CLIMATE ACTION RESERVE

Versión 1.5 | 14 de septiembre de 2017

Guía de Cuantificación de Acervos de Carbono y Monitoreo del Proyecto

Protocolo Forestal para México

Contenido

1 Introducción 2
2 Muestreo del Área de Proyecto: Desarrollo de la Línea de Base y Monitoreo del Área del Proyecto 3
2.1 Guía para la Selección de Uso de Suelo y Vegetación 4
2.2 Elegibilidad del Proyecto y Cálculo de la Línea de Base 6
2.3 Monitoreo Continuo del Área de Proyecto 7
3 Cuantificación de Acervos de Carbono en Áreas de Actividad 8
3.1 Metodología de Muestreo para Áreas de Actividad (Madera Viva en Pie y Madera Muerta) 8
3.1.1 Parcelas de Inventario 8
3.2 Cálculo del Inventario de Carbono y Estadística en Árboles en pie Vivos y Muertos 14
3.3 Estándares del Inventario para Proyectos que Participan en una Agregación 16
4 Actualización de los Inventarios de Carbono y Determinación de Acervos de Carbono en Sitio Actuales 18
4.1 Actualización del Inventario Forestal Utilizando Información Nueva 18
4.2 Actualización del Inventario Forestal debido al Crecimiento 18
4.3 Actualización del Inventario Forestal Estimado para Aprovechamiento y/o Disturbios 19
4.4 Completar el Proceso de Actualización Actual 20

1 Introducción

Esta sección presenta los criterios para llevar a cabo la cuantificación para determinar la línea de base, estimar los inventarios de carbono del proyecto para cuestiones de acreditación, así como para el cumplimiento de salvaguardas ambientales y de fugas a través de actividades de monitoreo continuas.

Los objetivos específicos para las actividades de cuantificación son:

1. Desarrollar un perfil de riesgo de la cobertura forestal del proyecto para determinar la línea de base[1].

2. Proporcionar estimados precisos de los acervos de carbono dentro de las Áreas de Actividad con el fin de reportar los acervos de carbono para su acreditación.

3. Asegurar que los acervos de carbono cumplen con los requisitos de permanencia y con las salvaguardas ambientales correspondientes relacionadas con especies nativas y retención de árboles durante el aprovechamiento.

4. Asegurar que la cobertura forestal se mantiene en Áreas de No Actividad dentro del Área de Proyecto y hacer frente a las posibles fugas internas (fugas dentro de la propiedad).

La Guía de Cuantificación se ha diseñado de manera estandarizada para incrementar la eficiencia, proporcionar consistencia entre proyectos y establecer criterios claros para la verificación del proyecto. Este enfoque de cuantificación y monitoreo de acervos de carbono en sitio se ha diseñado para poder incluir una gama de distintas actividades bajo un mismo proyecto. Es decir, las actividades como sistemas agroforestales, manejo forestal sustentable y reforestación pueden ser cuantificadas bajo un solo proyecto con el objetivo de mejorar su cuantificación y promover un monitoreo más eficiente.

Todos los proyectos deberán de descargar una base de datos y una aplicación de la página Web de la Reserva que facilita el cálculo de los inventarios y el monitoreo. La base de datos y aplicación se llama ‘CALCBOSK’ y es de la cual se hace referencia en este documento.

[1] La metodología de muestreo para los estimados de la cobertura utilizados para determinar la línea de base también se utilizan para las actividades continuas de monitoreo dentro del Área de Proyecto.

2 Muestreo del Área de Proyecto: Desarrollo de la Línea de Base y Monitoreo del Área del Proyecto

Para proyectos elegibles, la línea de base se calcula sumando los inventarios de carbono de las fuentes seleccionadas (CO_{2e}) de cada Área de Actividad. Los proyectos que no cumplan con el umbral mínimo de riesgo no son elegibles para participar bajo este protocolo. Tanto el desarrollo de la línea de base como el monitoreo del proyecto se basan en estimados de las área (hectáreas) de distintas clases de uso de suelo y de cobertura de copa.

El Dueño Forestal tiene la flexibilidad de posponer el desarrollo de la línea de base hasta la primera verificación a través de un inventario retrospectivo desarrollado dentro de los 2 primeros años a partir de la Fecha de Inicio. Esto le brinda al Dueño Forestal la flexibilidad necesaria para completar el inventario inicial dentro de los dos primeros Periodos de Reporte (es decir, al final del segundo Periodo de Reporte). A partir de esto el Dueño Forestal puede desarrollar un inventario que sea representativo de la Fecha de Inicio del proyecto al hacer un inventario retrospectivo que se genera tiempo después.

La información generada en el inventario inicial podrá incluir el incremento radial (en ausencia de otras fuentes de información relacionadas con el crecimiento), que puede ser utilizado para estimar el DAP y la altura en un periodo de tiempo anterior. La herramienta de manejo de datos para el Protocolo Forestal para México (CALCBOSK) automáticamente generará un inventario retrospectivo de la información a la Fecha de Inicio que se recaba en incrementos de 1 año dentro de los dos primeros Periodos de Reporte.

