas y se verifican en el año dos, un crédito adicional se podrá emitir en el año dos, nuevamente utilizando el coeficiente simplificado de 1%. La verificación y emisión de créditos continuará hasta que los 100 créditos se emitan al final del periodo de permanencia de 100 años.

6 Asegurar la Permanencia de las Remociones de GEI Acreditadas

La Reserva requiere que todas las remociones de GEI acreditadas sean efectivamente "permanentes". Para los Proyectos Forestales, este requisito se cumple asegurando que el carbono asociado con las remociones de GEI acreditadas permanezca almacenado durante al menos 100 años. Sin embargo, como se discutió en la Sección 3.17, bajo el PFM, los proyectos pueden comprometerse a mantener el carbono secuestrado debido a las actividades del proyecto por cualquier período de tiempo. Según el PFM, los créditos se emiten en función de la proporción de carbono que se almacena o asegura mediante un contrato durante un período de permanencia de 100 años. Los principios de contabilidad de toneladas por año, como se describe en la Sección 5.5, se utilizan para cuantificar el valor temporal del almacenamiento de carbono como una proporción relativa a la permanencia de 100 años.

6.1. Definición de una Reversión

Una remoción de GEI puede ser "revertida" si el carbono almacenado es posteriormente regresado a la atmósfera. Bajo la contabilidad de ton/año, las reversiones necesitan ser compensadas si afectan los CRTs que se han asegurado contractualmente. Una reversión ocurre cuando las remociones de GEI para un Período de Reporte dado (QR_y en la Ecuación 5.1) son negativas, y la obligación contractual no ha terminado para mantener el carbono secuestrado.

Bajo este protocolo, los créditos se consideran revertidos en sentido opuesto al que su secuestro fue cuantificado y verificado. Por ejemplo, supongamos que un proyecto secuestró 100 toneladas de carbono en el año 1 y otras 50 toneladas en el año 2. En el año 3 ocurre una reversión que emite 75 toneladas a la atmósfera. En esta situación las 50 toneladas secuestradas en el año 2 se consideran revertidas, junto con 25 toneladas secuestradas en el año 1.

Las reversiones se consideran evitables si son el resultado directo de actividades humanas a través de actos de negligencia. Las reversiones se consideran inevitables si son el resultado de eventos, como fuegos naturales, mortalidad por insectos o disturbios ambientales (ej. vientos).

6.2. Fórmula para Compensar las Reversiones

Si una Reversión Evitable afecta los CRTs asegurados, se deberán de retirar un número de créditos para cumplir las obligaciones contractuales. La Ecuación 6.1 muestra la fórmula que deberá utilizarse para determinar el número de CRTs a retirar para compensar la reversión que afectó el carbono almacenado en el año que fue secuestrado.

Ecuación 6.1. Fórmula para Determinar el Número de CRTs a Retirar para Compensar por una Reversión de una Antigüedad Determinada

$$CRT_{ret} = RT_y \times s \times 0.01$$

Donde,

Unidades

CRT_{ret} = Número de créditos a retirar

RT_y = Cantidad toneladas en el Periodo de Reporte y que ha sido revertido

tCO₂e

s = Número de años que quedan contractualmente para asegurar las CRTs en el Periodo de Reporte y-1 contra reversiones, incluyendo el Periodo de Reporte y

La cantidad de CRT_{ret} deberá ser determinada para el carbono con antigüedad definida afectado por una reversión. Como se indica arriba, el carbono es considerado revertido en sentido opuesto al que su secuestro fue cuantificado y verificado. Adicionalmente, por cuestiones de contabilidad, una reversión se asume que ocurrió al inicio del Periodo de Reporte durante el cual ocurrió la reversión, independientemente de cuando en el Periodo de Reporte sucedió.

6.2.1. Compensación de Reversiones Inevitables

Una Reversión Inevitable es aquella que no es causada por la negligencia o premeditación de un Dueño Forestal, e incluye eventos naturales como incendios y plagas. Los pasos a seguir después de una Reversión Inevitable son los siguientes:

1. Si el Dueño Forestal determina que hubo una Reversión Inevitable, el Reporte de Monitoreo Anual deberá de indicar claramente que sucedió una Reversión Inevitable.
2. El Dueño Forestal deberá de explicar la naturaleza de la reversión como parte del reporte de monitoreo anual y presentar un estimado de los acervos de carbono en sitio no más de 2 años después de que sucedió la Reversión (en unidades de CO_2 -equivalente en toneladas métricas). Excepciones se podrán hacer relacionadas con el tiempo si la Reserva está en acuerdo que la extensión es justificable.
3. No se podrán llevar a cabo transacciones hasta que la reversión haya sido verificada.

Si la Reserva está de acuerdo en que la reversión fue inevitable de origen, la Reserva retirará una cantidad de CRTs del Fondo de Aseguramiento (*Buffer Pool*) igual al número de toneladas métricas de CO_2 -equivalentes (como se especifica en la Ecuación 6.2). El seguimiento de los acervos de carbono y cualquier reversión se estandarizará y brindará certidumbre de que ocurrió una compensación.

6.2.2. Compensación de Reversiones Evitables

Una Reversión Evitable es aquella que ocurre por la negligencia o premeditación de un Dueño Forestal, e incluye la extracción de madera, desarrollo, y daños al Área de Actividad. Las reversiones se detectan a través del monitoreo anual y eventos de verificación. Una vez que se identifican una Reversión Evitable se deberán de seguir los siguientes pasos:

1. Se deberá de incluir una descripción y explicación de la reversión en el Reporte de Monitoreo Anual.
2. En el siguiente año de haber recibido una notificación por la Reversión Evitable, el Dueño Forestal deberá de presentar a la Reserva un estimado de los acervos de carbono en sitio actuales. A partir de ese momento el Dueño Forestal deberá de completar la verificación de esos acervos de carbono en el siguiente año. No se podrán llevar a cabo transacciones hasta que la reversión haya sido verificada.
3. Dentro de los dos primeros años de haber recibido una notificación por la Reversión Evitable, el Dueño Forestal deberá de retirar una cantidad de CRTs determinada según la fórmula presentada en la Ecuación 6.2, para cada crédito con una antigüedad específica que haya sido afectado por la reversión. El registro del proyecto y actividades de transacción se suspenderán hasta que la cantidad de CRTs definida sea retirada.
4. Si la reversión no es compensada en el plazo definido esto resultará en una restitución como se define en el contrato que asegura el carbono.

6.2.3. Rol del Monitoreo, Reporte y Verificación para Identificación de Reversiones

Una reversión se puede identificar a través del monitoreo por el Dueño Forestal y/o durante verificaciones completas por terceros. Dado que los Dueños Forestales son responsables de mantener los inventarios actuales de acervos de carbono en sitio y de emitir reportes de monitoreo anuales, una reversión se puede identificar por un Dueño Forestal cuando se haga una actualización de los estimados del inventario relacionado con el crecimiento, aprovechamiento, y otros disturbios. Los verificadores externos podrán identificar una reversión al encontrar que el inventario ha sido incorrectamente caracterizado en el reporte de monitoreo; los verificadores deberán de observar si hay disturbios durante el proceso de verificación del inventario en sitio y confirmar que todos los disturbios, si existen, fueron debidamente reportados.

6.2.4. El Fondo de Aseguramiento (*Buffer Pool*)

El Fondo de Aseguramiento o *Buffer Pool* es una cuenta administrada por la Reserva en donde se deposita un porcentaje de CRTs de los Proyectos Forestales. Todos los proyectos deberán de contribuir con un porcentaje de sus créditos para este Fondo cada vez que se verifiquen CRTs por remociones de GEI. La contribución de cada proyecto se determina según la Ecuación 6.3 como se describe en la siguiente sección. Si un Proyecto Forestal tiene una Reversión Inevitable de la reducción o remoción de GEI, la Reserva retirará un número de CRTs como se indica en la Sección 6.2.1. También se requieren contribuciones de cada proyecto para los riesgos por Reversiones Evitables para garantizar que el programa permanezca completo en caso de que un Dueño Forestal no compense las Reversiones Evitables. El Fondo de Aseguramiento actúa como un mecanismo de seguro general contra las reversiones de todos los Proyectos Forestales registrados bajo la Reserva.

6.2.4.1. Determinación de la Contribución al Fondo de Aseguramiento

El Dueño Forestal deberá de aplicar una reducción por el riesgo a su Proyecto Forestal para compensar por los riesgos asociados con incendios forestales, enfermedades y plagas, huracanes u otros eventos climatológicos. Los créditos asociados con el Fondo de Aseguramiento se usarán principalmente para reversiones asociadas con disturbios naturales, pero la Reserva podrá usar estos créditos a su propia discreción para cualquier reversión que ocurra. La contribución del proyecto al Fondo de Aseguramiento es una deducción por defecto y se calcula como se muestra en la Ecuación 6.3.

Ecuación 6.2. Contribución de Créditos del Proyecto al Fondo de Aseguramiento

Contribución al Fondo_{Año Y}	=	$0.08 \times CRTs_y$ Netos
<i>Donde,</i>		
CRTs Netos	=	Carbono asegurado (mediante un acuerdo contractual neto o a través del mantenimiento neto de las deducciones de confianza y ajustes de fugas) y verificado en el Periodo de Reporte y; ver la descripción en la Sección 5.1.

6.3. Disposición de un Proyecto Forestal Después de una Reversión

Si una reversión disminuye los acervos de carbono en madera viva o muerta en pie por debajo de la línea de base, el Proyecto Forestal automáticamente se dará por terminado. En estas circunstancias, ya no será válida la línea de base inicial aprobada del proyecto. Si el Proyecto Forestal es terminado automáticamente por una Reversión Inevitable, otro proyecto podrá someterse a la Reserva para registro en la misma Área del Proyecto. Un nuevo proyecto no

podrá iniciarse en la misma Área del Proyecto si el Proyecto Forestal es terminado por causa de una Reversión Evitable.

Si el Proyecto Forestal ha experimentado una reversión y los acervos de carbono de madera viva o muerta en pie están por arriba de la línea de base aprobada, podrá continuar sin terminar siempre y cuando se compense por la reversión de CRTs asegurados. El proyecto deberá de continuar contribuyendo con el Fondo de Aseguramiento en el futuro basado en la Ecuación 6.3.

