



**Proyecto: "REDUCCIÓN DE EMISIONES POR
DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN EVITADA,
REDD, PARA EL PARQUE NACIONAL RÍO
NEGRO"**

INFORME DE CONSULTORIA

**METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO,
MONITOREO Y FUGAS.**

AUTOR: DIEGO LEIVA



**ASOCIACIÓN GUYRA PARAGUAY
Asunción - Paraguay
Mayo 2009**

**METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO,
MONITOREO Y FUGAS.**

CONTENIDO.

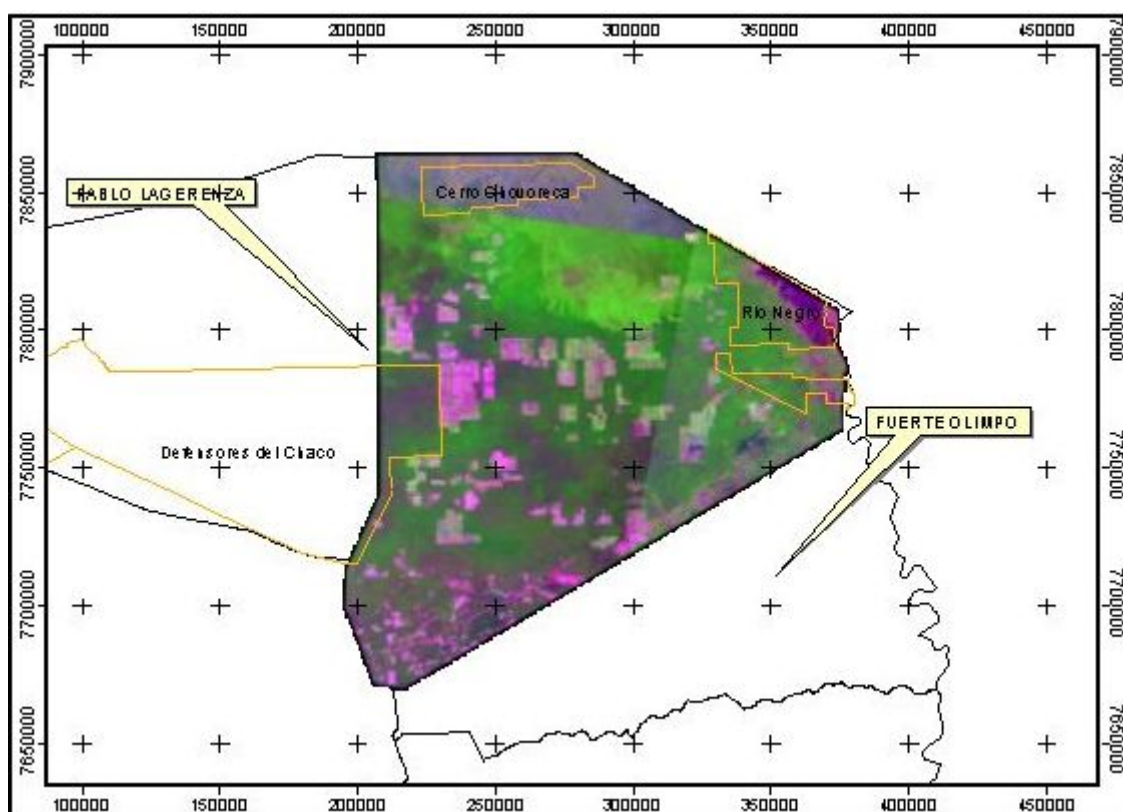
- A. Descripción General.**
- B. Identificación de Usos de la Tierra y Cambio de Uso de la tierra.**
- C. Metodología de Cuantificación de Carbono.**
- D. Estimación de las emisiones de los Gases de Efecto invernadero.**
- E. Estimación de las Fugas.**
- F. Monitoreo.**
- G. Muestreo Destructivo para la Obtención del Factor de Expansión de Biomasa *Copernicia alba morong*.**
- H. Referencias Bibliograficas.**
- I. Anexos.**

SECCIÓN A. Descripción General.

En la primera fase de desarrollo del Proyecto REDD, es necesario la elaboración (ex-ante) de una metodología que englobe todos los tópicos necesarios a incluir en lo que concierne a la elaboración de la Línea de Base, Cuantificación del Stock de Carbono, Monitoreo y las Fugas; que posteriormente van a ser utilizadas o desarrolladas durante el periodo de vida del proyecto.

Para ello se toma como punto de partida la definición de los límites del Proyecto; para el presente no se tienen bien definidas las fronteras espaciales, el cinturón de fugas y región de referencia. Es por ello que se opta por abarcar todo el territorio que se muestra en la figura 1.

Figura 1. Área potencial regional del proyecto.



METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO, MONITOREO Y FUGAS

Dentro de este territorio se analizan la deforestación histórica que sufrió durante un periodo de 30 años, también los agentes y causas de dicha acción de transformación; todos estos análisis van a ser elaborados por un equipo multidisciplinario que abarquen los temas ambientales, sociales y económicos.

Para la presente nos centramos en los cuatro tópicos citados más arriba, donde nos valemos de datos provenientes de varias fuentes (IPCC, VCS, Proyectos desarrollados, otros) para modelar la metodología descrita a continuación.

SECCIÓN B. Identificación de Usos de la Tierra y Cambio de Uso de la tierra.

La línea de base de un Proyecto REDD tiene dos componentes fundamentales: cambio de uso y cobertura del suelo (LC/LC-change) y los cambios asociados a la existencia de carbono.

Es por ello que como primer paso se opta por la identificación de las principales formaciones naturales existentes en el área del proyecto y su posterior clasificación por estratos para la obtención de la estimación de la existencia de carbono.

Análisis multitemporal de los cambios de uso que se fueron dando en el lapso del tiempo. Los siguientes cuadros propuesto por el IPCC, van a ser utilizados para el análisis.

Cuadro 1. Matriz de la dinámica del uso de la tierra.

Datos de Uso de la Tierra de que se Dispone con Cobertura de Territorial Completa.		
Momento 1 (ha).	Momento 2 (ha).	Cambio de Uso de la Tierra entre los Momentos 1 y 2.
TF =	TF =	Tierras Forestales =
P =	P =	Praderas =
TA =	TA =	Tierras Agrícolas =
H =	H =	Humedales =
A =	A =	Asentamientos =
O =	O =	Otras Tierras =
Nota: TF= tierras forestales, P= praderas, TA= tierras agrícolas, H= humedales, A= asentamientos O= otras tierras.		

Cuadro 2. Matriz de transición de uso de la tierra para la representación coherente de tierras.

Uso de la Tierra Final.	Uso de la Tierra Inicial.					
	Tierras Forestales	Praderas	Tierras Agrícolas	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras
Tierras Forestales						
Praderas						
Tierras Agrícolas						
Humedales						
Asentamientos						
Otras Tierras						

Cuadro 3. Matriz de CUT (Cambio de Uso de la Tierra).

Inicial (Ha). Final (Ha).	Tierras Forestales	Praderas	Tierras Agrícolas	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras	Superficie Inicial.
Tierras Forestales							
Praderas							
Tierras Agrícolas							
Humedales							
Asentamientos							
Otras Tierras							
Superficie Final.							
Cambio Neto							

SECCIÓN C. Metodología de Cuantificación de Carbono.

C. 1 Inventario de Carbono.

Los elementos o pasos fundamentales en el diseño del muestreo con parcelas son: la selección de las unidades, tipo de parcelas según los objetivos, tipos de muestreos y los estratos.

C.1.1 Diseño del Muestreo.