El análisis aquí propuesto se desarrolla a través de la selección aleatoria de puntos en un mapa utilizando datos de teledetección. Esta sección presenta el enfoque metodológico utilizado que usa información pública y una herramienta de acceso libre al público para la selección de puntos aleatorios. El análisis de los puntos permite la estimación de las áreas que han sido convertidas de cobertura natural a otros usos y la estimación de cobertura de copa actual, tanto en áreas que han sido recientemente alteradas naturalmente como aquellas que no han sufrido alteraciones. Para este análisis se utiliza la aplicación CALCBOSK para facilitar el manejo de datos y análisis.

Los puntos aleatorios se colocan en el Área del Proyecto utilizando la herramienta: *United States Forest Service's ITree Canopy Too*l[2]. 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 puede ser digitalizada utilizando la misma herramienta o se podrá importar un *shapefile* de un Sistema de Información Geográfica del Área de Proyecto. La herramienta posiciona aleatoriamente puntos en una foto aérea del Área de Proyecto. La información generada del análisis se introduce en CALCBOSK como se presenta en la Tabla 2.1. Para determinar la cobertura de suelo actual y definir si es natural, se deberán de utilizar imágenes disponibles al público (Google Earth, etc) del año actual y años pasados y otras fuentes verificables, como por ejemplo, conocimiento local de la historia de manejo, las cuales se podrán utilizar para informar la decisión del tipo de cobertura de suelo; sin embargo, la imagen mas reciente también deberá de usarse para analizar la cobertura de suelo actual. El área de referencia para determinar el tipo de cobertura de suelo deberá de identificarse a través de un patrón del tipo de uso en el área referenciada. Se sugiere utilizar la

[2] http://www.itreetools.org/canopy/.

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 defacto la Reserva asume que el Dueño Forestal determino 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 Dueño Forestal. Cuando se determina si el punto intersecta con la cobertura de copa, el punto aleatorio definido es el limite considerado.

Tabla 2.1. Entrada de Datos de Monitoreo del Área de Proyecto

Atributo	Descripción
Latitud	Ingresar la referencia de latitud del punto
Longitud	Ingresar la referencia de longitud del punto
Uso de Suelo Actual	El uso de suelo actual que se encuentra debajo del punto Ver la sección de abajo relacionada con la Guía para la Selección de Uso de Suelo y Vegetación
Intersección con cobertura de copa	¿El punto intersecta el dosel de un árbol (Árbol/No Árbol)?

2.1 Guía para la Selección de Uso de Suelo y Vegetación

La selección de uso de suelo y vegetación se basa en los criterios presentados en la Tabla 2.2. El campo de ´Clave´ se ingresa en CALCBOSK, la cual deberá de usarse para cada proyecto.

Tabla 2.2. Criterios para la Selección de Claves de Uso de Vegetación y Uso de Suelo

Ecosistema	Formación	Tipo de Vegetación	Clave
Bosque Mas de 0.5 hectáreas con árboles mas altos de 5 metros y cobertura de copa mayor al 10%, o árboles con la capacidad de alcanzar estos umbrales en sitio.	*Galería*	*Bosque de Galería*	CO
	Coníferas	*Bosque de ayarin* (*Ayarin* > 66% BA)	
		Bosque de cedro (*Cedro* > 66% BA)	
		Bosque de oyamel (*Oyamel* > 66% BA)	
		Bosque de pino (*Pino* > 80%)	
		Bosque de pino-encino (*Pino* > 50%, *Encino Importante*)	
		Bosque de táscate	
		Matorral de coníferas	
	Latifoliadas	*Bosque de Encino* (*Encino* > 80%)	LA
		Bosque de encino-pino (*Encino* > 50%, *Pino Importante*)	
	Mesófilo	*Mesófilo de montana*	ME
	Mesófilo	*Popal*	ME
		Selva de galería	
		Tular	
		Vegetación de galería	
		Vegetación halófila	
Selvas *No Acahual* Bosque tropical donde predominan las especies perenes leñosas, que se	*Selva Caducifolia*	*Matorral subtropical*	SE
		Selva baja caducifolia	
		Selva mediana caducifolia	
	Selva Espinosa	*Selva baja espinosa*	