BORRADOR

Apéndice A. Cuarta Salvaguarda Ambiental: Monitoreo del Área del Proyecto

Para cumplir con los requisitos de la 4ta Salvaguarda Ambiental, los Proyectos Forestales que tengan actividades de Manejo Forestal Mejorado, Restauración, Reforestación, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles deberán de monitorear la cobertura forestal en toda el Área del Proyecto. La cobertura forestal fuera de las Áreas de Actividad dentro del Área del Proyecto no deberá disminuir como resultado de actividades humanas durante la Vida del Proyecto. Si se detecta una reducción de la cobertura forestal mayor al 5% relativa a la Fecha de Inicio del proyecto durante una verificación completa, el proyecto deberá de rectificar esta pérdida de cobertura forestal en los siguientes 6 Periodos de Reporte.

El análisis de la 4ta Salvaguarda Ambiental se utiliza para la evaluación de fugas dentro del Área del Proyecto, mientras que el análisis de Efectos Secundarios (Ver Sección 5.5) se utiliza para evaluar las fugas fuera del Área del Proyecto.

El monitoreo continuo del Área del Proyecto se basa en el desarrollo de estimados de área basados en diferentes clases de cobertura utilizando imágenes de percepción remota. La metodología para evaluar el cumplimiento de la 4ta Salvaguarda Ambiental involucra los siguientes pasos, que se describen a mayor detalle a continuación:

1. Seleccionar puntos al azar en toda el Área del Proyecto utilizando la Herramienta i-Tree Canopy.
2. Determinar si cada punto esta bajo cobertura forestal utilizando una imagen fotográfica (Google Earth)
3. Importar la información a CALCBOSK para generar un Reporte de Cobertura Forestal

Para cumplir con la 4ta Salvaguarda Ambiental, se deberá de llevar a cabo una revisión de la cobertura forestal dentro del Área del Proyecto y se deberá de generar el reporte de monitoreo correspondiente y someterlo durante cada verificación completa.

A.1 Establecimiento de Puntos Aleatorios.

Los puntos aleatorios se colocan en el Área del Proyecto utilizando la herramienta: United States Forest Service's iTree Canopy Tool.³ La Reserva podrá aceptar, y aprobar, propuestas de metodologías alternas para la colocación de puntos aleatorios, y/o para medir la cobertura forestal y cobertura de copa.

El Área de Proyecto se selecciona como el área para ser utilizada en la herramienta i-Tree Canopy Tool. El Área de Proyecto deberá de importarse como un shapefile de un Sistema de Información Geográfica. La herramienta posiciona aleatoriamente puntos en una foto aérea del Área de Proyecto. La herramienta de i-Tree automáticamente calcula la confianza del estimado de la cobertura de copa. El esfuerzo de muestreo deberá de continuar hasta que el error estándar para el promedio de la cobertura de copa sea menor al +/-10% de la media. Los puntos deberán de guardarse durante toda la Vida del Proyecto y estar disponibles para los verificadores durante las verificaciones.

Para más detalle, ver el Manual de Usuario de Herramientas de Cuantificación del PFM.

A.2 Determinar la Cobertura Forestal

Para determinar la cobertura forestal actual, se deberán de utilizar las imágenes más recientes disponibles al público (Google Earth, etc); sin embargo otras fuentes que estén disponibles al público actuales y de años pasados y de otras fuentes verificables, como por ejemplo, conocimiento local de la historia de manejo, se podrán utilizar para informar la decisión del tipo de cobertura de suelo. La imagen más reciente deberá de utilizarse para analizar la cobertura de suelo. El análisis de la cobertura forestal

³ <http://www.itreetools.org/canopy/>.

actual se deberá de llevar a cabo utilizando los puntos aleatorios definidos en el paso anterior. Para mayor información de cómo exportar los puntos seleccionados al azar por i-Tree Canopy e importarlos a Google Earth, ver el Manual de Usuario de Herramientas de Cuantificación del PFM.

Para cada punto, la cobertura forestal deberá de clasificarse utilizando un área de referencia que rodea al punto y que le brindará el contexto necesario. El área de referencia para determinar el tipo de cobertura de un punto aleatorio es aproximadamente 1/10 de una hectárea alrededor del punto; el tipo de cobertura de suelo deberá de identificarse para el punto aleatorio definido utilizando un patrón en la cobertura del suelo dentro del área de referencia para tener un mejor contexto. Se sugiere utilizar la herramienta de Google Earth para dibujar un polígono alrededor del punto para determinar el área de referencia. Dado que la determinación del área de referencia y la cobertura de suelo requieren cierto nivel de subjetividad, la determinación deberá de ser verificada; sin embargo, por defecto la Reserva asume que el Desarrollador del Proyecto determinó de manera adecuada el área de referencia y tipo de cobertura de suelo y el verificador solamente deberá de señalar casos en donde hay errores claros por parte del Desarrollador del Proyecto.

Cada punto deberá de ser clasificado por el Desarrollador de Proyecto como cobertura forestal u otra utilizando las claves proporcionadas en la Tabla A.1. Los criterios enumerados en la Tabla A.1 deben usarse al hacer asignaciones de las claves de cobertura del suelo. El Desarrollador del Proyecto debe ingresar la clasificación de la cobertura del suelo en una hoja de cálculo de Excel. El Manual de Usuario de Herramientas de Cuantificación del PFM proporciona más detalles sobre cómo estructurar la hoja de cálculo para importar las clasificaciones de la cubierta forestal en CALCBOSK. CALCBOSK utiliza las claves de cobertura del suelo para calcular la distribución de la cubierta forestal.

Tabla A.1 Criterios para la Selección de Claves de Cobertura de Suelo

Cobertura de Suelo	Definición	Clave de Cobertura de Suelo
Forestal	Mas de 0.5 hectáreas con árboles más altos de 5 metros y cobertura de copa mayor al 10%, o árboles con la capacidad de alcanzar estos umbrales en sitio y que permite el manejo de uno o más recursos forestales, incluyendo madera, vida silvestre, biodiversidad, calidad de agua, recreación, valores estéticos, y otros beneficios públicos.	FO
Otro	Todos los usos de suelo no forestales	OT

A.3. Generar el Reporte de Cobertura Forestal

El Desarrollador del Proyecto deberá de importar la información a CALCBOSK. El Manual de Usuario de Herramientas de Cuantificación del PFM brinda más información de cómo importar la tabla a CALCBOSK. Una vez que se ha importado a CALCBOSK, el Desarrollador del Proyecto podrá generar el Reporte de Cobertura Forestal, que determina el porcentaje de cobertura forestal del proyecto.

Apéndice B. Cuantificación de Acervos de Carbono en Áreas de Actividad: Metodología de Cuantificación del Inventario Intensivo

La cuantificación en Áreas de Actividad requiere de un inventario forestal que produce estimados precisos de las fuentes de carbono incluidas,⁴ monitorea la permanencia, y evalúa el cumplimiento con las salvaguardas ambientales.

Todas las actividades que utilizan la metodología de cuantificación del inventario intensivo tienen que utilizar una base de datos y una aplicación que facilita los cálculos del inventario y el monitoreo. La base de datos y su aplicación se conoce como 'CALCBOSK' y está accesible al público contactando a la Reserva. Adicionalmente, el Manual de Usuario de las Herramientas de Cuantificación del PFM contienen instrucciones claras para utilizar CALCBOSK y otras herramientas de cuantificación a las que se hace referencia en esta sección.

Las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Grandes, Reforestación, Restauración y Manejo Forestal Mejorado deberán de utilizar esta metodología del inventario intensivo. Un inventario intensivo requiere la instalación de parcelas de monitoreo en campo, mediciones y la entrada de datos en CALCBOSK para cuestiones analíticas. Las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles, pueden utilizar la metodología de cuantificación del inventario en el Apéndice C.

B.1 Desarrollando Los Inventarios Iniciales de Áreas de Actividad

Los Proyectos Forestales deberán de desarrollar un inventario inicial para cada Área de Actividad. El inventario inicial se usa para calcular la línea de base, la cual se calcula ajustando (*back-casting* o retrocediendo) el inventario a la Fecha de Inicio del Área de Actividad (Sección B.2), y para calcular las existencias de carbono reales hacia el final de cada Período de Reporte creciendo el inventario hacia adelante y/o actualizando los datos del inventario a través de nuevas mediciones (Sección B.3). CALCBOSK tiene la programación para realizar el crecimiento o el retroceso del inventario. Los siguientes pasos son necesarios para desarrollar el inventario inicial:

1. Desarrollar parcelas de muestreo para el inventario (Sección B.1.1)
2. Calcular el carbono en madera viva y muerta en pie en las parcelas de muestreo y expandir el carbono por parcela a hectárea (Sección B.1.2)
3. Calcular la estadística de confianza (Sección B.1.3)

B.1.1 Metodología de Muestreo para Áreas de Actividad (árboles vivos y muertos en pie)

Se requieren parcelas de muestreo únicamente para las Áreas de Actividad con las actividades que se mencionan arriba. No se requieren parcelas de muestreo en ninguna otra área del Área del Proyecto.

Donde se requiere realizar el muestreo, la metodología debe ser diseñada para lograr un inventario estimado de CO₂e imparcial con un error de muestreo que no excede +/- 20% de la media bajo un intervalo de confianza del 90% para árboles vivos y muertos en pie basado en estimados de CO₂e al nivel de Área de Actividad. Adicionalmente, es necesario muestrear por lo menos 30 parcelas en cada Área de Actividad. Para los Proyectos Forestales con múltiples

⁴ Ver Tabla 5.1., Límites de Gases de Efecto Invernadero

Áreas de Actividad, el error estándar se logra a través del Proyecto Forestal completo al “agregar” las Áreas de Actividad. En la Sección B.1.1.3. se presentan mayores detalles relacionados con proyectos con múltiples Áreas de Actividad

B.1.1.1. Parcelas de Inventario

El primer paso consiste en definir y localizar una cuadrícula de parcelas de 25 por 25 metros de distancia para cada Área de Actividad que utiliza la metodología de cuantificación del inventario intensivo por separado.

De todas las parcelas disponibles en el Área de Actividad, algunas son seleccionadas al azar para ser muestreadas utilizando la herramienta de aleatoriedad de CALCBOSK (Ver el Manual de Usuario de las Herramientas de Cuantificación para mayor información). Una vez que las parcelas han sido seleccionadas, el Desarrollador de Proyecto deberá de informar a la Reserva y mandar una copia de la selección de las parcelas. Para lograr el estándar de muestreo del $\pm 20\%$ con un intervalo de confianza del 90% requiere un número de parcelas que depende de la variabilidad de los inventarios dentro del Área de Actividad así como el número de Áreas de Actividad incluidas en el Proyecto Forestal.⁵ El Dueño Forestal es responsable de estimar el número de parcelas necesarias para lograr el nivel de confianza deseado. Alternativamente, las parcelas pueden ser muestreadas en el orden que salieron en el proceso aleatorio hasta que se logra el nivel de confianza deseado.