La unidad de muestreo que va a ser utilizadas es la Parcela Temporal de Medición (PTM). Sin embargo, en sitios donde se pretende llevar a cabo Proyectos de Carbono, con el objetivo de hacer un monitoreo de este a través del tiempo, se establecen además Parcelas Permanentes de Medición (PPM).

Se sugiere utilizar un muestreo al azar estratificado de la población, ya que éste entrega estimaciones más precisas para un presupuesto limitado. Cada estrato en que se subdivide la población, puede ser definido por el tipo de formación, suelo o topografía, stock de carbono y por áreas de mayores amenazas de deforestación.

Para definir los estratos se pueden utilizar imágenes satelitales, fotografías aéreas y mapa de vegetación, suelo o topografía. Estos deben ser combinados con mediciones directas en el terreno para la validación. El trabajo puede ser apoyado por un sistema de información geográfica (SIG), el cual facilita la estratificación de las unidades y la localización de los puntos de muestreo. También las áreas o superficies pueden ser determinadas manualmente utilizando un planímetro o red de puntos.

C.1.2 Tamaño Muestral.

Para obtener el número de parcelas (n) que deben establecerse para tener un error de estimación determinado (E) de cada reservorio, se utilizara la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t^2 * (CV \%)^2}{(E \%)^2} \quad (1)$$

Donde:

n : numero de muestras

t : valor de la tabla t de Student en función de los grados de libertad y el % de probabilidad

CV : coeficiente de variación en porcentaje

E : error de estimación en porcentaje según el reservorio muestreado

El error de estimación se calcula para determinar el rango de confianza de los valores obtenidos. Este error se calcula a partir del error estándar de la media de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{(S^2 / n) * (1 - n / N)} \quad (2)$$

Donde:

S : error estándar de la media

S² : varianza

n : número de parcelas muestreadas

N : número de parcelas que pueden ser muestreadas

$$S_{yx} = x \pm (t) * S \quad (3)$$

Donde:

S_{xy} : error de estimación

\bar{X} : la media en toneladas de carbono

t : valor de la tabla t de Student en función de los grados de libertad y el % de probabilidad

Los niveles de precisión para este tipo de investigación varían de acuerdo a los reservorios en estudio.

C.1.3 Reservorios de Carbono.

Para el presente trabajo de investigación se opta por incluir los 5 reservorios propuestos por el IPCC (2005)

- ◆ **Biomasa arriba del suelo.**

La biomasa arriba del suelo está compuesta por los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea.

- ◆ **Biomasa debajo del suelo.**

La biomasa abajo del suelo se refiere a las raíces de la vegetación del ecosistema estudiado.

- ◆ **Madera muerta o necromasa.**

Comprende toda la biomasa boscosa no viva no contenida en el mantillo, ya sea en pie, superficial o en el suelo. La madera muerta comprende la que se encuentra en la superficie, raíces muertas y tocones de 10 cm. de DAP o más.

- ◆ **Mantillo.**

Comprende toda la biomasa que yace muerta en varios estados de descomposición sobre el suelo.

◆ Suelos.

Comprende el carbono orgánico en suelos minerales y orgánicos a una profundidad especificada.

C.1.4 Selección de la Unidad Muestral.

Las unidades de muestreo van a ser (10) Parcelas Permanentes de Medición de 1ha y (50) Parcelas Temporales de Medición de superficies proporcionadas cuyos valores obtenidos puedan ser extrapolados a hectáreas. Todas van a ser ubicadas de forma al azar estratificado.

C.1.5 Ubicación de las Parcelas en el Terreno.

La correcta ubicación de las parcelas en terreno se logra con un equipo de Global Positioning System (GPS); el uso del GPS hace posible la ubicación o re-ubicación eficiente y precisa de las parcelas, particularmente en lugares con pocos caminos. Las PPM y PTM van a ser georeferenciada para que en el futuro se puedan acceder a la colecta de las variables en cuestión.

C.2 Metodología para la Instalación de Parcela Permanente de Medición y Parcelas Temporales de Medición.

Con las informaciones proporcionadas por la ONG Guyra Paraguay se procederá a la identificación de los sitios más propicios para la instalación de la PPM, ayudados de materiales cartográficos.

Una vez localizado el sitio se empezara a la delimitación de la PPM realizando picadas principales y secundarias, en donde en el centro y los esquineros de la misma, serán colocados mojones pintados en la parte superior. Las subparcelas serán delimitadas mediante picadas y luego marcadas con hilo de color blanco, en donde para las mismas serán instaladas estacas de 1 m de longitud.

La parcela en estudio, tendrá una longitud de lados iguales de 100 x 100 metros, formando así un bloque de 10.000 m². La misma será dividida en cuatro bloques de forma cuadrada, con lados iguales a 50 m de longitud y de 2500 m². Para cada bloque posteriormente serán divididos en cuatro subparcelas de 25 m de lado, de manera a obtener un total de 16 subparcelas. La numeración de los bloques y las subparcelas serán realizadas en sentido horario. Con el objetivo de facilitar la toma de los datos de campo, y facilitar la marcación de los individuos, se realizará la división en subparcelas de 625 m² (ver Figura 2).

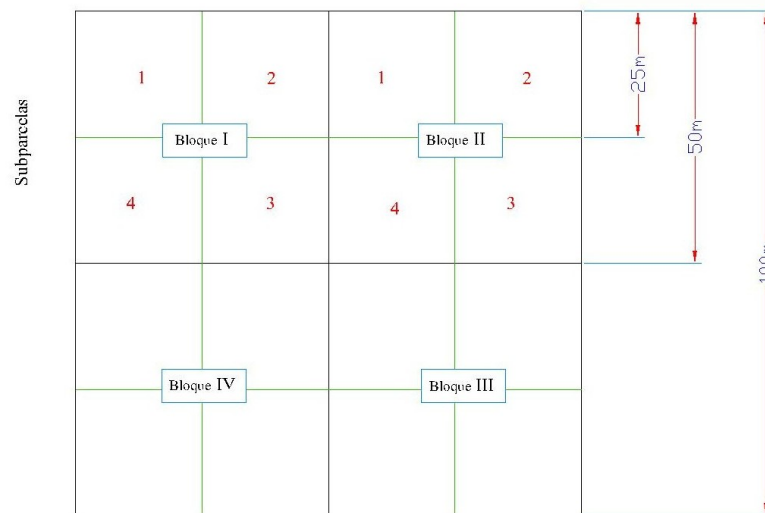


Figura 2: Diseño de la Parcela Permanente de Medición (PPM)

Posterior a la demarcación de cada subparcela dentro de los bloques de la parcela permanente, serán identificados todos los árboles con DAP (diámetro a la altura de pecho a 1,30 m del suelo) ≥ 10 cm y enumerados mediante el uso de placas identificatorias de metal de 2,5 cm x 5 cm de dimensión, las cuales serán enumeradas con 4 dígitos y fijadas a la altura de 1,3 m del suelo con dirección Este; las alturas totales serán estimadas y posteriormente serán anotados en planillas específicas.

Una vez obtenido los datos de cada individuo se procederá a la localización mediante la medición de las distancias X e Y , perpendiculares entre si, según el sistema de coordenadas cartesianas. El punto de origen cero (0), o conocido como punto de origen, es el punto inferior izquierdo de la subparcela, siendo la línea X la que se desplaza hacia

el este-oeste, y la línea Y la que se desplaza hacia el norte-sur; las distancias tomadas sobre el eje de X, se refieren a las distancias de los individuos desde el eje Y sobre el eje X, y las distancias Y es la distancia desde el eje X sobre el eje Y (ver Figura 3).