Ecosistema	Formación	Tipo de Vegetación	Clave
desarrollan espontáneamente con cobertura de copa mayor al 10%.	*Selva Perennifolia*	*Selva alta perennifolia*	
		Selva alta subperennifolia	
		Selva baja perennifolia	
		Selva baja subperennifolia	
		Selva mediana perennifolia	
		Selva mediana subperennifolia	
	Selva Subcaducifolia	*Selva baja subcaducifolia*	
		Selva mediana subcaducifolia	
Selva *Acahual* Bosque tropical joven donde predominan las especies perenes leñosas, que se desarrollan espontáneamente con cobertura de copa mayor al 10%	*Mismo que arriba pero con regeneración (joven – menos de 25 años de edad)*		SEA
Zonas áridas Vegetación que se desarrolla espontáneamente en regiones áridas o semiáridas, en áreas mayores a 3 hectáreas.	*Matorral Xerófilo*	*Chaparral*	MA
		Matorral crasicaule	
		Matorral desértico microfilo	
		Matorral desértico rosetofilo	
		Matorral espinoso tamaulipeco	
		Matorral rosetofilo costero	
		Matorral sarcocaule	
		Matorral sarco-crasicaule	
		Matorral sarco-crasicaule de neblina	
		Matorral submontano	
		Mezquital	
		Mezquital Xerófilo	
		Vegetación de desiertos arenosos	
		Vegetación gipsofila	
Plantación Mas de 3 hectáreas con árboles con alturas mayor a 5 metros y cobertura de copa mayor al 10%, o árboles que puedan alcanzar estos umbrales en sitio. Las plantaciones se caracterizan por tener el 80% de cobertura o mas de una sola especie, con poca variación en la edad y generalmente son árboles jóvenes.	*Plantaciones Forestales*	*Bosque inducido*	PL
		Palmar inducido	
Otros Usos Tierras destinadas principalmente a la agricultura, desarrollo urbano, sistemas de agua, etc. Estas tierras se pueden manejar con sistemas agroforestales o bosques urbanos.	*Otros Usos*	*Agricultura*	AG
		Agroforestal	AGF
		Asentamientos Humanos	AS
		Cuerpo de agua No Natural	AQH
		Cuerpo de agua Natural	AQ
		Zona urbana	UR
		Pastizales Naturales	PI
		Pastizales No Naturales	PIH
		Vegetación de dunas costeras	VU
		Rocas	RO
		Chaparral	CH
		Otros Usos Humanos	UH
Vegetación Hidrófila	*Vegetación Hidrófila*	*Manglar*	VM
		Popal	VA
		Selva de galería	SG

Ecosistema	Formación	Tipo de Vegetación	Clave
Tierras que están saturadas con agua para crear una relación distintiva y única con las plantas.		*Tular*	VT
		Vegetación de galería	VG
		Vegetación halófila	VH

** Ver la herramienta que acompaña el PFM: Lista de Hábitats Nativos Únicos, para identificar los tipos de cobertura que requieren un monitoreo adicional para cumplir con la Salvaguarda Ambiental 4.

La herramienta *i-Tree Canopy* automáticamente estima la cobertura de copa. Se deberá de continuar muestreando puntos aleatorios hasta que el promedio de cobertura de copa alcance o exceda +/-10% en un error estándar. Los puntos deberán de guardarse durante la duración entera del proyecto y deberán de estar disponibles para presentarse a los verificadores durante la verificación. La Tabla 2.3 muestra un ejemplo de la forma de ingreso de datos en CALCBOSK, que deberá de usarse para cualquier proyecto[3]. El Dueño Forestal necesita llenar la información correspondiente en la primera fila, así como la información referente a cada punto individual en la parte de abajo.

Tabla 2.3. Ejemplo de un Formato de Ingreso de Datos para Cada Punto

Fecha de la imagen: (Día/Mes/Año)			**Fecha de la muestra:** (Día/Mes/Año)	**Analista:** (Nombre)
No. de punto	**Latitud**	**Longitud**	**Tipo de uso de suelo actual**	**¿Toca la copa de un árbol (S/N)?**
1	16°51'44.63 "N	97°53'30.07 "W	CO	S
2	16°49'12.81 "N	97°47'44.70 "W	LA	S
3	16°49'28.11 "N	97°47'41.76 "W	AG	N
4	16°49'31.21 "N	97°47'33.34 "W	AG	N

2.2 Elegibilidad del Proyecto y Cálculo de la Línea de Base

Los puntos muestreados permiten calcular un estimado del área (hectáreas) para cada uso de suelo, así como el área de cobertura de suelo que se considera natural o no natural.

En algunos casos, los tipos de vegetación que se consideran como naturales pueden estar presentes en una proporción o distribución no-natural. Para estos casos, la Tabla 2.2 de la Guía de Cuantificación presenta tanto un tipo de vegetación natural como uno de vegetación no-natural. El Dueño Forestal/Desarrollador de Proyecto debe de tomar la decisión de si un cierto tipo de vegetación es natural o no-natural dentro del contexto específico del bosque e introducir la clasificación correspondiente en CALCBOSK.

Por ejemplo, los pastizales son considerados como un tipo de vegetación natural, sin embargo, en algunos casos los pastizales pueden estar presentes en una proporción no natural a causa de actividades humanas como sería el pastoreo. En estos casos, el Dueño Forestal/Desarrollador del Proyecto puede seleccionar el tipo de vegetación “Pastizales No-naturales“.