Una vez que las parcelas han sido seleccionado, estas deberán de fijarse permanentemente para muestreos futuros como parte del monitoreo continuo. Un mapa con las parcelas muestreadas deberá de incluirse en el Reporte de Proyecto. Se pueden añadir parcelas adicionales en el futuro en el orden de selección aleatorio que se generó al comienzo del proyecto para mejorar los estimados de confianza. Una parcela no se puede remover una vez que es parte del inventario⁶. La aplicación CALCBOSK calcula el nivel de confianza del inventario a partir de los datos obtenidos del inventario de cada Área de Actividad. El Manual de Usuario de las Herramientas de Cuantificación proporciona mayor información relacionada con cómo generar el reporte para revisar la confianza del inventario.

La información para el inventario obtenida de las parcelas es válida por un período de 12 años después del muestreo en campo. Durante este tiempo la información de la parcela puede ser ingresada con estimados del crecimiento (usando CALCBOSK) anual para mediciones de diámetro y altura. El proceso para actualizar las parcelas se describe en detalle en la Sección B.3. Dado que los datos de las parcelas no pueden ser mayores a 12 años, las parcelas deberán de volverse a medir periódicamente o se deberán de instalar nuevas parcelas tanto para el monitoreo anual como para las verificaciones en sitio. Cada vez que se instalen más parcelas para mejorar el intervalo de confianza, estas deberán de ser seleccionadas aleatoriamente a partir de la cuadrícula de potenciales parcelas, como se describe arriba. Los datos de la parcela (no la localización de la misma) deberán de ser removidos o reemplazados del inventario cuando un evento cambie sustancialmente la cobertura forestal alrededor de la parcela (como por ejemplo por un aprovechamiento o incendio forestal).

Las parcelas del inventario deberán de instalarse con un radio fijo. El tamaño del radio depende de los atributos que serán medidos, como se muestra en la Tabla B.1 abajo. Únicamente las parcelas seleccionadas al azar para muestreo deberán de instalarse. El centro de las parcelas

⁵ No se aceptan proyectos si el error de muestreo es mayor a $\pm 20\%$ en un intervalo de confianza del 90%

⁶ La Reserva está contemplando la generación de una guía en el futuro para estructurar el sistema de aleatoriedad para remover y reemplazar parcelas.

deberá de fijarse de tal manera que pueda ser ubicado en el futuro para medición y verificación. El fijar las parcelas físicamente en un punto determinado puede ser desafiante. Las coordenadas de GPS deberán registrarse para cada parcela en, o a un lado, del centro. Dado que las coordenadas de GPS asistirán parcialmente para reubicar el centro es probable que sean necesarios dispositivos de referencia adicionales. Se recomienda colocar un objeto en el centro que sea resistente a condiciones ambientales, como el clima, animales y fuego. Una pequeña pieza de metal (varilla) puede ser adecuada. La relocalización del centro de la parcela puede mejorarse a través de la identificación de árboles, o árboles que tengan etiquetas de aluminio fijas donde se especifique una medida de distancia y una brújula que señale el centro de la parcela. Un mínimo de dos a tres árboles puede ayudar en la triangulación del centro de la parcela. Marcar los árboles con pintura visible también puede ayudar a volver a localizar el centro.

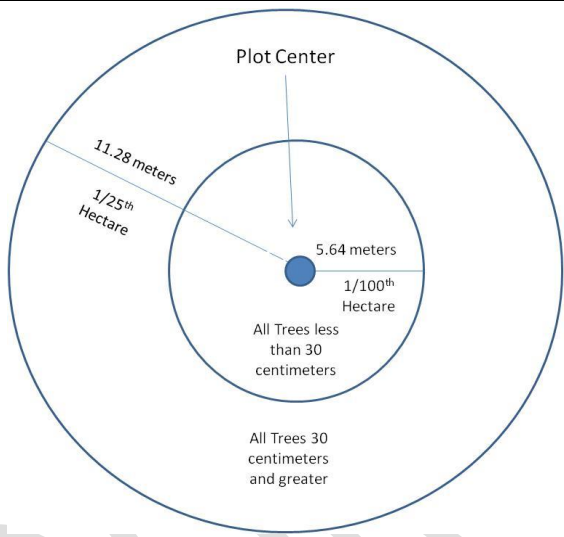
La Tabla B.1 muestra la información que deberá de recolectarse para cada parcela de muestreo. Los Desarrolladores de Proyectos pueden usar diversas herramientas o métodos de muestreo; sin embargo, todos los datos muestreados deben ingresarse en CALCBOSK para calcular las estimaciones de carbono para las Áreas de Actividad y los verificadores deben usar la metodología de muestreo como se detalla en el protocolo.

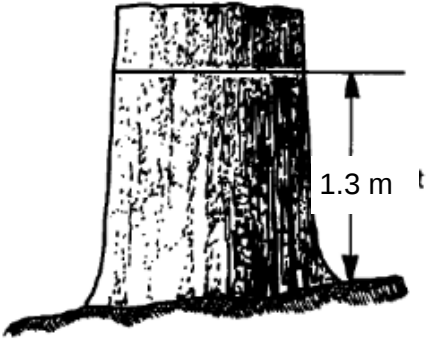
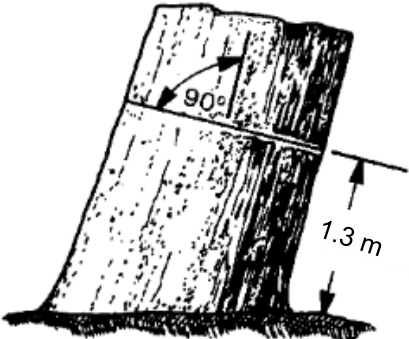
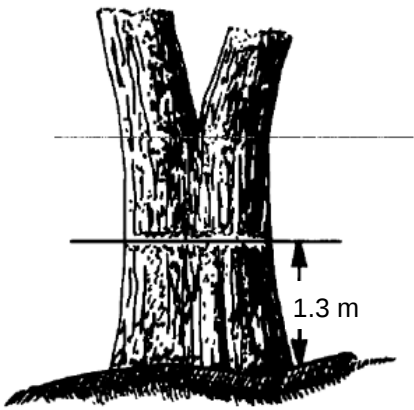
Existen consideraciones especiales para los manglares, de modo que ciertas especies de manglares no requieren mediciones de altura, como *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* o *Avicennia bicolor*. Además, el Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) para *Rhizophora mangle* (mangle rojo) debe tomarse 30 cm por encima de la raíz del zanco más alto. Se pueden hacer otras excepciones o modificaciones caso por caso que deberán de ser aprobados por la Reserva.

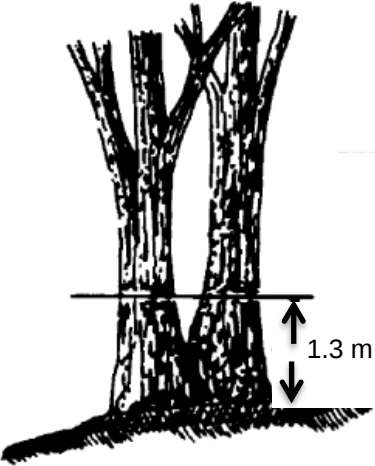
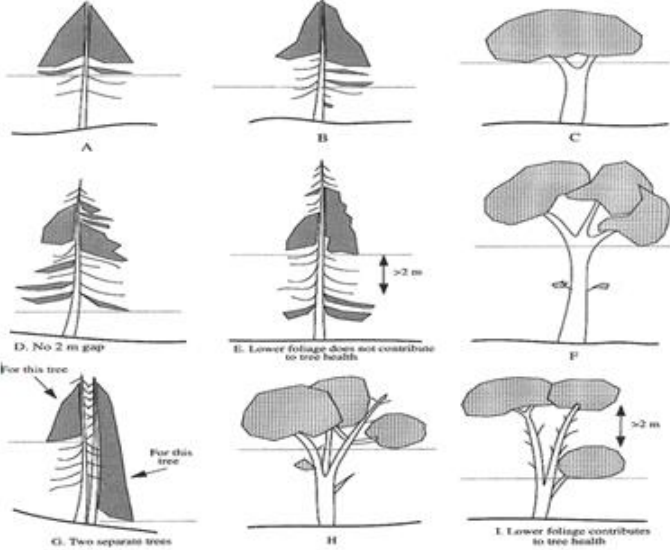
El Manual de Usuario de las Herramientas de Cuantificación tiene mayores lineamientos referentes a cómo ingresar los datos en CALCBOSK.

Tabla B.1. Parcelas del Inventario

Para cada Parcela		
No.	Atributos	Descripción
1	Fecha de la Visita a la Parcela	Día/Mes/año
2	Latitud	Del GPS (en grados)
3	Longitud	Del GPS (en grados)
4	Número de la Parcela	Insertar el número de la parcela, como se describe en la Sección arriba.
5	Personal del Inventario	Insertar las iniciales de los técnicos responsables para la medición y registro de la información de la parcela.
6	Pendiente	Utilizando un clinómetro, obtener el promedio de la pendiente viendo cuesta arriba y cuesta abajo al más cercano 5%.
7	Aspecto	Ingresar los grados (azimut) viendo directamente cuesta abajo del centro de la parcela. Si la parcela es 0, el aspecto puede ingresarse como -1.