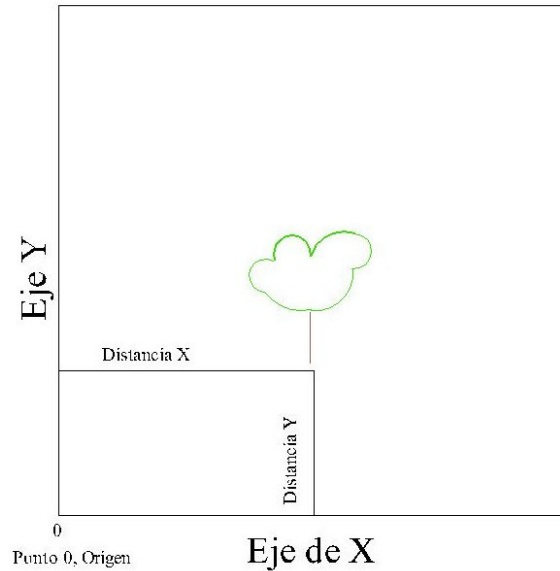


Figura 3: Localización de los árboles dentro de Parcela Permanente (PPM)

Las Parcelas Temporales de Medición van a seguir el mismo patrón que las PPM en cuanto a proporción y división de subparcelas.

C.3 Metodología para el Inventario del Stock de Carbono

Dentro de las PPM y PTM van a ser colectados las variables necesarias para el estudio del stock de carbono. Los 5 reservorios mencionados en la sección A.1.3 van a ser cuantificados.

C.3.1 Biomasa Viva Arriba del Suelo Forestal.

C.3.1.1 Inventario de Árboles.

El inventario de árboles empieza en el Cuadrante I subparcela 1 y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj los restantes cuadrantes, en ellos van a ser inventariados todos los individuos ≥ 10 cm de DAP, es importante destacar que las subparcelas

poseen 625 m² (25 m x 25 m). Las alturas comerciales y totales van a ser estimadas siempre por la misma persona.

Dentro de la subparcela va a ser instalada una parcela de 100 m² (10 m x 10 m) donde van a ser inventariados todos los individuos arbóreos ≥ 5 cm de DAP - < 10 cm de DAP; también las alturas comerciales van a ser estimadas.

C.3.1.1.1 Cálculo de Volumen en Pie.

Los datos dasométricos colectados van a ser procesados en planillas elaboradas para el efecto, para la obtención del volumen en pie se utilizarán las siguientes ecuaciones.

$$Ab = \frac{\pi * d^2}{4} \quad (4)$$

Donde:

Ab : área basal en m²

π : 3,1416

d : diámetro a la altura de pecho (1,30 m)

$$V = g * f * h \quad (5)$$

Donde:

V : volumen en m³

g : área basal en m²

f : factor de forma ¹

h : altura en metro

¹ Para el factor de forma va a ser utilizado como coeficiente el valor de 0,775 (para especies nativas) Hutchinson (1974) citado por Britos (1997).

C.3.1.1.2 Conversión de Volumen a Biomasa

Los valores obtenidos del cálculo de volumen en pie van a ser multiplicados por la densidad específica de cada especie que serán ajustados considerando que los manuales dan densidades a 12 % de humedad. Es importante destacar que en caso de no encontrar valores reportados en la literatura de densidades específicas de algunas especies, se va recurrir para subsanar el inconveniente a la subestimación según las características de la madera descritas por la literatura y experiencias de observaciones del personal de campo. Las siguientes ecuaciones van a ser utilizada para el efecto.

$$Y = 0,0134 + 0,8 * X \quad (6)$$

$$(R^2 = 0,99)^2$$

Donde:

Y : densidad de la madera seca Kg m⁻³

X : densidad de la madera a 12% de humedad en Kg m⁻³

$$B = (V * Pe)/1000 \quad (7)$$

Donde:

B : biomasa en toneladas

V : volumen en m³

Pe : densidad específica en Kg m⁻³

² BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO Forestry Paper – 134. Roma.

C.3.1.1.3 Conversión de Biomasa a Biomasa Aérea Total.

Para la obtención de la biomasa aérea total, el siguiente paso consiste en multiplicar el valor de la biomasa obtenida de la conversión del volumen en pie por la densidad específica (**EC. 7**), por el factor de expansión de biomasa (FEB)³, que es la relación entre la Biomasa Total del árbol (Biomasa del fuste + Biomasa de la copa) y la Biomasa Comercial (Biomasa del fuste comercial); para ello va a ser utilizada la siguiente ecuación.

$$B_{AT} = B * FEB \quad (8)$$

Donde:

B_{AT} : biomasa aérea total en toneladas

B : biomasa en toneladas

FEB : factor de expansión de biomasa

C.3.1.1.4 Conversión de Biomasa Aérea Total a Carbono Total.

El paso siguiente va a consistir en multiplicar los valores de biomasa total por un factor de 0,5, ya que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono en su contenido.

$$CT = B_{AT} * 0,5 \quad (9)$$

Donde:

CT : carbono total en toneladas de carbono (tC)

B_{AT} : biomasa aérea total en Toneladas

³ WOLF, M. 2004. Determinación del factor de expansión de biomasa en un Bosque Mesolítico del Chaco Húmedo, Departamento de Alto Paraguay. Tesis (M. Sc.). San Lorenzo, PY: UNA, FCA. 82p.

C.3.1.2 Biomasa abajo del Suelo o Radicular.

Este trabajo va a ser realizado en gabinete donde se va a relacionar la biomasa arriba del suelo – biomasa abajo del suelo. Para el efecto la siguiente ecuación ⁴ propuesta por Kurz et al. citado por Locatelli (2005) va a ser utilizada

$$BR = 0,231 * (BA) \quad (10)$$

Donde:

BR : biomasa radicular en Tn ha⁻¹

BA : biomasa aérea Tn ha⁻¹

C.3.1.3 Inventario de Sotobosque.

Para el inventario de sotobosque van a ser instaladas 4 parcelas de 1 m² (1m x 1m) en cada subparcela.

En cada parcela se miden 2 categorías de biomasa, la cual se corta y se pesa.

- a) Biomasa de especies arbóreas y arbustivas: contempla el pesaje de todos los individuos menores de 5 cm de DAP. (Brinzales)
- b) Biomasa de herbáceas.

De cada una de las categorías van a ser recogidos 500 gr. de muestras para obtener la relación de peso seco – peso húmedo.

⁴ Kurz et al.1996. Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. Can J For Res 26:1973-1979.

C.3.1.4 Madera Muerta o Necromasa.

La madera muerta o necromasa van a ser medidas en parcelas de 25 m² (5 m x 5m) de superficie instalada en cada subparcela. Para esto se acumula y pesa todo el material muerto (ramas ≥ 5 cm de diámetro).

También de este reservorio van a ser colectado muestras para obtener la relación peso seco – peso.

Para árboles lampinos, van a ser medido el diámetro inferior d_1 y el diámetro superior d_2 también va a ser medido el largo del fuste; haciendo un corte con el machete va a ser identificado si es posible la especie. El volumen va a ser calculado utilizando la formula de Smalian.

$$V_f = \frac{\pi}{4} \times \left[\frac{(d_1^2 + d_2^2)}{2} \right] \times L \quad (9)$$

Donde:

V_f : volumen del fuste o troza en m³

π : 3,1416

d₁² : diámetro inferior elevado al cuadrado en m²

d₂² : diámetro superior elevado al cuadrado en m²

L : largo del fuste en metros

Los tocones ≥ 10 cm de diámetro van a ser medidos, para ello se procederá a la medición de un diámetro inferior d_m y también la altura, si fuera posible se va a identificar la especie. El volumen va a ser calculado utilizando la ecuación de Huber.

$$V = \frac{\pi}{4} \times d_m^2 \times L \quad (10)$$

Donde:

V : volumen en m³

π : 3,1416

d_m^2 : diámetro medio elevado al cuadrado

L : largo en metros

C.3.1.5 Mantillo u Hojarasca.