El Dueño Forestal/Desarrollador de Proyecto deberá de poder justificar la razón por la cual se definió un tipo de vegetación como no natural. En el caso de el pastizal no-natural, el Dueño

[3] Las medidas de longitud y latitud se aceptan en grados o como coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*).

Forestal/Desarrollador de Proyecto necesita proporcionar evidencia sobre cual es la causa de la presencia del tipo no natural, por ejemplo la presencia de ganado, y el riesgo que existe de que el bosque continúe degradándose a causa de esta actividad. La evidencia deberá de incluir un documento que explique las causas del tipo de vegetación no natural y la evidencia de que existe un riesgo razonable en la vegetación. El documento deberá de estar firmado por un Aseso Técnico certificado por CONAFOR que conoce o trabaja en el área.

Un proyecto es elegible si la cobertura de suelo natural dentro del Área de Proyecto es menor del 90% de la cobertura original (antes de la influencia humana – natural). Es decir, por lo menos el 10% de la cobertura es considerada como no natural.

Estos cálculos se realizan automáticamente en CALCBOSK. La línea de base se calcula como la suma del inventario de todas las fuentes de carbono seleccionadas para todas las Áreas de Actividad incluidas para acreditación.

2.3 Monitoreo Continuo del Área de Proyecto

Para asegurar que las actividades del proyecto dentro de las Áreas de Actividad no conlleven a una reducción en la cobertura forestal fuera de las áreas de actividad, los mismos puntos aleatorios utilizados para el cálculo de la línea de base se utilizarán para monitorear cambios en cobertura y uso de suelo antes de la verificación en sitio cada 6 Periodos de Reporte. Las imágenes pasadas (Google Earth, etc.) podrán usarse para corroborar la determinación de la cobertura de suelo e historia de manejo, sin embargo, la imagen más reciente deberá también de usarse para analizar la cobertura de suelo actual. Se permitirán excepciones con con la aprobación por escrito por la Reserva.

3 Cuantificación de Acervos de Carbono en Áreas de Actividad

La cuantificación de Áreas de Actividad requiere un inventario intensivo que produce estimados precisos de las fuentes de carbono incluidas[4], asegura la permanencia, y asegura el cumplimiento de las salvaguardas ambientales. Un inventario intensivo requiere la instalación de parcelas de muestreo, medidas en campo, y el ingreso de datos en CALCBOSK para cuestiones analíticas.

3.1 Metodología de Muestreo para Áreas de Actividad (Madera Viva en Pie y Madera Muerta)

Las parcelas de muestreo para el desarrollo de un inventario de carbono únicamente se requieren para las áreas en donde los árboles van a ser inventariados con el fin de generar créditos, en otras palabras en Áreas de Actividad. No se requieren parcelas de muestreo para las Áreas de No-Actividad. El monitoreo de cobertura de copa es suficiente para estas áreas.

Cualquier porción del Área del Proyecto podrá incluirse en el Proyecto en años subsecuentes (en el futuro) como nuevas Área de Actividad para acreditación siguiendo el establecimiento de un inventario intensivo para estas áreas. Por lo tanto, las actividades de muestreo pueden diferirse en el tiempo conforme las actividades de manejo evolucionen y se presenten oportunidades de financiamiento.

Donde se requiere el muestreo, la metodología está diseñada para lograr un inventario estimado de CO_{2e} imparcial con una precisión del +/- 20% dentro de un intervalo de confianza del 90% para madera viva y muerta en pie.

3.1.1 Parcelas de Inventario

Se deberá de definir y localizar una cuadricula de parcelas de 25 por 25 metros de distancia para cada proyecto. Esto resultará en parcelas asociadas tanto con Áreas de Actividad como con Áreas de No Actividad. Únicamente las parcelas que estén dentro de las Áreas de Actividad están sujetas a ser seleccionadas al azar para un muestreo en campo. La cuadrícula sirve como referencia para encontrar la localización de las parcelas durante la vida del proyecto. Por lo tanto, conforme nuevos polígonos se añadan como Áreas de Actividad, la selección de las parcelas ya estará disponible para mediciones en campo.

De todas las parcelas disponibles en las Áreas de Actividad, algunas son seleccionadas al azar para ser muestreadas utilizando la herramienta de aleatoriedad de CALCBOSK. Cada proyecto deberá de definir su propia estrategia para lograr el objetivo de muestreo del +/- 20% con un intervalo de confianza del 90%[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 seleccionadas, las parcelas del inventario deberán de fijarse permanentemente para muestreos futuros como parte del monitoreo continuo. 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

[4] Ver el Protocolo Forestal Para México, Tabla 5.1.
[5] Un muestreo de inventario que logre un nivel de confianza con más de 5% y hasta 20% del intervalo de confianza del 90% es aceptado con un descuento por incertidumbre.

confianza. Una parcela no se puede remover una vez que es parte del inventario[6]. La aplicación CALCBOSK calculará el nivel de confianza del inventario de los datos obtenidos del proyecto.