No.	Atributos	Descripción
		En un radio fijo de 1/25th Hectárea (Radio = 11.28 m), todos los árboles ≥ 30 cm DAP y ≥ 3 m de altura En un radio fijo de 1/100th Hectárea (Radio = 5.64 m), todos los árboles ≥ 5 cm y < 30 cm de DAP Las medidas radiales necesitan de corregirse para distancias horizontales con base en la pendiente del centro de la parcela a cada árbol. Nota: las medidas radiales se basan en distancias del centro de la parcela a la base del árbol. 
8	Número de árbol	A cada árbol se le asigna un número de 1 a X (para árboles “grandes” de 30 cm y mayores) y una letra de la A a Z (para árboles “pequeños” menores de 30 cm) empezando en 0 grados (Norte) y generalmente continuando el proceso con las manecillas del reloj. Esta numeración en CALCBOSK facilita la ubicación futura de los árboles y su verificación. A través del tiempo, la numeración se modificará conforme los árboles crezcan en las parcelas y los árboles pequeños que tienen una designación con letras se conviertan en árboles grandes con una designación numérica. Los siguientes procedimientos deberán de seguirse en relación con la numeración: 1. Los árboles pequeños previamente medidos que ahora se miden como árboles grandes deberán de remedirse durante la actualización del inventario, con una numeración con valores del 1 al X. Se deberá de utilizar un valor numérico que no se haya utilizado en otro árbol previamente. Es necesario poner una nota en las notas de la parcela indicando que se realizó el cambio. 2. Los árboles pequeños que se convierten en árboles grandes que no fueron previamente medidos (es decir, afuera de la parcela de 1/25th de hectárea) deberán de tener un valor del 1 a X. Se deberá de utilizar un número que no se haya utilizado en otro árbol previamente. Se entiende y es aceptable que el sistema de identificación de los árboles no seguirá el patrón original a favor de las manecillas del reloj a través del tiempo. Con excepción de los árboles pequeños medidos, no se deberá de cambiar la identificación de los árboles a través del tiempo.
9	Especies	Ingresa el código de cada especie en la parcela. Los códigos de las especies se pueden localizar para cada especie en la lista que se encuentra en CALCBOSK

No.	Atributos	Descripción
10	DAP	Medir y registrar el Diámetro a la Altura de Pecho (DAP o DBH) al décimo de cada centímetro más cercano en cada árbol utilizando una cinta métrica y posteriormente midiendo el diámetro a una altura de 1.3 metros de la base del árbol del lado de la pendiente superior. La guía que aquí se presenta describe como los árboles poco comunes deberán de medirse (utilizar guía para cuesta arriba). 
10	DAP	 Árboles bifurcados por arriba del DAP se consideran como un solo árbol. Los árboles bifurcados por debajo del DAP se consideran como 2 árboles por separado (o el número de bifurcaciones que existan). Añadir el DAP mínimo a ser incluido.  Un árbol

No.	Atributos	Descripción
		 Dos árboles. <i>Imágenes por FSH 2409.12 USDA Forest Service Timber Cruising Handbook</i>
11	Altura total	Medir la altura total (de la base hasta arriba) al décimo de metro más cercano para cada árbol en la parcela. Si el ángulo de la base al punto de medición excede 45 grados (por ejemplo, 100% o 66 topo), la distancia del árbol medido deberá incrementarse para reducir el ángulo. Para árboles muertos con partes de arriba rotas, se deberá estimar la altura total (como si el árbol estuviera entero) al metro mas cercano comparando el árbol con otros árboles vivos de diámetros y especies similares.
12	Altura a base de la copa del árbol	Medir  la distancia de la base del árbol a la base de la copa del árbol. Ver ejemplo arriba.
13	Vigor	Para cada árbol, proporcionar una calificación aparente sobre el vigor del árbol. La determinación del vigor se basa en consideraciones de color de follaje, proporción de copa y apariencia, retención de hojas/agujas, apariencia de crecimiento apical (aparición en la parte de arriba del árbol) longitud entre espirales de crecimiento, presencia de cavidades y el crecimiento de hongos. El código se asigna según las siguiente clasificación:

No.	Atributos	Descripción		
		Código	Descripción	Ajuste por decadencia (ajustado para la densidad de la madera)
		1	Muy sano/ Dominante: La copa está llena en todos los lados y la longitud de la copa es de por lo menos el 30% del largo del árbol, o la altura total del árbol (medida en el paso 11) menos la altura a la base de la copa (medido en el paso 12) dividido por el total de la altura del árbol, es de por lo menos 30%. La copa del árbol está por lo general por arriba de otros árboles de su alrededor y tiene mínima competencia.	100%
13	Vigor	2	Sano/ Co-dominante: La copa no está llena en todos los lados debido a competencia con árboles adjuntos, pero tiene una proporción de la copa que recibe completamente la luz del sol. La copa es de por lo menos el 20% del largo del árbol.	100%
		3	Suprimido: La copa está por lo general debajo de otros árboles y tiene follaje vivo pero en decadencia.	100%
		4	Muerto con algo de deterioro: El árbol no tiene follaje. Las ramas y la parte superior están intactas y la corteza está pegada al árbol.	75%
		5	Muerto con deterioro avanzado: el árbol puede no tener la parte superior, tiene cuerpos fúngicos, la corteza no está presente. El árbol ya no tiene follaje en la copa.	50%
14	Estimado del defecto del árbol	Sección del Árbol	Porción estandarizada de la biomasa en cada sección de árboles completos	Porción actual de defecto en cada sección del árbol (<u>observado como si se aplicara al árbol completo</u>). Ejemplo: 100% si la porción completa está faltando (es decir, defecto completo), 0% si no falta ninguna porción (es decir, sin defecto). 0% de defecto es el valor que se tienen por defecto en <u>CALCBOSK</u>

No.	Atributos	Descripción		
		Superior 1/3	10%	0 – 100%
		Medio 1/3	30%	0 – 100%
		Bajo 1/3	60%	0 – 100%
15	Incremento radial de los 5 años previos	La información aquí utilizada sirve para estimar el crecimiento en el bosque. Esto se requiere en la ausencia de mediciones en la parcela repetidas o un modelo de crecimiento viable para cada especie. Ingresar la medición (en milímetros) del crecimiento radial de los últimos 5 años (de un conteo de anillos) de un árbol clasificado como “altamente o moderadamente vigoroso” (códigos de vigor 1 o 2) y de uno de “vigor bajo” (código de vigor 3, si está presente) en la parcela; seleccionar el primer árbol factible (algunas especies pueden no ser adecuadas para este tipo de mediciones) mirando al norte y continuando con las manecillas del reloj.		

B.1.2. Cálculo del Carbono en Árboles en Pie Vivos y Muertos

Esta sección describe paso a paso el enfoque para calcular el inventario de CO₂e del proyecto en árboles vivos y muertos en pie. Esta sección aplica únicamente para los estimados del inventario dentro de las Áreas de Actividad. El desarrollo de estimados de CO₂e forestal a partir del muestreo en las Áreas de Actividad deberá de realizarse de acuerdo a los siguientes pasos.

1. Calcular las toneladas netas de CO₂e para árboles vivos y muertos en pie por hectárea para cada parcela.
2. Determinar el promedio de toneladas de CO₂e para árboles vivos y muertos en pie sumando las parcelas y dividiendo en el número de parcelas representadas.
3. Sumar las toneladas de CO₂e de el Área de Actividad.
4. Calcular del error de muestreo y deducción de confianza para el Área de Actividad.

La información de las parcelas utilizada para calcular los inventarios deberán de representar las condiciones actuales en el momento que se genere el inventario. El proceso para actualizar los inventarios se discute en la Sección B.3. Se deberá de calcular el CO₂e para cada árbol en las parcelas utilizando las ecuaciones que están disponibles en el Documento de Ecuaciones del Protocolo Forestal para México, que se basa en las mediciones de diámetro y altura. El estimado de CO₂e calculado para cada árbol se ajusta según los defectos identificados para cada árbol durante el muestreo del inventario. El CO₂e neto se expande a un valor por hectárea como se detalla en el proceso descrito en la Tabla B.2. Estos cálculos se realizan de manera automática en CALCBOSK.

Tabla B.2. Cálculo de las Toneladas de CO₂e para cada Parcela por Hectárea

Pasos	Descripción	Herramientas/Procesos Requeridos
1	Calcular los metros cúbicos del volumen y biomasa (gramos) en cada árbol.	CALCBOSK calcula el volumen y/o biomasa directamente de las variables ingresadas, generalmente el diámetro y altura, del inventario forestal. Las ecuaciones usadas por CALCBOSK están publicadas en la Página Web de la Reserva.
2	Convertir la biomasa a toneladas de CO ₂ e	Los estimados de biomasa del Paso 1 se convierten a toneladas de CO ₂ e al dividir la biomasa (en gramos) entre 1000 y multiplicando el resultado por 0.5 (para convertir el valor a carbono) y posteriormente multiplicando por 3.67 (para convertir el valor a CO ₂ e). El resultado está en toneladas de CO ₂ e por árbol.
3	Ajustar las toneladas de CO ₂ e del árbol basando en el porcentaje definido asignado a cada árbol.	Defecto – Abajo 33% 60% x toneladas de CO ₂ e en el árbol bruto (Paso 2) x % Defecto (Abajo 33%)
		Defecto – En Medio 33% 30% x toneladas de CO ₂ e en el árbol bruto (Paso 2) x % Defecto (En medio 33%)
		Defecto – Arriba 33% 10% x toneladas de CO ₂ e en el árbol bruto (Paso 2) x % Defecto (Arriba 33%)
		Suma Defecto Suma de las toneladas de CO ₂ e para cada paso mencionado arriba
		CO ₂ e Ajustada Toneladas de CO ₂ e (Paso 2) – Suma Defecto
4	Ajustar el estimado de CO ₂ e para árboles muertos y en decadencia	Los árboles muertos se multiplican por 0.5 y los árboles en decadencia se multiplican por 0.75 para cuantifica la descomposición que impacta la densidad de la madera. Todos los otros árboles permanecen iguales.
5	Expandir las toneladas de CO ₂ e en cada árbol a uno por hectárea.	Multiplicar las toneladas de CO ₂ e de cada árbol por el porcentaje requerido para representar el estimado por hectárea: 25 x Toneladas de CO ₂ e (Paso 5) para árboles muestreados en el radio de 1/25th de hectárea 100 x Toneladas de CO ₂ e (Paso 5) para árboles muestreados en el radio de 1/100th de hectárea

Los estimados de árboles individuales dentro de cada Área de Actividad se deberán de sumar en cada parcela y expandir a un valor por hectárea. Posteriormente, los estimados por parcela se promedian para obtener un estimado medio para cada Área de Actividad, como se muestra en la Tabla B.3.

Tabla B.3. Determinación de las Toneladas de CO₂e para cada Área de Actividad

Pasos	Descripción	Herramientas/Procesos Requeridos
7	Calcular el promedio de las toneladas de CO ₂ e para el Área de Actividad X.	Suma de los estimados de CO ₂ e de cada parcela dentro de cada Área de Actividad X por hectárea y dividir por el número de parcelas en Área de Actividad X.
8	Calcular las toneladas de CO ₂ e totales en el Área de Actividad X.	Multiplicar el promedio del estimado de toneladas de CO ₂ e por hectárea por el total de hectáreas en el Área de Actividad X en el proyecto.