La medición de hojarasca va a ser realizado en 4 parcelas de 1m² (1 m x 1 m) instaladas en cada subparcela, donde va a ser colectado y pesado toda la biomasa de hojas, ramas \leq 5 cm de diámetro y las ramillas. Del montón acumulado va a ser retirado 100 gr de muestras para la obtención de la relación peso seco – peso húmedo.

C.3.1.6 Suelo.

Para la obtención de muestras de suelo será realizada una calicata de 1 m. \times 1 m. \times 30 cm. en el centro de la parcela, donde serán colectados muestras de las profundidades de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm y de 20 – 30 cm; para la determinación en laboratorio del contenido porcentual de carbono orgánico.

Para obtener el valor de carbono por unidad de volumen de suelo, es necesario conocer la densidad aparente del suelo. Para el presente estudio será utilizado el método del cilindro de volumen conocido descrito por MacDicken (1997), que consiste en:

- ◆ Utilizar un volumen de cilindro conocido
- ◆ Preparar la superficie del suelo a una profundidad de 15 cm.
- ◆ Introducir el cilindro en el suelo sin comprimir

- ♦ Colocar las muestras en una bolsa con rotulo y pesar peso húmedo (P1) para llevar al laboratorio y secar en horno hasta peso constante
- ♦ Después de secar, pesar nuevamente (P2)
- ♦ Calcular la densidad aparente por medio de la siguiente ecuación

$$DA = \frac{(P2 - P1)}{VC} \quad (11)$$

Donde:

DA : densidad aparente del suelo en gr. cm⁻³

P2 : peso húmedo de la muestra contenida en el cilindro en gr

P1 : peso seco de la muestra contenida en el cilindro en gr

VC : volumen del cilindro en cm³

El contenido de carbono en el suelo, se calculara a partir de los valores porcentuales de carbono obtenidos mediante el análisis de suelo y la densidad aparente del mismo, aplicando la siguiente formula propuesta por Locatelli (2005).

$$CS = CC * DA * P * 100 \quad (12)$$

Donde:

CS : carbono en el suelo en tC. ha⁻¹

CC : contenido de carbono en porcentaje (%)

DA : densidad aparente en gr. cm⁻³

P : profundidad de muestreo (30 cm)

C.3.2 Biomasa Arriba del Suelo No Forestal.

Siguiendo los mismos delineamientos de la sección C.3.1, las estimaciones van a ser realizadas solamente para la biomasa arriba del suelo leñoso y herbáceo; también por relación se obtendrán los valores de la biomasa bajo el suelo y la concentración del carbono orgánico en el suelo.

C.3.2.1 Inventario de Componente Leñoso

Para la vegetación leñosa van a ser inventariados los individuos con DAP ≥ 5 cm también se obtendrán los valores correspondientes de altura comercial y total.

C.3.2.2 Estimación de la Biomasa Arriba del Suelo.

La biomasa va ser estimada utilizando primero la ecuación 5, donde obtendremos el volumen del individuo en cuestión, posteriormente se convierte el valor volumétrico a valores de biomasa, para ello es necesario conocer la densidad básica de la madera de las especies en cuestión, y por ultimo lo multiplicamos por el Factor de Expansión de Biomasa; de tal forma a obtener los valores de biomasa área total. Todo este procedimiento se detalla en la siguiente ecuación.

$$B_{AT} = V_f * Pe * FEB \quad (13)$$

Donde:

B_{AT} : Biomasa aérea total en t m.s.

V_f : Volumen del fuste en m³

Pe : densidad especifica en t.m⁻³

FEB : Factor de expansión de biomasa, adimensional

C.3.2.3 Conversión de la Biomasa Aérea Total a Carbono.

El paso siguiente consiste en multiplicar los valores de biomasa aérea total por un factor de 0,5, ya que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono en su contenido.

$$CT = B_{AT} * 0,5 \quad (14)$$

Donde:

CT : carbono total en toneladas de carbono (tC)

B_{AT} : biomasa aérea total en Toneladas

C.3.2.4 Estimación de la Biomasa Abajo del Suelo o Radicular.

Este reservorio va a ser cuantificado relacionando con la biomasa aérea total, para el efecto va a ser utilizada la (EC. 10).

C.3.2.6 Estimación de la Biomasa de la Vegetación Herbácea.

El muestreo debe capturar toda la variabilidad en la biomasa herbácea, para ello va ser utilizada el método de doble muestreo que consiste en:

- ◆ Estratificación visual del área.
- ◆ Aforo
 - Localización sistemática con inicio al azar.
 - Utilización de marcos de muestreos (1 m x 1 m).
 - Se corta todo el material presente y se pesa en fresco
 - Obtención de submuestras para determinar la relación peso seco/húmedo
 - Se convierte a peso seco.
 - Se convierte a carbono.

- ♦ Cálculo por medio de la siguiente fórmula

$$B_H = (\mu * S * 0,5) / 1000 \quad (14)$$

Donde:

B_H : biomasa herbácea en toneladas de C

μ : promedio de los aforos por estrato, en Kg m⁻²

S : superficie de los aforos en m²

El muestreo en las pasturas implantadas que están incluidas en la categoría praderas van a ser colectadas y calculadas utilizando la metodología de doble muestreo de los aforos.

C.3.2.6 Estimación del Carbono Orgánico del Suelo.

Este reservorio va ser medido siguiendo los mismos delineamientos descritos en el apartado **C.3.1.6**

SECCIÓN D. Estimación de las Emisiones de los Gases de Efecto Invernadero.

El siguiente cuadro muestra las fuentes de gases no CO₂ incluidas y excluidas en la cuantificación.

Cuadro 4. Fuentes de gases no CO₂ incluidas y excluidas para el proyecto.

Fuente.	Gas	Incluido o Excluido.	Justificación.
Quema de Biomasa	CH ₄	Incluido	Ocurrencia de incendios todos los años en el área potencial del proyecto.
	CO	Incluido	
	NO ₂	Incluido	
Quema de combustible Fósiles	CH ₄	Excluido	Desplazamiento operacional y de estudio previsto dentro del área potencial del proyecto.
	CO ₂	Incluido	
	NO ₂	Excluido	
Emisiones de fuentes de animales	CH ₄	Incluido	Presencia dinámica de actividad pecuaria dentro del área potencial del proyecto.
	CO ₂	Excluido	
	NO ₂	Incluido	

D.1 Quema de Biomasa.

Los incendios son una fuente de emisiones de gases distintos del CO₂, cuando estos datos están disponibles en el periodo de referencia y el proponente del proyecto considera que estas emisiones son un importante componente de la base de referencia, estas emisiones pueden ser estimadas.