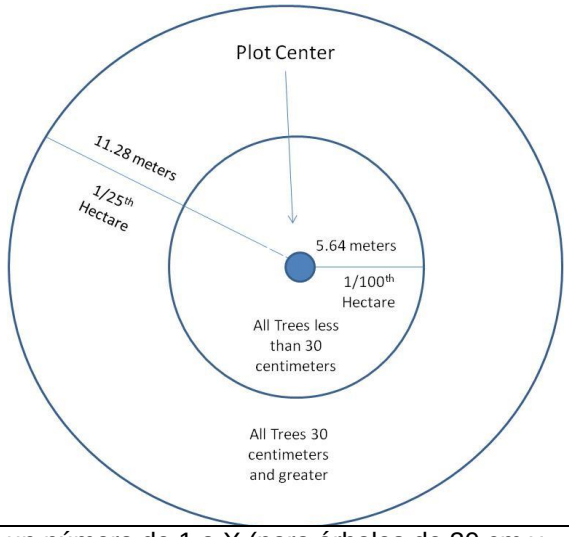
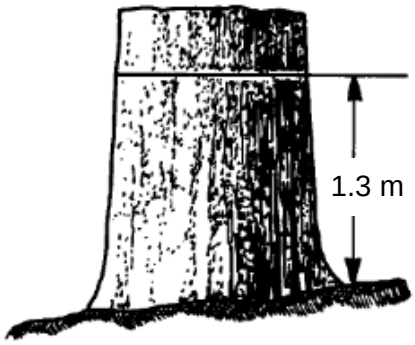
La información para el inventario obtenida de las parcelas es válida para un período de 12 años después del muestreo en campo. Durante este tiempo la información de la parcela puede ser ingresada con estimados del crecimiento anual para mediciones de diámetro y altura. El proceso para actualizar las parcelas se describe en detalle en Sección 4. 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 de la cuadricula de potenciales parcelas, como se describe arriba. Los datos de parcela (no la localización de la misma) deberá de ser removida o reemplazada del inventario cuando un evento cambie sustancialmente la cobertura forestal alrededor de la parcela (como por ejemplo por un aprovechamiento o incendio forestal).

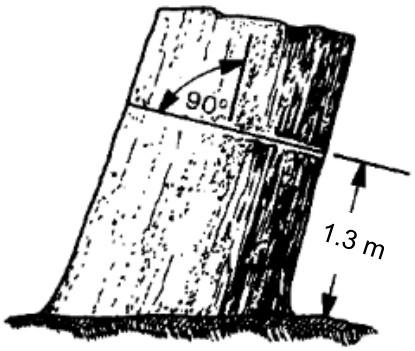
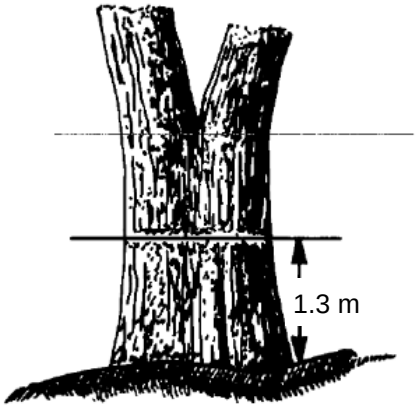
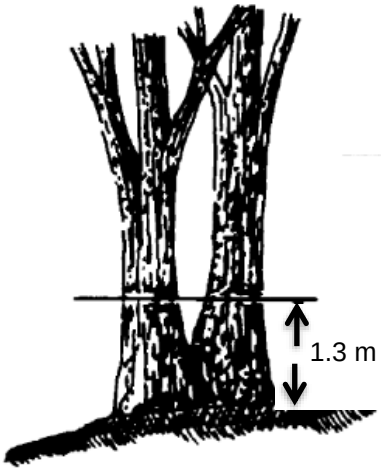
Las parcelas del inventario deberán de instalarse con un radio fijo. El tamaño del radio depende de los atributos que serán medidos, como se muestra en la Tabla 3.1. Únicamente las parcelas seleccionadas al azar deberán de instalarse. El centro de las parcelas deberá de fijarse de tal manera que pueda 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 de 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. El marcar los árboles con pintura visible también puede ayudar a volver a localizar el centro. La Tabla 3.1 muestra la información que deberá de recolectarse para cada parcela de muestreo.