9	Calcular el error de muestreo de la media por hectárea de las toneladas de CO ₂ e para cada Área de Actividad X y determinar la deducción de confianza	El error de muestreo, calculado a un nivel de confianza del 90%, se calcula automáticamente en CALCBOSK. Las deducciones de confianza se determinan como se describe en la sección B.1.3.
---	---	---

B.1.3. Cálculo de la Estadística de Confianza

Aunque se aceptará información con errores de muestreo de hasta el +/- 20% de la media dentro de un intervalo de confianza del 90%, se aplicarán deducciones por incertidumbre al inventario de las Áreas de Actividad si el error excede el Error de Muestreo Esperado (EME). El EME cambia según el número de Áreas de Actividad que están involucradas, ya sea dentro de un Proyecto Forestal individual o como parte de un agregado de proyectos, que se describe a continuación. Las deducciones por incertidumbre se aplican directamente al inventario de árboles vivos y muertos en pie reportados como los acervos actuales del Área de Actividad, pero no al estimado de la línea de base, con el objetivo de asegurar cuantificaciones conservadoras de los beneficios del proyecto.

Los créditos que son retenidos debido a las deducciones por incertidumbres pueden ser recuperados cuando el error de muestreo mejora el estimado de confianza del inventario (generalmente con la adición de más parcelas). De la misma manera, los estimados del inventario que deduzcan su confianza resultarán en una disminución de créditos disponibles para transacción, lo que puede resultar en una reversión aparente. En el evento de una reversión aparente debido a la aplicación de la deducción de confianza, el Dueño Forestal tendrá un año para mejorar el estimado del inventario. Si el error de muestreo no se ha corregido en el transcurso del año, el proyecto deberá de compensar por la reversión como se define en la sección de reversiones (Sección 6.2).

La deducción de confianza depende del número de Áreas de Actividad incluidas en el Proyecto Forestal y/o agregado. Las siguientes secciones describen cómo se determina la deducción de confianza para un Área de Actividad determinada en función del número de Áreas de Actividad y proyectos involucrados.

B.1.1.1. Proyectos con un Área de Actividad

El EME para un Proyecto Forestal individual, es decir, que no participar en un agregado, con sólo un Área de Actividad es +/- 5% de la media de CO₂e por hectárea con un nivel de confianza del 90%. Si el error de muestreo es inferior a +/- 5%, no se aplica ninguna deducción de confianza. Si el error de muestreo excede +/- 5%, la deducción de confianza se determina como se describe en la Tabla B.4.

Tabla B.4. Cálculo del Error de Muestreo para el Estimado y Aplicación de la Deducción de Confianza

Error de Muestreo Actual en un Intervalo de Confianza del 90%	Deducción de Confianza
≤ 5%	0%
> 5% - ≤ 20%	Error de muestreo actual % – 5 % (al 1% más cercano)
> 20%	100% (Se suspende la cuenta hasta que las correcciones se hayan realizado)

B.1.1.2. Proyectos con Múltiples Áreas de Actividad

Para Proyectos Forestales que tienen múltiples Áreas de Actividad, el EME para información del inventario asociada con Áreas de Actividad individuales varía según el número total de Áreas de Actividad. Al reconocer el principio de un error de muestreo mejorado para toda la población, mediante la combinación de múltiples subpoblaciones de muestreo, los proyectos con múltiples Áreas de Actividad pueden reducir la intensidad del muestreo, reduciendo así los costos de inventario, sin comprometer la integridad estadística

Por lo tanto, mientras que el EME se incrementa para cada Área de Actividad, lograr el EME ajustado en todas las Áreas de Actividad alcanzaría el objetivo general del proyecto de $\pm 5\%$ de la media con un intervalo de confianza del 90%. El fundamento estadístico subyacente para este enfoque, incluida una descripción de cómo se determinó la escala específica, se proporciona en los Lineamientos de la Reserva para la Agregación de Proyectos Forestales.⁷

El EME para Áreas de Actividad individuales oscila entre ± 7 a 20% de la media bajo dentro de un intervalo de confianza del 90% dependiendo del número total de Áreas de Actividad en el Proyecto Forestal como se muestra en la Tabla B.5 a continuación. El mismo EME se aplica a todas las Áreas de Actividad en un Proyecto Forestal.

Tabla B.5. Error de Muestreo con un Intervalo de Confianza del 90% para Áreas de Actividad en un Proyecto Forestal con Múltiples Áreas de Actividad y para Proyectos Forestales que participan en un Agregado

Número de Áreas de Actividad Participantes en un Proyecto Forestal	Error de Muestreo Estimado (EME)
2	7%
3	8%
4	9%
5	10%
6	11%
7	12%
8	13%
9	14%
10	15%
11	16%
12	17%
13	18%
14	19%
15+	20%

El inventario para cada Área de Actividad se evalúa (independientemente de los inventarios para otras Área de Actividad) para determinar si el error de muestreo excede el EME. Si el error de muestreo para un Área de Actividad dada excede el EME, se aplica una deducción de confianza al inventario para esa Área de Actividad. Las deducciones de confianza se determinan de acuerdo con la Tabla B.6 utilizando el EME apropiado (de la Tabla 3.5). Independientemente del EME, no se aceptarán inventarios del Área de Actividad con un error de muestreo mayor a $\pm 20\%$ de la media en un inventario de confianza del 90%.

⁷ Disponible en <http://www.climateactionreserve.org/how/protocols/mexico-forest/>

Tabla B.6. Deducciones de Confianza del Inventario para Áreas de Actividad en un Proyecto Forestal con múltiples Áreas de Actividad y para Proyectos Forestales Participando en un Agregado

Error de Muestreo Estimado al 90% de confianza	Deducción de Confianza
0 - EME%	0%
EME a 20%	(Error de muestreo actual – EME %) al mas cercano 1/10th por ciento
Mayor al 20%	100%

B.1.1.3. Proyectos Participando en un Agregado

Al igual que con los proyectos individuales que contienen múltiples Áreas de Actividad, los Dueños Forestales inscritos en un Agregado pueden presentar inventarios de proyectos con requisitos de muestreo reducidos basados en el principio estadístico que se logra con el EME general (+/- 5% de la media al 90% de nivel de confianza) en todo el Agregado.

Los lineamientos proporcionados en la Sección B.1.1.2 para proyectos con múltiples Áreas de Actividad también se aplica a proyectos que participan en un Agregado. El EME para todas las Áreas de Actividad asociadas con proyectos en un Agregado se basa en el número total de Áreas de Actividad de todos los proyectos que participan en el mismo. El inventario para cada Área de Actividad se evalúa independientemente de otras Área de Actividad, ya sea asociado con el mismo proyecto o con otro proyecto que participen en el mismo Agregado. Consulte la Tabla B.5 para determinar el EME aplicable a las Área de Actividad para proyectos que participan en un Agregado. Consulte la Tabla B.6 para determinar la deducción de confianza que se aplicará a cada Área de Actividad.

Se pueden encontrar mayores detalles en los Lineamientos para la Agregación de Proyectos Forestales de la Reserva para la agregación de Proyectos Forestales.

B.2. Determinación de la Línea de Base del Área de Actividad.

Para las Áreas de Actividad que pasan la Prueba del Estándar de Desempeño (Sección 3.13.2), la línea de base se calcula como la suma de los inventarios de carbono (tCO₂e) en los reservorios requeridos durante la Fecha de Inicio del proyecto.

Los Desarrolladores de Proyectos tienen la flexibilidad de posponer el desarrollo de la línea de base hasta su primera verificación al calcular el inventario y retrocediéndolo (*back casting*) cuando el inventario que se haya desarrollado dentro de los dos primeros años a partir de la Fecha de Inicio del Área de Actividad. Esto le da al Desarrollador del Proyecto la flexibilidad para completar su inventario inicial dentro de los primeros dos Periodos de Reporte (es decir, al final del segundo Periodo de Reporte). Posteriormente, el Desarrollador del Proyecto desarrolla un inventario representativo de la Fecha de Inicio del Área de Actividad al “retroceder” el inventario como si hubiera sido desarrollado en la Fecha de Inicio, lo que se conoce como *back casting*. Esto se lleva a cabo automáticamente en CALCBOSK.

B.3. Actualización de los Inventarios de Carbono y Determinación de Acervos de Carbono en Sitio Actuales en Áreas de Actividad

Dado que los acervos de carbono en Áreas de Actividad estimados están constantemente fluctuando debido a información adicional del inventario, crecimiento forestal, aprovechamiento y disturbios naturales, los estimados de los acervos de carbono deberán de ser actualizados y

reportados anualmente. Los ajustes anuales a los datos del inventario se basan en la inclusión de nueva información, ajuste de datos existentes del crecimiento forestal y disturbios, y recalculado los estimados de carbono y la deducción de confianza.

El inventario de Áreas de Actividad se basa en el modelado (crecimiento) de la información del inventario a la fecha del fin del Periodo de Reporte. El período de tiempo en el que se modelan las parcelas de inventario depende de las re-mediciones de parcelas de fechas más recientes que se obtuvieron en el campo y se ingresaron en CALCBOSK. Se requiere que todas las parcelas se re-midan en un periodo de 12 años. Cada paso se describe a detalle a continuación.

B.3.1. Actualización del Inventario Forestal Utilizando Información Nueva

Para las Áreas de Actividad, cualquier parcela muestreada o re-muestreada en el último año deberá de incorporarse al inventario. Si la parcela se re-mide, la información anterior deberá de reemplazarse con la información nueva. La información de una parcela es válida por 12 años, tiempo a partir del cual la parcela deberá de ser re-medida. El inventario del Área de Actividad deberá de basarse en las parcelas muestreadas dentro de un periodo de 12 años. Los Dueños Forestales podrán decidir hacer todo el re-muestreo en un solo año o distribuirlo en un periodo de 12 años. Se aconseja a Dueños Forestales que inspeccionen las estimaciones de crecimiento modeladas con las condiciones reales en campo y basen su determinación de la frecuencia de actualización de las parcelas en qué tan bien los datos modelados representan las condiciones reales. La mala alineación entre los datos reales y los datos modelados indicaría la necesidad de incrementar los esfuerzos de muestreo en campo, dado que las actividades de verificación del sitio se centran principalmente en la comparación de los datos administrados en CALCBOSK y los datos reales medidos en campo.

B.3.2. Actualización del Inventario Forestal debido al Crecimiento

El enfoque para "crecer" los árboles en CALCBOSK es a través del uso de proyecciones a corto plazo (menos de 12 años) de datos de inventario basados en el crecimiento histórico real reciente. El muestreo de incremento radial se obtiene inicialmente de cada parcela y se utilizan como base para las proyecciones de diámetro hacia el futuro. Las medidas de altura se proyectan hacia el futuro en función de conservar la proporción de diámetro a la altura y ajustar la altura en función del diámetro modificado (crecido). Los pasos involucrados se muestran en la Tabla B.7. Sin embargo, CALCBOSK automatiza estos pasos. Consulte el Manual de Usuario de las Herramientas de Cuantificación para obtener más información sobre el uso de la funcionalidad automatizada en CALCBOSK para actualizar los datos de inventario anualmente.