La zona del proyecto periódicamente presenta incendios de gran magnitud debido a las condiciones climáticas reinantes y las practicas culturales de quema de pastizales por parte de ganaderos. Es por eso que es necesaria la cuantificación de emisiones de los gases que participan en esta ocurrencia; para ello las siguientes ecuaciones van a ser utilizadas para el efecto.

$$GEI_{\text{Quema de biomasa}} = E_{NO_2} + E_{CH_4} \quad (15)$$

Donde:

GEI_{Quema de biomasa}: total de las emisiones de GEI de la quema de biomasa en tCO₂e

E_{NO₂} : emisiones de NO₂ de la quema de biomasa en tCO₂e

E_{CH₄} : emisiones de CH₄ de la quema de biomasa en tCO₂e

$$E_{\text{Quema de biomasa, NO}_2} = E_{\text{Quema de biomasa, CO}_2} * 12/44 * (N/C_{\text{ratio}}) * ER_{N_2O} * 44/28 * GWP_{N_2O} \quad (16)$$

$$E_{\text{Quema de biomasa, CH}_4} = E_{\text{Quema de biomasa, CO}_2} * 12/44 * ER_{CH_4} * 16/12 * GWP_{CH_4} \quad (17)$$

Donde:

E_{Quema de biomasa, CO₂}: emisiones por hectárea de CO₂ de la combustión de la biomasa en la tala y quema, en tCO₂e

E_{Quema de biomasa, N₂O}: emisiones por hectárea de N₂O de la combustión de la biomasa en la tala y quema, en tCO₂e

E_{Quema de biomasa, CH₄}: emisiones por hectárea de CH₄ de la combustión de la biomasa en la tala y quema, en tCO₂e

N/C_{ratio} : relación nitrógeno/carbono (valor por defecto del IPCC = 0,01) adimensional

ER_{N₂O} : relación de emisión del N₂O (valor por defecto del IPCC = 0,007)

ER_{CH₄} : relación de emisión del CH₄ (valor por defecto del IPCC = 0,012)

GWP_{N₂O} : potencial del calentamiento global del N₂O

GWP_{CH₄} : potencial del calentamiento global del CH₄

$$E_{\text{Quema de biomasa, CO}_2} = F_{l, \text{quema}} * (C_{l,p}) * P_{\text{quemado, l, p}} * CE_{l, p} \quad (18)$$

Donde:

E_{Quema de biomasa, CO₂}: emisiones por hectárea de la quema de biomasa, en tCO₂e

F_{l, quema}: proporción de la superficie forestal quemada durante el periodo de referencia histórico en el bosque clase l, %

C_{l,p}: promedio del stock de carbono por hectárea en el reservorio p, quemados en el bosque clase l, en tCO₂e

P_{quemado, l, p}: proporción media de la masa quemada en el reservorio de carbono p, en el bosque clase l, %

CE_{l, p}: promedio de la eficiencia de combustión del carbono del reservorio p, en el bosque clase l, adimensional

p : reservorio de carbono

l : clase forestal

Los valores de la relación de emisión se detallan en la siguiente cuadro

Cuadro 5.. Valores de la relación de emisión

GAS	RELACIÓN DE EMISIÓN
CH ₄	0,012
CO	0,06
N ₂ O	0,007
NO _x	0,121

La quema de praderas también libera otros tipos de gases distintos al CO₂, para estimar las emisiones de gases distintos al CO₂ procedentes de la quema de sabanas se necesitan datos disponibles localmente. En primer lugar se debe calcular la cantidad de biomasa que realmente es consumida por el fuego; en segundo lugar se calcula el carbono liberado a partir de la biomasa quemada y en tercer lugar se aplican varias tasas al total del carbono liberado para estimar las emisiones de los gases distintos al CO₂.

La relación N/C por la quema de combustible es aproximadamente 0,01 (Crutzen & Andreae, 1990).

Cuadro 6. Valores por defecto para la quema de biomasa en sabanas.

País	Densidad de la biomasa de sabana (t m.s. ha ⁻¹)	Fracción de la biomasa quemada realmente	Fracción de la biomasa viva quemada	Fracción oxidada de biomasa viva	Fracción oxidada de biomasa muerta
Paraguay	6,6	0.8*	0,8	0,8	1
Valores por defecto generales					
Fracción de biomasa viva		Fracción de carbono			
		0,45			
Fracción de biomasa muerta		0,40			
Nota: (*) En condiciones normales de combustión al aire libre, no toda la biomasa en cada hectárea se quema realmente (por lo general oscila entre 0,8 y 0,85, pero puede ser mayor en regiones muy secas.					

D.2 Quema de Combustible Fósiles Producto de la Actividad del Proyecto.

Para la cuantificación del consumo de combustibles fósiles van a ser utilizadas las herramientas de estimación del MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) aprobadas en las actividades de A/F (Forestación/Reforestación, siglas en ingles). La siguientes ecuaciones van a ser utilizadas para el efecto.

$$ET_{FC,y} = \sum_{j=1}^j ET_{FC,j,y} \quad (19)$$

Donde:

$ET_{FC,y}$: emisiones de CO₂ de la combustión de combustibles fósiles durante el año y,
en tCO₂

$ET_{FC,j,y}$: emisiones de CO₂ de la combustión de combustibles fósiles en tipo de

vehículo/equipo j en el año y , en $\text{tCO}_2 \text{ año}^{-1}$

j : tipo de vehículo/equipo

y : número total de tipo de vehículo/equipo usado en la actividad del proyecto

$$ET_{FC,j,y} = \sum_{j=1}^I FC_{i,j,y} * EF_{CO_2 i} * NCV_i \quad (20)$$

Donde:

$ET_{FC,j,y}$: emisiones de CO_2 de la combustión de combustibles fósiles en tipo de vehículo/equipo j en el año y , en $\text{tCO}_2 \text{ año}^{-1}$

$FC_{i,j,y}$: cantidad de tipo de combustible consumido en el tipo de vehículo/equipo j , durante el año y , en unidad de masa o volumen

$EF_{CO_2 i}$: factor de emisión del CO_2 del tipo de combustible quemado, en $\text{GJ/unidad de masa o volumen}$

NCV_i : valor calórico neto del combustible i , en $\text{GJ/unidad de masa o volumen}$

i : tipo de combustible quemado

I : número total de tipos de combustibles

D.3. Estimación de la Emisión de Metano (CH_4) de la Fermentación Enterica.

Para estimar las emisiones de metano (CH_4) es necesario recopilar los datos de las actividades de pastoreo en la zona del proyecto y también en donde existe un potencial incremento de la actividad. Para la cuantificación de este gas van a ser utilizadas las siguientes ecuaciones.

$$E_{l, CH_4, fermentación} = EF_l * Población_l * 0,001 * GWP_{CH_4} \quad (21)$$

$$Población = Producción_{forrajes} / (DBI * 365) \quad (22)$$

Donde:

$E_{l, CH_4, \text{ fermentación}}$: emisión de CH_4 de la fermentación enterica en Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra, en $tCO_2e \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

EF_1 : factor de emisión enterica del CH_4 para el grupo de ganado, en $Kg \text{ CH}_4 \text{ cabeza}^{-1} \text{ año}^{-1}$

Población₁ : numero equivalente de ganado alimentado con forraje en Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra

GWP_{CH_4} : potencial del calentamiento global del CH_4 (con un valor de 23 para el primer periodo de compromiso), adimensional

Producción_{forraje, 1} : producción de forraje en Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra en la clase 1, en $Kg \text{ m.s. } \text{há}^{-1} \text{ año}^{-1}$

DBI : ingesta diaria de biomasa

0,001: factor de conversión de kilogramos a toneladas, adimensional

365 : números de días por año, adimensional

SECCIÓN E. Estimación de las Fugas.