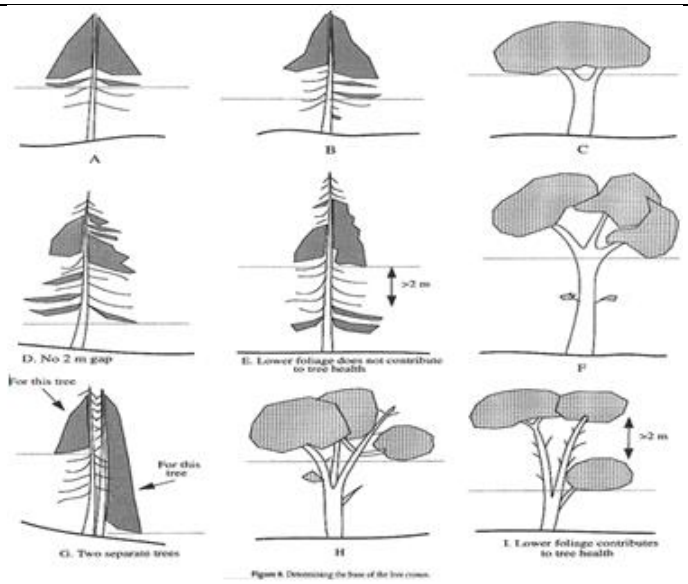
Tabla 3.1. Parcelas del Inventario

Para cada Parcela		
No.	**Atributos**	**Descripción**
1	Fecha de la Visita a la Parcela	Día/Mes/año
2	Latitud	Del GPS
3	Longitud	Del GPS
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 mas cercano 5%.

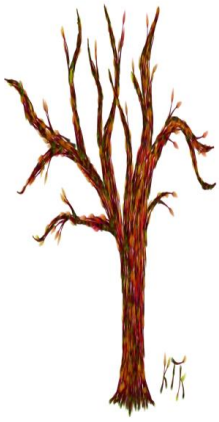
[6] La Reserva está contemplando la generación de una guía en el futuro para estructurar el sistema de aleatoriedad para remover y reemplazar parcelas.

No.	Atributos	Descripción
7	Aspecto	Ingresar los grados (azimut) viendo directamente cuesta abajo del centro de la parcela.
		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 ≥ 10 cm y < 30 cm 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 de 30 cm y mayores) y una letra de la A a Z (para árboles menores de 30 cm) empezando en 0 grados (Norte) y 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.
9	Especies	Ingresar el código de cada especie en la parcela. Los códigos de las especies se pueden localizar en el Manual del Campo del Inventario.
10	DAP	Medir y registrar el Diámetro a la Altura de Pecho (DAP o DBH) al 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). 

No.	Atributos	Descripción
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  Dos árboles. *Imágenes por FSH 2409.12 USDA Forest Service Timber Cruising Handbook*

<table>
<tr><th>No.</th><th>Atributos</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td>11</td><td>Altura total</td><td>Medir la altura total (de la base hasta arriba) al 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%), la distancia del árbol medido deberá de incrementarse para reducir el ángulo. Para árboles muertos con partes de arriba rotas, se deberá de estimar la altura total al metro mas cercano comparando el árbol con otros árboles vivos de diámetros y especies similares.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Altura a base de la copa del árbol</td><td> 

Medir la distancia de la base del árbol a la base de la copa del árbol. Ver ejemplo a la derecha.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Vigor</td><td>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 (apariencia 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:
<table>
<tr><th>Código</th><th>Descripción</th><th>Ajuste por decadencia (ajustado para la densidad de la madera)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>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.</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

No.	Atributos	Descripción		
13	Vigor	2	Sano/ Codominante: 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. Buena – Algunos signos de decaimiento y no una copa llena	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	Árbol	Árbol entero	Porción actual remanente en cada sección de un árbol muerto (observado) Ejemplo: 100% si la porción está completa, 0% si la porción falta por completo
		Superior 1/3	10%	0 – 100%
		Medio 1/3	30%	0 – 100%
		Bajo 1/3	60%	0 – 100%

No.	Atributos	Descripción
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) de 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.

3.2 Cálculo del Inventario de Carbono y Estadística en Árboles en pie Vivos y Muertos

Esta sección describe paso a paso el enfoque para calcular el inventario de carbono 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 carbono 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 carbono para árboles vivos y muertos en pie por hectárea para cada parcela.

2. Determinar el promedio de toneladas de carbono para árboles vivos y muertos en pie sumando las parcelas y dividiendo en el número de parcelas representadas.

3. Sumar las toneladas de carbono de las Áreas de Actividad.

4. Calcular del error de muestreo y deducción de confianza.

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 de carbono se discute en la Sección 4. Se deberán de calcular el volumen, biomasa y carbono para cada árbol en las parcelas de muestreo. Las ecuaciones de volumen y densidad se proporcionan en un archivo de referencia para cada árbol basado en el diámetro y altura de medida por cada árbol. Los estimados de biomasa calculados para cada árbol se ajustan basados en los defectos notados para cada árbol durante el muestreo del inventario. La biomasa neta se convierte a toneladas de carbono y se convierte a un valor por hectárea como se muestra en la Tabla 3.2. Estos cálculos se realizan de manera automática en CALCBOSK.