Cuando no se puedan obtener datos del incremento según los procedimientos descritos en el manual del inventario, la Reserva trabajará con el Dueño Forestal para desarrollar una solución alternativa. Esto generalmente sucede para maderas duras donde no se pueden adquirir datos radiales.

Cuando se hayan re-medido suficientes parcelas de muestreo, la programación de crecimiento en CALCBOSK cambiará al cálculo del incremento del diámetro y la altura en función de la sub-muestra de las parcelas de inventario medidas nuevamente. Se espera que esta funcionalidad se implemente a partir de 6 a 12 años después del primer Periodo de Reporte dependiendo de cuántas parcelas se hayan remedido. Se espera que este método proporcione estimaciones de crecimiento mejoradas en relación con el enfoque inicial, ya que tanto el diámetro como la altura se proyectarán con base en mediciones reales.

Tabla B.7. Pasos utilizados en CALCBOSK para Actualizar los Registros de Árboles

Pasos	Descripción	Herramientas/Procesos Requeridos
1	Consulta de datos para su análisis	Consulta de registros de árboles vivos por clase de especie (conífero y latifolia) y clase de vigor en el Área de Actividad donde se midieron para obtener los incrementos (CALCBOSK asigna clases de tamaños a la información del inventario).
2	Determinación del incremento anual del diámetro	La información del incremento en el diámetro recolectada (ver número 16 en la Tabla B.1. Parcelas del Inventario) representa el incremento de los 5 años previos. Esa información deberá de dividirse entre 5 para determinar el incremento anual promedio. Nota: En muchos casos, es imposible extraer muestras del incremento en latifolias. En tales casos, el incremento de coníferas se aplica a los árboles de latifolias después de ajustar el incremento en base a una comparación del diámetro promedio de las latifolias con el diámetro de las coníferas, parcela por parcela, donde se supone que las edades de los árboles son iguales.
3	Cálculo del incremento anual del diámetro promedio	El incremento anual promedio del diámetro por clase especie y vigor se calcula al sumar el resultado del Paso 2 por cada clase de especie y vigor y dividiéndolo por el número de registros sumados.
4	Inclusión del incremento del diámetro al registro	El incremento de diámetro promedio para cada clase de especie y clase de vigor se multiplica por el número de días entre la fecha de reporte deseada y la fecha en que se midió el árbol en campo. Esto ajusta el diámetro del árbol hacia adelante o hacia atrás a una estimación previa o futura.
5	Cálculo de un estimador de regresión diámetro-altura	Los ajustes de altura para cada árbol se basan en la relación diámetro / altura del árbol a partir de las mediciones en campo y aplicando la misma relación a los árboles con diámetros modificados a partir del árbol modelado. Cuando la base de las proyecciones modeladas cambia a un análisis de árboles medidos nuevamente, donde se puede determinar tanto el cambio en el diámetro como en la altura, las proyecciones de crecimiento se realizarán desarrollando estimaciones de incremento de diámetro y altura para cada combinación de especies y clases de vigor.
6	Cálculo del estimado de altura para cada árbol según el incremento determinado del Paso 5	Aplice el incremento de altura estimado desarrollado en el Paso 5 para cada árbol para actualizar la altura del árbol. Al igual que el "crecimiento" de diámetro, el cambio de altura puede ocurrir hacia adelante o hacia atrás según la fecha de reporte específica deseada.

B.3.3. Actualización del Inventario Forestal Estimado para Aprovechamiento y/o Disturbios

Debido a los desafíos de tiempo reales en la programación para el desarrollo de los reportes de monitoreo y la realización del trabajo de campo asociado con el manejo del inventario, las

parcelas que han sido modificadas por el aprovechamiento y / o por perturbaciones naturales desde el Periodo de Reporte anterior deberán de excluirse del análisis de inventario hasta que las parcelas se actualicen con datos re-medidos de visitas de campo. No se podrán remover más del 5% de las parcelas que se utilizaron para calcular el inventario para un Periodo de Reporte. Las parcelas excluidas no se usan para calcular el inventario reportado de CO₂e ni se utilizarán para calcular el error de muestreo. Además, una parcela excluida debe incluirse en el inventario del próximo año, lo que significa que la parcela debe volver a medirse el año previo al siguiente Período de Reporte. Los Desarrolladores de Proyecto deberán de someter la lista de las parcelas que se van a excluir para cuestiones de verificación antes de la verificación en sitio de una verificación completa.

B.3.4. Completar el Proceso de Actualización Anual

Una vez que se actualizan los incrementos en el diámetro y la altura, las clases de uso de suelo y cobertura forestal por disturbios, y la asignación de Áreas de Actividad (hectáreas) en CALCBOSK, se podrán re-calcular los acervos de carbono utilizando los métodos identificados en el Apéndice B.1.2. El Manual de Usuario de las Herramientas de Cuantificación destalla como se debe de hacer la actualización de la información en CALCBOSK. La estadística de confianza y las deducciones de confianza asociadas para cada Área de Actividad sólo podrán actualizarse en la Hoja de Cálculo (CMW) para periodos de reporte que están pasando por una verificación completa, durante las cuales las actualizaciones del inventario deberán de ser revisadas y aprobadas por el verificador.

Apéndice C. Cuantificación de Acervos de Carbono en las Áreas de Actividad: Metodología de Cuantificación de la Cobertura de Copa

Las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales y Sistemas Silvopastoriles podrán utilizar la metodología de cobertura de copa para calcular el inventario de carbono en árboles vivos. Sin embargo, los Desarrolladores de Proyecto siempre tendrán la opción de utilizar la metodología intensiva para calcular el inventario de carbono en árboles vivos para todas las Áreas de Actividad.

Para Proyectos Forestales con múltiples Áreas de Actividad, la cuantificación de los acervos de carbono deberá de realizarse independientemente para cada Área de Actividad. La metodología de cuantificación de cobertura de copa podrá utilizarse para determinar la línea de base del Área de Actividad así como para cuantificar los acervos de carbono en sitio actuales al final de cada Periodo de Reporte. La Sección C.3 describe el proceso para actualizar el inventario para cuantificar los acervos de carbono en sitio actuales para cada Periodo de Reporte. La metodología de cobertura de copa para el cálculo del inventario incluye el obtener una medida del área de la cobertura de copa dentro del Área de Actividad, a la cual se le aplican estimadores de proporción para generar un estimado del CO₂e en el Área de Actividad. Los estimadores de proporción representan la relación que existe entre el CO₂e en árboles en pie y la cobertura de copa, generando la opción de estimar el CO₂e en árboles en pie a través del Área de Actividad en función del total de la cobertura de copa del Área de Actividad.

La metodología de la cobertura de copa para el inventario deberá de utilizarse para estimar los impactos en los acervos de carbono en arbustos que resulta de actividades de preparación del sitio al inicio de las actividades del proyecto que involucra la remoción de la cobertura arbustiva de un Área de Actividad de Reforestación. Esos estimados se basan en la comparación antes y después de la preparación del sitio donde hay arbustos, como se define en la Sección 5.3.

C.1 Desarrollo del Inventario Inicial del Área de Actividad

Los estimadores de proporción para acervos en árboles vivos, tanto para Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles y Bosques Urbanos Pequeños, están disponibles en la Página Web del Protocolo Forestal para México de la Reserva, así como los estimadores de proporción para acervos de carbono en arbustos. Los estimadores de proporción se basan en valores publicados de casos de estudio en campo para acervos por encima y debajo del suelo para árboles vivos o para arbustos y se organizan por Área de Evaluación, las cuales están definidas como áreas geográficas disponibles en un archivo en la Página Web del Protocolo Forestal para México en formato de mapa y como tablas de referencia. Las tablas de referencia incluyen información de los estudios utilizados para desarrollar los estimadores de proporción para cada Área de Evaluación. Las tablas se actualizarán cuando nuevos estudios e información estén disponible. Los proyectos deberán de determinar en qué Área(s) de Evaluación caen las Áreas de Actividad basado en la actividad y área geográfica. Los Desarrolladores de Proyecto deberán de iniciar el proyecto utilizando la versión más actual de los valores por defecto y deberán de mantener estos valores para todo el periodo de acreditación del proyecto.

Los estimadores de proporción por defecto para Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños son valores enteros que representan la cantidad de CO₂e por hectárea por cobertura de copa. Los estimadores de proporción por defecto para árboles vivos en Áreas de Actividad

para Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles y para arbustos en Áreas de Actividad de Reforestación son ecuaciones utilizadas para estimar la cantidad de CO₂e por hectárea por cobertura de copa. Consulte la Sección C.1.1 para obtener una descripción de cómo se aplican los estimadores de proporción para las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles (para árboles vivos) y Reforestación (para arbustos).

La Ecuación C.1. se usa para estimar las toneladas totales de CO₂e en la biomasa por encima y debajo del suelo en árboles vivos en Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, utilizando la metodología de cuantificación de cobertura de copa, donde la Ecuación C.2 se utiliza para calcular la biomasa en árboles vivos en Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/ Silvopastoriles y biomasa en arbustos para Áreas de Actividad de Reforestación que remueven los arbustos para la preparación del sitio.