El objetivo de este paso es contribuir a orientar al diseño óptimo de las medidas de prevención de fugas, identificar fuentes de fugas que son potencialmente significativos y por tanto sujetas a la supervisión; también hacer proyecciones razonables. La siguiente ecuación va a ser utilizada.

$$DMI_{Identificados, t} = \frac{\sum_g DMI_g * H_{Identificados, g, t}}{100} * 365 \quad (23)$$

Donde:

DMI _{Identificados, t}: total de materia seca de pastos consumidos por los animales identificados y desplazados a otras tierras, en toneladas de m.s. año⁻¹

DMI _g: materia seca consumida por los animales de pastoreo de tipo *g*, en Kg. m.s. cabeza⁻¹ día⁻¹

H _{Identificados, g, t}: número de animales del tipo *g* que son desplazados a tierras identificadas en el año *t*/ número de cabeza de animales de tipo *g* que son alimentados por recogidas de forrajes, en tierras identificadas en el año *t*; cabeza

SECCIÓN F. Monitoreo.

F.1. Línea de Base.

Monitoreos de ajustes de datos fuera del área del proyecto (región de referencia) para los cambios de uso y cobertura de tierra. Se pretende ajustar los valores de existencia de carbono.

F.2. Actividad del Proyecto.

Esta tarea implica:

- ◆ El monitoreo de la ejecución del proyecto: las medidas para reducir la deforestación y medidas para reducir el riesgo de fugas.
- ◆ Monitoreo del uso de la tierra y cambio de uso de la tierra.
- ◆ Monitoreo de las reservas de carbono y las emisiones de gases no CO₂.

F.3. Fugas.

Todas las fuentes de las fugas identificadas como importantes en la evaluación previa están sujetas a monitoreo.

SECCIÓN G. Muestreo Destructivo para la Obtención del Factor de Expansión de Biomasa de *Copernicia alba morong*.

G.1. Inventario Forestal.

El inventario forestal se realizara utilizando los instrumentos adecuados (vara altimétrica y cinta diamétrica) para la obtención de los datos de cada individuo que se encuentre en la parcela instalada, cada uno serán anotados en planillas correspondientes.

G.2. Calculo de Volumen en Pie.

Para el cálculo de volumen en pie se utilizara la ecuación 4 y 5; de la Sección C.3.

G.3. Calculo del Factor de Forma.

Para el cálculo de factor de forma se realizara una selección de los individuos apeados para el cálculo de FEB, de los cuales los más representativos serán medidos.

Para el cálculo del volumen del tronco se utilizara la siguiente ecuación:

$$V = \sum K * h \quad (24)$$

Donde:

V : volumen del tronco en m³

K : sección transversal en la mitad de cada tramo en m²

h : longitud de cada tramo en metros

Los valores del volumen real medio del árbol se realizaran utilizando la ecuación de Huber, que es la siguiente:

$$V = \frac{\pi}{4} \times d_m^2 \times L \quad (25)$$

Donde:

V : volumen en m³

π : 3,1416

d_m^2 : diámetro medio elevado al cuadrado

L : largo en metros

También se utilizara la ecuación del cilindro para el calculo de volumen que posteriormente será utilizado en la formula del factor de forma.

$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times L \quad (26)$$

Donde:

V : volumen en m³

π : 3,1416

d^2 : diámetro elevado al cuadrado

L : largo en metros

La ecuación del factor de forma seria:

$$f = \frac{V_r}{V_c} \quad (27)$$

Donde:

- f : factor de forma
 V_r : volumen real medio del árbol
 V_c : volumen del cilindro

G.4. Calculo del Factor de Expansión de Biomasa (FEB).

Para la obtención del factor de expansión de biomasa serán realizados ensayos destructivos donde cada individuo será apeado, clasificado y pesado de acuerdo a los siguientes componentes o depósitos de carbono:

- ◆ Fuste hasta un diámetro limite con la copa.
- ◆ Tocón
- ◆ Componentes de copa, hojas e inflorescencia.

G.4.1. Toma de Datos.

Para la toma de datos se utilizará la técnica del árbol estratificado propuesta por Machado (1984), que consiste en lo siguiente:

- ◆ Establecer la estratificación en base a las clases diamétricas.
- ◆ Elección y conteo de los individuos según clase diamétrica.
- ◆ Selección y marcaje de los individuos para el apeo.
- ◆ Medición de las variables del fuste, tocón y copa.
- ◆ Procesamiento de datos.

G.4.2. Calculo de Volumen y Pesaje del Fuste.

Cada árbol volteado será descopado y troceado hasta el límite de copa, para posteriormente ser pesado y cubicado.

Para tal efecto se utilizara la ecuación de Smalian.

$$V_f = \frac{\pi}{4} \times \left[\frac{(d_1^2 + d_2^2)}{2} \right] \times L \quad (28)$$

Donde:

V_f : volumen del fuste o troza en m³

π : 3,1416

d₁² : diámetro inferior elevado al cuadrado en m²

d₂² : diámetro superior elevado al cuadrado en m²

L : largo del fuste en metros

El fuste será troceado en varias secciones que puedan ser manipulados y pesados; todos los datos serán anotados en planillas correspondientes.

G.4.3. Obtención de Muestras para el Cálculo de Peso Seco y Peso Húmedo.

Serán cortados 4 discos o rodels de 4 cm. de espesor de las siguientes partes del fuste: 25, 50, 75, y 100% de la altura comercial de cada individuo apeado; los discos serán transportados hasta el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Carrera de Ingeniería Forestal donde serán secados a 103±2 °C.; para obtener la relación peso seco y peso húmedo.

G.4.4. Calculo de Volumen del Tocón.

Para la obtención del volumen se procederá a medir su altura y el diámetro a la altura de corte que representa el diámetro (d₁), para posteriormente aplicar la formula de Huber (25).

G.4.5. Cálculo de Volumen y Pesaje de Copa

El cálculo de volumen de componentes residuales (ramillas y hojas) serán realizadas de forma indirecta, la ecuación utilizada será la siguiente (Elaboración propia).

$$V_{cp} = \frac{V_c * (P_{cr} * R)}{P_c} \quad (29)$$

Donde:

V_{cp} = volumen de componentes residuales en m^3

V_c = volumen de copa en m^3

P_{cr} = peso de componentes residuales en Kg

R = razón peso seco – peso húmedo

P_c = peso de copa en Kg

G.4.6. Obtención de Muestras para el Cálculo de Peso Seco y Peso Húmedo.

Para la obtención de muestras será utilizada la metodología propuesta por Soares & Oliveira (2002), donde cada individuo apeado será desfoliado y retirado las ramillas correspondientes. Del conjunto de hojas y ramillas serán retirados muestras de 50 gr. para la determinación de la relación pesos seco – peso húmedo; estas muestras serán llevados hasta el Laboratorio de Tecnología de la Madera donde serán secados en estufas.

G.4.6. Obtención del Factor de Expansión de Biomasa.

El factor de expansión de biomasa es la relación entre la biomasa total del árbol y la biomasa comercial del árbol, representado en la siguiente ecuación:

$$FEB = \frac{BT}{BC} \quad (30)$$

Donde:

FEB : factor de expansión de biomasa

BT : biomasa total del árbol en Kg o Tn

BC : biomasa comercial del árbol en Kg o Tn

SECCIÓN H. Referencias Bibliograficas.