Tabla 3.2. Cálculo de las Toneladas de Carbono para cada Parcela por Hectárea

Pasos	Descripción	Herramientas/Procesos Requeridos	
1	Calcular los metros cúbicos del volumen en cada árbol.	Fórmula prevista en CALCBOSK. Las fórmulas presentadas permitirán calcular el volumen de todas las porciones del árbol.	
2	Calcular las toneladas de biomasa en cada árbol.	Fórmula prevista en CALCBOSK.	
3	Ajustar la biomasa del árbol basando en el porcentaje definido asignado a cada árbol.	Defecto – Abajo 33%	60% **x** toneladas de biomasa en el árbol bruto (Paso 2) **x** % Defecto (Abajo 33%)
		Defecto – En Medio 33%	30% **x** toneladas de biomasa en el árbol bruto (Paso 2) **x** % Defecto (En medio 33%)
		Defecto – Arriba 33%	10% **x** toneladas de biomasa en el árbol bruto (Paso 2) **x** % Defecto (Arriba 33%)
		Suma Defecto	Suma de la biomasa de cada paso mencionado arriba
		Biomasa Ajustada	Biomasa (Paso 2) – Suma Defecto
4	Calcular las toneladas de carbono en cada árbol.	Biomasa Ajustada (Paso 3) **x** 0.5	
5	Calcular ajustes para decaimiento.	Multiplicar el árbol por el factor de ajuste señalado arriba	
6	Expandir el estimado del carbono en cada árbol a uno por hectárea.	Multiplicar el estimado de carbono de cada árbol por el porcentaje requerido para representar el estimado por hectárea: 25 **x** Toneladas de Carbono (Paso 4) para árboles muestreados en el radio de 1/25th de hectárea 100 **x** Toneladas de Carbono (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. Estos estimados por Área de Actividad se expanden a nivel proyecto basado en el área representada (hectárea), como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Determinación de las Toneladas de Carbono para cada Área de Proyecto y del Proyecto

Pasos	Descripción	Herramientas/Procesos Requeridos
7	Calcular las toneladas de carbono promedio para el Área de Actividad X.	Suma de los estimados de carbono 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 carbono totales en el Área de Actividad X.	Multiplicar el promedio del estimado de toneladas de carbono por hectárea por el total de hectáreas en el Área de Actividad X en el proyecto.
9	Calcular las toneladas de carbono totales en el proyecto.	Repetir el paso 7 para cada Área de Actividad y sumar los estimados de cada Área de Actividad para obtener los acervos de carbono del proyecto.

El error de muestreo esperado para los estimados del inventario en Áreas de Actividad basado en actividades muestreadas es de +/- 20% de la media dentro con un intervalo de confianza del 90%. Se aceptará información con errores de muestreo de hasta el +/- 20% de la media dentro de un intervalo de confianza del 90%, sin embargo, se aplicarán deducciones por

incertidumbre. Las deducciones por incertidumbre se aplican directamente al inventario de árboles vivos y muertos en pie, 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 reducción 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 corregir 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 (Protocolo Forestal para México, Sección 9).

Tabla 3.4. Cálculo del Error de Muestreo para el Estimado y Aplicación de la Deducción de Confianza

Pasos	Descripción	
10	El error de muestreo, calculado con un intervalo de confianza se calcula automáticamente el CALCBOSK	
11	**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)

3.3 Estándares del Inventario para Proyectos que Participan en una Agregación

Los Dueños Forestales que participen en una agregación podrán someter inventarios con requisitos de muestreo reducidos basado en el principio estadístico de que el error de muestreo que se busca del (+/- 5 por ciento de la media de un intervalo de confianza del 90 por ciento) se logra a través de toda la agregación.

Para proyectos agregados, el error de muestreo permitido para información del inventario asociada con proyectos forestales individuales se basa en una escala que se define según el número de proyectos participantes. Esta escala se determinó a través de la consulta con estadísticos y se comprobó a través de un ejercicio de modelación como se describe en el Apéndice A de los Lineamientos para la Agregación de Proyectos Forestales de la Reserva Versión 1.1. El error de muestreo que se pretende obtener para los proyectos individuales varía de entre el 7 y el 20 por ciento de la media en un intervalo de confianza del 90 porciento basado en el número total de proyectos en el agregado como se muestra en la Tabla 3.5 abajo. El mismo error de muestreo aplica para todos los proyectos en una agregación.

Tabla 3.5. Error de Muestreo con un Intervalo de Confianza del 90% para Proyectos Participando en una Agregación

Número de Proyectos Participantes en una Agregación	Error de Muestreo Asociado (TSE)
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%

Para proyectos en una agregación, las deducciones de confianza se determinan de acuerdo a la Tabla 3.6 abajo (utilizando el TSE apropiado de la Tabla 3.5), en vez de utilizar la Tabla 3.4.

Tabla 3.6. Deducciones de Confianza del Inventario para Proyectos Participando en una Agregación

Error de Muestreo Actual al 90% de confianza	Deducción de Confianza
0 - TSE%	0%
TSE a 20%	(Error de muestreo actual – TSE %) al mas cercano $1/10^{th}$ por ciento
Mayor al 20%	100%

Al utilizar este enfoque, los estándares de inventario de la Reserva se mantienen igual para proyectos grandes y para agrupaciones de proyectos más pequeños, permitiendo que los pequeños proyectos en una agregación se beneficien de una reducción en los costos asociados con una reducción en el número de parcelas que se necesitan por proyecto. El racional estadístico para este enfoque se explica en el Apéndice A de los Lineamientos de Agregación para Proyectos Forestales de la Reserva Versión 1.1.