Ecuación C.1. Ecuación general que se utiliza para calcular los acervos de CO₂e en Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños

$AC_{onsite,y}$	=	$\sum A_m * C_m * RE_m$	
donde,			<u>Unidades</u>
$AC_{onsite,y}$	=	Acervos de carbono en sitio	tCO ₂ e
A_m	=	Área total del Área de Evaluación m dentro del Área de Actividad	hectáreas
C_m	=	Cobertura de copa estimada para el Área de Evaluación m dentro del Área de Actividad	%
$RE_{urb,m}$	=	Estimador de proporción para Bosques Urbanos para el Área de Evaluación m	tCO ₂ e/hectárea

Ecuación C.2. Ecuación general que se utiliza para calcular los acervos de CO₂e en Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles (árboles vivos) o Áreas de Actividad de Reforestación (arbustos)

$AC_{onsite,y}$	=	$\sum A_m * RE_m$	
donde,			<u>Unidades</u>
$AC_{onsite,y}$	=	Acervos de carbono en sitio	tCO ₂ e
A_m	=	Área total del Área de Evaluación m dentro del Área de Actividad	hectáreas
And,			
$RE_{ag,m}$	=	$D_m * C_m * 100 + 18.4$	tCO ₂ e/hectárea
donde,			
C_m	=	Cobertura de copa estimada para el Área de Evaluación m dentro del Área de Actividad	%
D_m	=	Proporción de CO ₂ en biomasa viva por 1 por ciento de cobertura de copa de árboles (Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles) o arbustos (Áreas de Actividad de Reforestación) dentro del Área de Evaluación m	tCO ₂ e/hectárea

El enfoque general para desarrollar estimados de CO₂e a través de un estimador de proporción para cada Área de Actividad utiliza los siguientes pasos, los cuales se describen con más detalle a continuación:

1. Determinar la actividad y el(las) Área(s) de Evaluación aplicables al Área de Actividad; consulte la Sección C.1.1
2. Seleccionar el estimador de proporción correcto; consulte la Sección C.1.2

3. Desarrollar un estimado de la cobertura de copa dentro del Área de Actividad – consulte la Sección C.1.3
4. Aplicar la estimación de la cobertura de copa al estimador de proporción (multiplicando para las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños y aplicándolo como una variable en la Ecuación C.8 para Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales, Sistemas Silvopastoriles y de Reforestación) y multiplicando por el total de hectáreas del Área de Actividad para expandir la estimación de CO₂e al Área de Actividad - ver Sección C.1.4

Para Área de Actividad de Reforestación que requieren un estimado del impacto en los acervos de carbono por la remoción en arbustos que resulta de las actividades de preparación del sitio, los Pasos 3 y 4 se llevan a cabo dos veces, primero utilizando imágenes satelitales previas al inicio de las actividades de preparación del sitio, y posteriormente utilizando una imagen después de que se hayan completado las actividades de preparación del sitio.

C.1.1 Determinar el Área de Evaluación Apropriada al Área de Actividad

En la Página Web del Protocolo Forestal para México se puede encontrar un mapa de capas de Áreas de Evaluación (en formatos .shp y .kml) que contiene Ecorregiones Terrestres para Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles y zonas climáticas para Áreas de Actividad de Reforestación. Los Desarrolladores de Proyectos pueden determinar el Área o Áreas de Evaluación apropiadas cargando el archivo SIG del Área de Actividad en un software de mapeo y realizando un análisis (como "Intersect" en ArcGIS) con la capa del Área de Evaluación.

Los Desarrolladores de Proyecto deberán de calcular el número de hectáreas del proyecto para cada Área de Evaluación aplicable al Área de Actividad. Si el Área de Actividad abarca varias Áreas de Evaluación, es necesario identificar todas las Áreas de Evaluación que apliquen.

Tabla C.1. Ejemplo del Área de Evaluación y Hectáreas del Área de Actividad que se Requieren para el Reporte del Proyecto para Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños

Área de Evaluación	Número de Hectáreas del Área de Actividad
Bosque Urbano en México	50

Tabla C.2. Ejemplo del Área de Evaluación y Hectáreas del Área de Actividad que se Requieren para el Reporte del Proyecto para Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles

Área de Evaluación	Número de Hectáreas del Área de Actividad
Bosque seco subtropical	35
Sistema montañoso subtropical	65

Tabla C.3. Ejemplo del Área de Evaluación y Hectáreas del Área de Actividad que se Requieren para el Reporte del Proyecto para un Área de Actividad de Reforestación

Área de Evaluación	Número de Hectáreas del Área de Actividad
Subtropical	15
Tropical	85

C.1.2 Seleccionar el Estimador de Proporción por Defecto Correcto

Se deberá de utilizar la tabla de Áreas de Evaluación y sus estimadores proporción por defecto correspondientes para seleccionar el estimador de proporción que corresponda con el Área o Áreas de Evaluación aplicables al Área de Actividad. Si el Área de Actividad abarca múltiples Áreas de Evaluación, se deberán de identificar todos los estimadores de proporción aplicables. Se deberá de presentar una tabla en el Reporte del Proyecto que proporcione los datos que se muestran en las Tablas C.4, C.5 y C.6.

Como se describió anteriormente y en la Ecuación C.1., los estimadores proporción para las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños son coeficientes simples que se multiplican por el área de cobertura de copa para cada Área de Actividad. Como se identifica en la Ecuación C.2, los estimadores proporción para las Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales, Silvopastoriles y de Reforestación son ecuaciones en las que se aplica el porcentaje de cobertura de copa dentro de cada Área de Actividad antes de multiplicarse por el área del Área de Actividad correspondiente. Las Tablas C.4, C.5 y C.6 proporcionan ejemplos de los datos que deberán de incluirse en el Reporte de Proyecto para Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales, Silvopastoriles y de Reforestación respectivamente.

Tabla C.4. Ejemplo del Área de Evaluación, Hectáreas del Área de Actividad y Estimador de Proporción Requeridos en el Reporte de Proyecto para Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños.

Área de Evaluación	Número de Hectáreas del Área de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños	Estimador de Proporción (t CO ₂ e/hectárea)
Bosque Urbano en México	50	161

Tabla C.5. Ejemplo del Área de Evaluación, Hectáreas del Área de Actividad y Estimador de Proporción Requeridos en el Reporte de Proyecto para Áreas de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles

Área de Evaluación	Número de Hectáreas del Área de Actividad Silvopastoril	Estimador de Proporción (t CO ₂ e/hectárea)*
Bosque seco subtropical	35	$4.4C + 18.4$
Sistema montañoso subtropical	65	$3.0C + 18.4$

*Aplicado en la ecuación donde C = porciento de cobertura de copa en el Área de Actividad, multiplicado por 100

Tabla C.6. Ejemplo del Área de Evaluación, Hectáreas del Área de Actividad y Estimador de Proporción Requeridos en el Reporte de Proyecto para Áreas de Actividad de Reforestación

Área de Evaluación	Número de Hectáreas del Área de Actividad de Reforestación	Estimador de Proporción (t CO ₂ e/hectárea)*
Subtropical	15	$1.7C + 18.4$
Tropical	85	$1.8C + 18.4$

*Aplicado en la ecuación donde C = porciento de cobertura de copa en el Área de Actividad, multiplicado por 100

C.1.3 Estimar la Cobertura de Copa en Árboles en Pie dentro del Área de Actividad

La cobertura de copa de los árboles deberá estimarse (mediante muestreo) para cada una de las Áreas de Evaluación utilizando datos de detección remota en toda el Área de Actividad. Se deberá utilizar una imagen satelital actual o datos de detección remota actualizados para el muestreo. La imagen debe estar fechada dentro de los 12 meses posteriores a la Fecha de Inicio del Área de Actividad y deberá ser de un mes en el que el follaje esté presente y sea visible (primavera o verano). Se deberá de contactar al personal de la Reserva si no hay una imagen disponible.

Para muestrear la cobertura de copa, la porción muestreada debe mostrarse como una capa en un SIG. Se permiten los siguientes métodos para tomar muestras del área de cobertura de copa:

1. Los puntos aleatorios utilizando la herramienta *i-Tree Canopy* proporcionan un "presencia" o "falta" (de la copa de los árboles o del dosel de arbustos para las Áreas de Actividad de Reforestación) y deberán de ser determinados por un técnico. Los puntos superpuestos en el Área de Actividad permiten calcular un porcentaje de la cobertura de copa, el área total de la copa y las estadísticas de confianza. Si un proyecto abarca múltiples Áreas de Evaluación, el proceso de estimación de *i-Tree* debe de completarse por separado para cada Área de Evaluación.

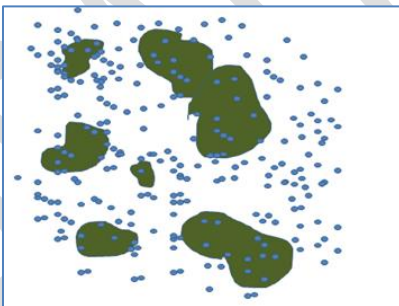


Figura C.1. Ejemplo de Puntos Aleatorios Superpuestos en el Área de Actividad para Determinar el Porcentaje de Copa

2. Se puede realizar un muestreo sistemático con una cuadrícula de puntos establecidos en un SIG colocados sobre el Área de Actividad con el fin de estimar el área de cobertura de copa. El Desarrollador del Proyecto deberá determinar la "presencia" o "falta" en cada punto (en términos de coincidencia con una copa de árbol / arbusto o varias copas de árboles / arbustos), lo que permitirá determinar un porcentaje de la cobertura de copa y el área total de cobertura de copa (como se describió anteriormente). Si un Área de Actividad abarca múltiples Áreas de Evaluación, este proceso debe completarse por separado para cada Área de Evaluación.

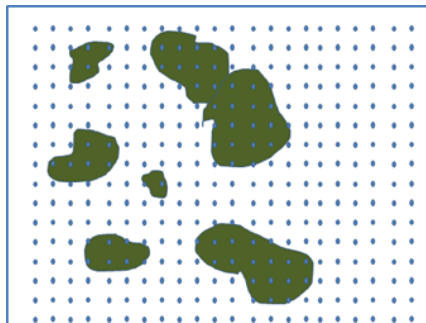


Figura C.2 Ejemplo de Puntos Superpuestos utilizando una Cuadrícula Sistemática en el Área de Actividad para determinar el Porcentaje de Copa

3. El muestreo se puede realizar utilizando datos de detección remota como un subconjunto del Área de Actividad. Nuevamente, el muestreo debe estar diseñado para desarrollar estimaciones para cada Área de Evaluación de forma independiente. El muestreo debe incorporar franjas aleatorias (dos franjas paralelas con una distancia conocida entre ellas para calcular el área) o diagramas de área aleatorizados o sistemáticos. El desarrollador del proyecto debe poder calcular con precisión el área dentro de la franja o parcela que corresponde a la copa del árbol / arbusto y el área que no corresponde con la copa del árbol / arbusto.