- ALONSO, J. 2004. Las posibilidades energéticas de la biomasa en la Comunidad Autónoma de Madrid (en línea). Madrid, ES. Consultado el 26 de marzo de 2009. Disponible en www.ucm.es/BUCM/revista/cca/11391987/articulos/OBMD0404110195A.PDF
- AMARILLA, S. 2004. Acceso y uso de los recursos forestales y escenarios de sostenibilidad en la Reserva de Recursos Manejados San Rafael, Paraguay. Tesis (M. Sc.). Turrialba, CR: CATIE. 165p.
- ASOCIACIÓN GUYRA PARAGUAY. 2003. Evaluación Ecologica Rapida del Parque Nacional Río Negro (Tomo I), Paraguay. Asunción, PY: Guyra Paraguay. 216 p.
- BRENES, G. s.f. Parcelas de muestreo, una herramienta de investigación de nuestros Bosques (en línea). CR. Consultado el 27 de marzo de 2009. Disponible en www.acguancaste.ac.cr/rothschildia/v1n1/textos/76.html
- BRITOS, J. 1997. Obtención de valores de coeficiente mórfico en tres especies nativas. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 40 p.
- BRITOS, G. 2005. Evaluación del crecimiento de ocho especies forestales nativas en una plantación mixta, en el centro forestal Alto Paraná. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 119 p.
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO Forestry Paper – 134 (en línea). Roma. Consultado el 19 de abril 2008. Disponible en www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm.
- CHAVE, J; MULLER, L; BAKER, H; EASDALE, T; STEEGE, H; WEDD, C. 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2,456 neotropical tree species. Ecological Applications. 16: 2356-2367.

- D'ALMEIDA, G. 2002. Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto. (en línea). Consultado el 27 de mayo de 2007. Disponible en www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2002/Teses/Disserta%E7%E3o_Scarpinella.pdf –
- FALLAS GAMBOA, J. s.f. Análisis estructural de comunidades forestales tropicales. Heredia, CR. 9 p.
- FAO. 1996. Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto. Roma: FAO. 146p.
- FAO. 1996. Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Number 130, 152 pp. Roma.
- FAO. 1999. El protocolo de Kyoto y el mecanismo para un desarrollo limpio: nuevas posibilidades para el sector forestal de América Latina y el Caribe. Santiago, CH: FAO. 98p.
- FAO. 2007. Situación de los bosques del mundo 2007. Roma: FAO. 141p.
- FLEITAS, W. 2002. Evaluación de la influencia de cuatro tratamientos silviculturales en la regeneración natural en un bosque nativo degradado. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 138 p.
- FUNDACIÓN SOLAR. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono. Lilian Márquez (ed.). Guatemala: Fundación Sol. 31p.
- GASPARRI, I; MANGHI, E. 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas: informe final (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado el 01 de abril 2009. Disponible en www2.medioambiente.gov.ar/documentos/bosques/publicaciones/volumen_biomasa_carbono.pdf.

- GAYOSO, J; GUERRA, J. 2001. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. Valdivia, CH: Universidad Austral de Chile. 8p.
- HUESPE, H; SPINZI, L; CURIEL, M; BURGOS, S. 1995. Atlas ambiental de Región Oriental del Paraguay. San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. V2.
- IPCC. 2000. Land Use, Land Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Robert. Cambridge University Press, UK. pp 375.
- IPCC. 2005. Orientaciones sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Suiza: OMM. 628p.
- KANNINEN, M. 2001. Bosques tropicales y subtropicales: el ciclo del carbono, In: Cambio climático el mecanismo de desarrollo limpio y el sector forestal (2001, San Lorenzo, PY). Guyra Paraguay/ IDEA/ FIA/ CATIE/ CIDA/ CNF. 13p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. A. Carrillo. Eschborn, AL: GTZ. 355 p.
- LOCATELLI, B. 2005. Cómo estimar el carbono almacenado en un ecosistema, In: Curso regional de cambio climático y diseño de proyectos forestales en el mecanismo de desarrollo limpio (2005, San Lorenzo, PY). Guyra Paraguay/ CATIE/ CIRAD/ FCA. 22p.
- LÓPEZ, A; LITTLE, E; RITZ, J; ROMBOLD, J; HAHN, W. 2002. Árboles Comunes del Paraguay: Ñande Yvyra Mata Kuera. 2º ed. San Lorenzo; PY: Cuerpo de Paz, US/FCA/UNA. 458p.
- LOUMAN, B.; QUIRÓS, D.; NILSSON, M. 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 263 p.

- MACHADO, S.1984. Produção e avaliação de biomasa florestal. In: Curso de actualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal (5, 1964, Curitiba, BR) 1984 (Trabalhos apresentados). Universidad Federal do Paraná, Curitiba, BR. p 15-38.
- MAG. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY)/ DOA (Dirección de Ordenamiento Ambiental)/ BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). 1998. Proyecto Sistema Ambiental del Chaco. Inventario, Evaluación y Reconocimiento para la Protección de los Espacios Naturales en la Región Occidental del Paraguay. Investigaciones Especiales. Asunción, PY: 2 tomos.
- MAG. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). DGP (Dirección General de Planificación). 2006. Subsector forestal. El sector agropecuario y forestal en cifras (PY). (4):77-86.
- NASCIMENTO, R.1991. Discutiendo números de desmatamentos. Interciencia, Vol. 16 n° 5 pp. 232-239.
- PARRA, A; ELSAM, R; RODAS, O; PENAYO, K; PENODRI, L. 2004. Diversificando Ingresos, Conservando Hábitats Raros y Secuestrando Carbono en el Bosque Atlantico. Asociación Guyra Paraguay. 25 p.(informe técnico).
- PARAGUAY SILVESTRE. 2007. Reserva de Recursos Manejados San Rafael (en línea). Asunción, PY. Consultado el 30 de marzo de 2009. Disponible en www.paraguaysilvestre.org.py.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, PARAGUAY. 2007. Cambio Climático, Riesgos, Vulnerabilidad y Desafíos de Adaptación en el Paraguay, Asunción, PY: PNUD. 99 p.
- PRODAN, M; PETERS, R; COX, F; REAL, P.1997. Mensura forestal. San José, CR: GTZ, IICA. 561p.

PROYECTO SISTEMA AMBIENTAL DEL CHACO.1993/1998. Inventario, Evaluación y Recomendaciones para la Protección de los Espacios Naturales de la Región Occidental del Paraguay. Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR, Hannover, Alemania y Dirección de Ordenamiento Ambiental, Sub-Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Vice-Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, DOA-MAG, Asunción, Paraguay.

QUINTEROS, M. 2000. Determinación de biomasa y almacenamiento de carbono. San Lorenzo, PY. 24p. (informe técnico).

SANJURJO, M. 1977. Proyecto Biológico Forestal. Estudio de Algunos aspectos forestales. Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Asunción, ICB-UNA & Organización de Estados Americanos, O.E.A. 97 pp.

S.A.R.O (*Sistema Ambiental de la Región Oriental*). Informe Técnico Final – BGR – SEAM . San Lorenzo, Paraguay 2001.

SCHLEGEL, B; GAYOSO, J; GUERRA, J. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, CH: Universidad Austral de Chile. 15p. (informe técnico).

SOARES, C; OLIVEIRA, M. 2002. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. Revista Árvore (BR). 26 (5):533-539.