4 Actualización de los Inventarios de Carbono y Determinación de Acervos de Carbono en Sitio Actuales

Dado que los acervos de carbono 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 monitoreo consiste principalmente en actualizar y reportar el inventario de carbono forestal para las Áreas de Actividad y monitorear las tendencias de los acervos de carbono para toda el Área del Proyecto.

El inventario de Áreas de Actividad se basa en el inventario de las parcelas de monitoreo y/o en el incremento modelado (de hasta 12 años de edad) de diámetro y altura para parcelas reforestadas. El monitoreo también incluye el dar seguimiento a datos relacionados con las salvaguardas sociales y ambientales para asegurar su cumplimiento. Cada paso se describe con mayor detalle a continuación.

4.1 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 reemplazase 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 proyecto 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.

4.2 Actualización del Inventario Forestal debido al Crecimiento

La actualización de los registros se obtiene al ajustar el incremento de diámetro apropiado y el incremento en la altura de cada árbol en CALCBOSK. Existen tres métodos aceptados para actualizar la información de los árboles:

1. A través de modelos de crecimiento que hayan sido aprobados por publicaciones confiables, mediciones repetidas, conocimiento local, o por oficinas regionales y/o nacionales de CONAFOR. Un modelo puede incluir simulaciones de crecimiento en una computadora o simplemente documentar tasas de diámetro y altura. El modelo deberá ser apropiado para las condiciones ambientales y especies presentes en el proyecto.

2. A través del uso de una tabla de proyección por rodal. Los lineamientos para añadir incrementos anuales en diámetros y alturas se basa en las medidas incrementales obtenidas en las parcelas y la aplicación de un análisis de regresión para las alturas. Los pasos a seguir se muestran en la Tabla 4.1. El programa CALCBOSK de la Reserva proporciona una función que automatiza la actualización de los datos del inventario cada año.

3. A través del uso de proyecciones modeladas aprobadas por CONAFOR de incrementos de diámetro y altura para rodales de hasta 12 años de edad, apropiados para las especies presentes en el Área de Actividad, niveles de almacenamiento de acervos y clase de tamaño.

Tabla 4.1. Pasos para Actualizar los Registros de Árboles en CALCBOSK usando Proyecciones

Pasos	Descripción	Herramientas/Procesos Requeridos
1	Consulta de datos para su análisis	Consulta de registros de árboles vivos según los tamaños de clase (especies y posición del árbol en el rodal) que 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 3.1. Parcelas del Inventario) representa el incremento de los 5 años previos. Esa información deberá de dividirse entre 5 para determinar el incremento anual promedio.
3	Cálculo del incremento anual del diámetro promedio	El incremento anual promedio del diámetro por especie y por tamaño de clase se calcula al sumar el resultado del Paso 2 por cada especie y tamaño de clase y dividiéndolo por el número de registros sumados.
4	Inclusión del incremento del diámetro al registro	El incremento promedio del diámetro para cada especie y tamaño de clase se multiplica por el número de años que han pasado desde que se midió y registró el árbol y se añade al diámetro original para actualizar el estimado del diámetro al año de reporte actual.
5	Cálculo de un estimador de regresión dinámetro-altura	Utilizando únicamente datos de medidas originales (no actualizados), se desarrolla una fórmula de regresión. Esto se logra al incluir la información de diámetro y altura por especie en una hoja de cálculo (ej. Excel) y utilizando la función de regresión lineal.
6	Calculo del estimado de altura para del promedio de los diámetros del Paso 5	Se aplica la fórmula de regresión desarrollada en el Paso 5 para cada especie al promedio del diámetro del año anterior (Paso 5) por especie para cada tamaño de clase para calcular una altura estimada por cada combinación de especies y tamaño de clase.

Una revisión de la cobertura forestal del Área del Proyecto se deberá de llevar a cabo anualmente para determinar los cambios en la cobertura forestal. Este reporte deberá de prepararse y enviarse con cada reporte de monitoreo.

4.3 Actualización del Inventario Forestal Estimado para Aprovechamiento y/o Disturbios

Las parcelas que se encuentran localizadas geográficamente en áreas que tuvieron un cambio de cobertura por aprovechamiento y/o disturbios naturales en el año previo deberán de excluirse del análisis del inventario hasta que las parcelas se actualicen al ser re-medidas en campo. No se podrán remover más del 5% de las parcelas del inventario que se usaron para generar el inventario en ningún otro momento y la parcela no deberá de excluirse por un periodo mayor a un año.

4.4 Completar el Proceso de Actualización Actual

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 la Sección 3. La estadística de confianza y las deducciones de confianza asociadas solo podrán actualizarse en la Hoja de Cálculo (CMW) si es revisada y aprobada por un verificador tercero.