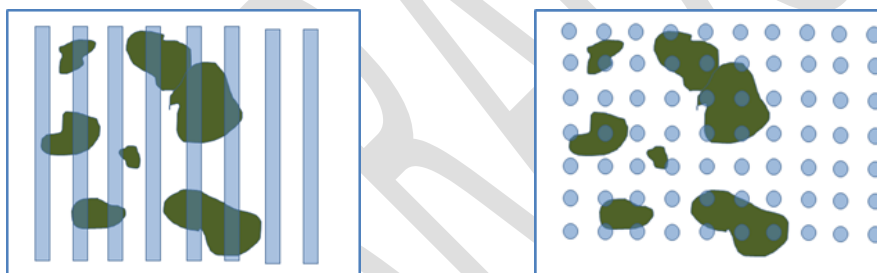


Figura C.3. Ejemplo de Unidades de Muestreo Conocidos Superpuestos (Franjas y Radios Fijos)

Independientemente del método utilizado:

1. Los puntos, franjas o parcelas deben mantenerse durante la vida del proyecto y estar disponibles para su verificación.
2. El muestreo para la cobertura de copa debe continuar hasta que se obtenga un estimado de confianza para la cobertura de copa promedio para cada Área de Evaluación de no más de $\pm 5\%$ con 1 Error estándar. Independientemente del método de muestreo utilizado, se deberá de incluir una lista de puntos / parcelas / franjas y su correspondiente información geográfica estimada del porcentaje de cobertura de copa relativa al Área de Actividad en el Reporte de Proyecto. Por ejemplo, para proyectos que utilizan puntos aleatorios desarrollados con *iTree Canopy*, se deberá de incluir una tabla de clase de cobertura, descripción, latitud y longitud de cada punto, así como una tabla del porcentaje estimado de cobertura de copa por clase de cobertura.

La Reserva no requiere que se genere un nuevo conjunto de puntos aleatorios cada año. Se pueden aplicar los mismos puntos a una imagen actualizada. Es aceptable

aumentar el conjunto de puntos aleatorios para mantener y / o aumentar la confianza del estimado de la cobertura de copa. Sin embargo, el nivel de confianza alcanzado en el primer Periodo de Reporte debe cumplirse o superarse en futuros Periodos de Reporte.

3. Se debe presentar una tabla en el Reporte de Proyecto que proporcione los datos que se muestran en las Tablas C.7, C.8 y / o C.9. Los datos deberán contar con dos decimales. El porcentaje medio de la copa estimado del muestreo se debe multiplicar por el área dentro de cada Área de Actividad, correspondiente a cada Área de Evaluación, para estimar el área de copa.

Tabla C.7. Ejemplo de la Información Requerida de Cobertura de Copa para un Área de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños

Área de Evaluación	(A) Área Total dentro del Área de Actividad	(B) Estimado de la Media de la Cobertura de Copa con un Intervalo de Confianza del 90%	(C) Área Total de la Cobertura de los Árboles dentro del Área de Actividad
	(hectáreas)		(hectáreas)
Bosque Urbano en México	50	11%	5.5

Tabla C.8. Ejemplo de la Información Requerida de Cobertura de Copa para un Área de Actividad de Sistemas Agroforestales/Silvopastoriles

Área de Evaluación	(A) Área Total dentro del Área de Actividad	(B) Estimado de la Media de la Cobertura de Copa con un Intervalo de Confianza del 90%
	(hectáreas)	
Bosque seco subtropical	35	18%
Sistema montañoso subtropical	65	35%

Tabla C.9. Ejemplo de la Información Requerida de Cobertura de Copa para un Área de Actividad de Reforestación

Área de Evaluación	(A) Área Total dentro del Área de Actividad	(B) Estimado de la Media de la Cobertura de Copa con un Intervalo de Confianza del 90%
	(hectáreas)	
Subtropical	15	40%
Tropical	85	55%

En los ejemplos que se muestran arriba, la columna B representa la estimación de la cobertura de copa derivada usando uno de los métodos descritos anteriormente, por Área de Evaluación. El valor en la columna A representa el tamaño total del Área de Actividad dentro de esa Área de Evaluación. Para las Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, la columna C (el área total de la copa de los árboles dentro del Área de Actividad) se genera multiplicando la columna A por la columna B. Estos números finales se utilizan para calcular el CO₂e del proyecto, como se describe a continuación.

C.1.4 Determinar el Estimado de CO₂e del Área de Actividad

Con la cobertura de copa estimada y los estimadores de proporción seleccionados para cada una de las Áreas de Evaluación aplicables, se puede realizar una estimación de CO₂e para el Área de Actividad correspondiente. Los estimadores de proporción se aplican a las estimaciones de la cobertura de copa en cada Área de Evaluación y se suman para determinar el CO₂e estimado en el Área de Actividad, como se describe en la ecuación C.1. y Ecuación C.2. y se muestra en las Tablas C.10, C.11 y C.12.

Tabla C.10. Ejemplo de Expansión del Estimador de Proporción Basado en el Área de Cobertura de Copa para Estimar el Total de CO₂e en un Área de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños

Área de Evaluación	Área Estimada de la Cobertura de Copa (de la Tabla C.7)	Estimadores de Proporción (de la Tabla C.4)	Total CO ₂ e
	(hectáreas)	(CO ₂ e ton/ hectárea de cobertura de copa)	(toneladas)
Bosque Urbano en México	5.5	161	885.5

Tabla C.11. Ejemplo de Expansión del Estimador de Proporción Basado en el Área de Cobertura de Copa para Estimar el Total de CO₂e en un Área de Actividad de Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles

Área de Evaluación	Área Estimada de la Cobertura de Copa (de la Tabla C.8)	Estimadores de Proporción* (de la Tabla C.5)	Área Total de Área de Actividad (de la Tabla C.2)	Total CO ₂ e
	(porcentaje)	(CO ₂ e ton/ hectárea de cobertura de copa)	(hectáreas)	(toneladas)
Bosque seco subtropical	18%	4.4C + 18.4	35	3,416
Sistema montañoso subtropical	35%	3.0C + 18.4	65	8,021
Total				11,437

*C = porcentaje de la cobertura de copa * 100

Tabla C.12. Ejemplo de Expansión del Estimador de Proporción Basado en el Área de Cobertura de Copa para Estimar el Total de CO₂e en Arbustos en un Área de Actividad de Reforestación

Área de Evaluación	Área Estimada de la Cobertura de Copa (de la Tabla C.9)	Estimadores de Proporción* (de la Tabla C.6)	Área Total de Área de Actividad (de la Tabla C.3)	Total CO ₂ e
	(porcentaje)	(CO ₂ e ton/ hectárea de cobertura de copa)	(hectáreas)	(toneladas)
Subtropical	40%	1.7C + 18.4	15	1,296
Tropical	55%	1.8C + 18.4	85	9,979
Total				11,275

*C = porcentaje de la cobertura de copa * 100

C.1.5 Determinar el Cambio Inicial de CO₂e en Arbustos para Áreas de Actividad de Reforestación.

El cambio en los acervos de carbono de los arbustos al comienzo de las actividades del proyecto en un Área de Actividad de Reforestación se calcula obteniendo la diferencia entre la cantidad de acervos carbono de los arbustos antes del inicio de la eliminación de los mismos durante la preparación del sitio y la cantidad restante después que finalizaron las actividades de preparación del sitio. Las imágenes utilizadas para obtener las estimaciones deben estar lo más cercano a la Fecha de Inicio del Área de Actividad como sea posible y, al mismo tiempo, representar adecuadamente las condiciones de "antes" y "después". La Tabla C.13 proporciona un ejemplo del cálculo a realizar, utilizando los valores de la Tabla C.12 como la condición "antes". Los resultados del cálculo se ingresan como el valor para la variable $\Delta AC_{shrub,init}$ en la Ecuación 5.1. para el primer Periodo de Reporte para el Área de Actividad de Reforestación.

Tabla C.13. Ejemplo para Calcular en Cambio en CO₂e en Arbustos que Resulta de las Actividades de Preparación del Sitio dentro de un Área de Actividad de Reforestación

Área de Evaluación	Área de Cobertura de Copa Estimada	Estimadores de Proporción*	Área Total de Área de Actividad	Total CO ₂ e
	(porcentaje)	(CO ₂ e ton/ hectárea de cobertura de copa)	(hectáreas)	(Toneladas)
Antes de la Remoción de Arbustos				
Subtropical	40%	$1.7C + 18.4$	15	1,296
Tropical	55%	$1.8C + 18.4$	85	9,979
Total				11,275
Después de la Remoción de Arbustos				
Subtropical	0%	$1.7C + 18.4$	15	276
Tropical	5%	$1.8C + 18.4$	85	1,573
Total				1,849
Cambio en el CO₂e de los Arbustos ('Antes' – 'Después')				
Cambio Total ($\Delta AC_{shrub,init}$)				-9,426

*C = porcentaje de la cobertura de copa * 100

C.2 Desarrollando la Línea de Base del Área de Actividad

Para Áreas de Actividad de Bosques Urbanos Pequeños, Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles, la línea de base se calcula como la suma de los inventarios de carbono en los reservorios requeridos (tCO₂e) en la Fecha de Inicio. Para calcular el inventario de carbono en la Fecha de Inicio, se debe estimar la copa total de árboles (Sección C.1.3) utilizando una imagen satelital actual fechada dentro de los 12 meses posteriores a la Fecha de Inicio del Área de Actividad. Se deberá de contactar al personal de la Reserva si no hay una imagen disponible.

Para Áreas de Actividad de Reforestación, la línea de base únicamente incluye los acervos de carbono a la Fecha de Inicio. Los acervos de carbono de los Arbustos no se incluyen como componentes de la línea de base.

C.3 Mantener y Actualizar los Inventarios en las Áreas de Actividad

Los inventarios del Área de Actividad deben ser reportados a la Reserva anualmente para cada Período de Reporte. Los inventarios del Área de Actividad están en constante cambio debido al crecimiento del bosque y la mortalidad o remoción de árboles y, por lo tanto, deben actualizarse anualmente para la presentación de los reportes correspondientes. El inventario debe actualizarse anualmente mediante un nuevo cálculo del área de cobertura de copa y aplicando el(los) estimador(es) de proporción utilizado(s) para el inventario inicial.

Es importante tener en cuenta que la base de una verificación exitosa depende de la alineación (dentro de las bandas de tolerancia definidas en la Sección 8.2.3) entre los datos del verificador y los datos del Desarrollador del Proyecto para cada parcela seleccionada al azar (seleccionada por el verificador), por lo tanto, los lineamientos aquí descritos no aseguran la verificación exitosa del proyecto.

Es aceptable utilizar los puntos generados anteriormente para desarrollar el área de cobertura de copa y volver a evaluarlos con imágenes actualizadas. También es aceptable usar un punto aleatorio recién generado para desarrollar una estimación revisada de las imágenes actualizadas. La imagen debe estar fechada dentro de los 12 meses posteriores al final del Período de Reporte y deberá de ser de un mes en el que el follaje esté presente y sea visible (primavera o verano). La imagen utilizada para el final del Período de Reporte deberá de estar fechada después de la imagen utilizada para el Período de Reporte anterior o de la Fecha de Inicio para el primer Período de Reporte. El Desarrollador de Proyecto puede proporcionar una atestación que afirme que no hay nuevas actualizaciones de imágenes disponibles para el año en curso, en cuyo caso la Reserva aceptará el inventario reportado del año anterior.