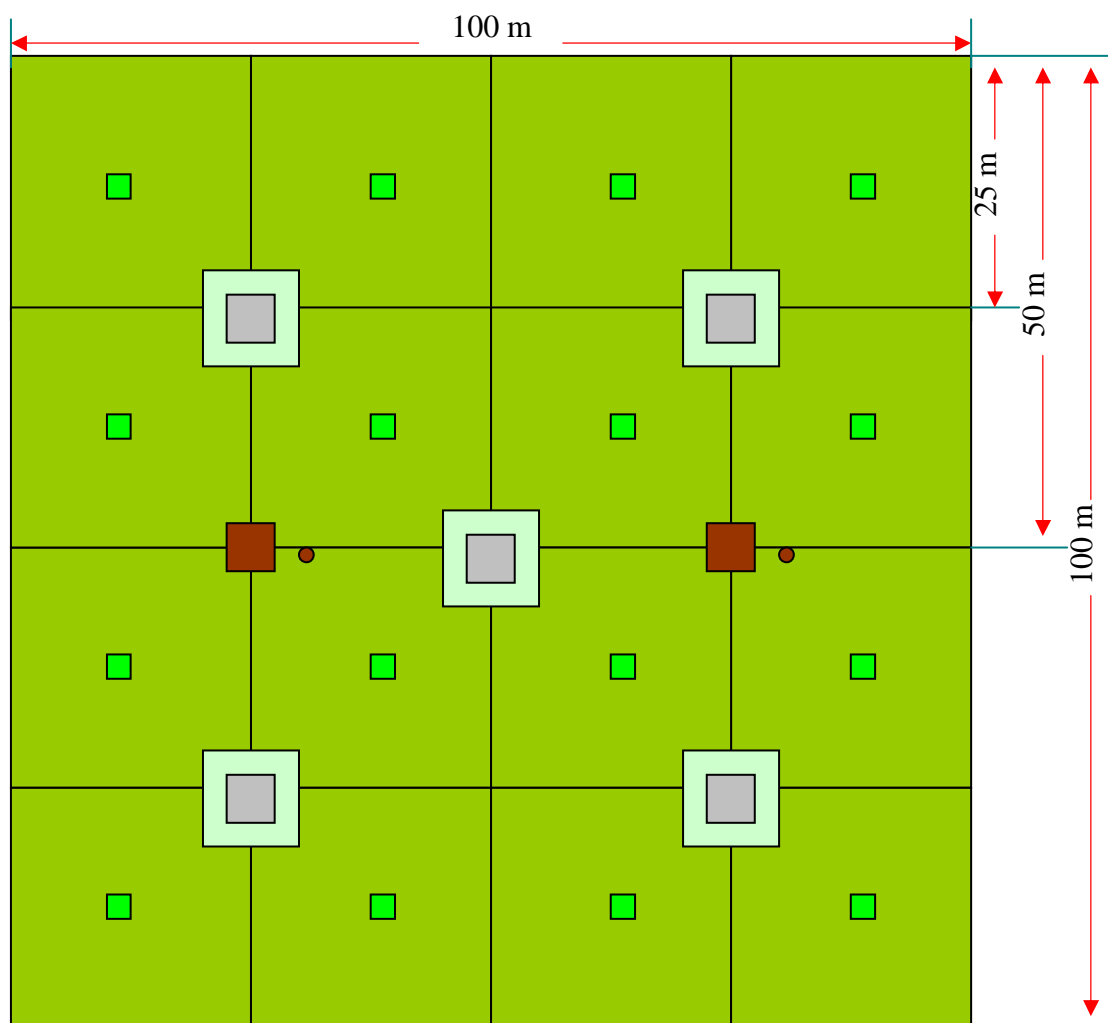
TORTORELLI, L. A. 1967. Formaciones forestales y maderas del Paraguay. Asunción, PY: Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Asunción. Asunción, PY. 63 p.

VALLEJOS, L. 2007. Incremento volumétrico de especies nativas comerciales en parcelas permanente de medición de un bosque nativo degradado. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 138 p.






WEICHSELBERGER, E. 2003. Evaluación de la influencia de cuatro tratamientos silviculturales en el crecimiento de un bosque nativo degradado. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 78 p.

WOLF, M. 2004. Determinación del factor de expansión de biomasa en un Bosque Mesolítico del Chaco Húmedo, Departamento de Alto Paraguay. Tesis (M. Sc.). San Lorenzo, PY: UNA, FCA. 82p.

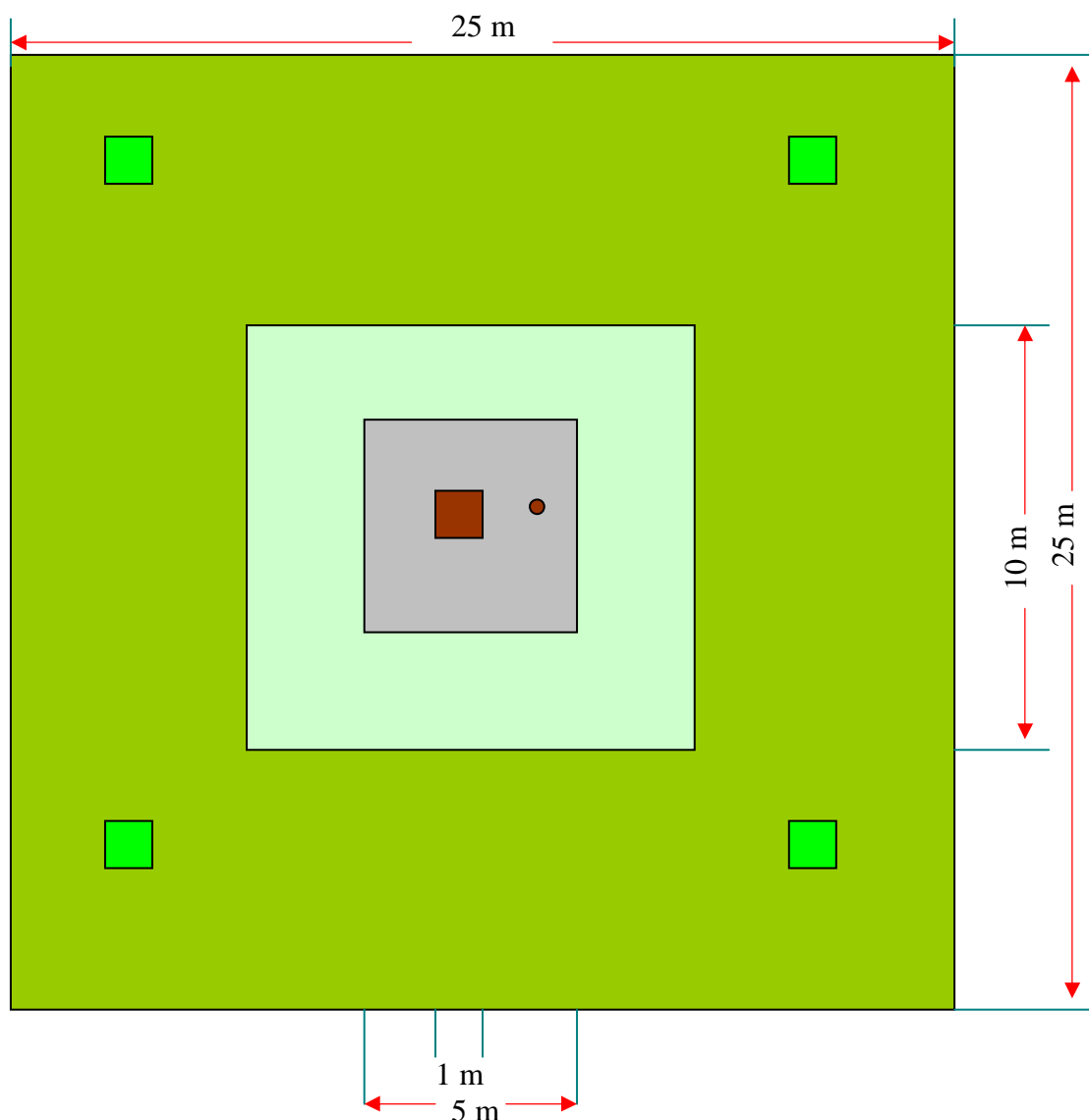
SECCIÓN I. Anexos.




Referencia.


-  Subparcela de 625 m² (25 m x 25 m), para inventario de individuos ≥ 10 cm. de DAP.
-  Subparcela de 100 m² (10 m x 10 m), para inventario de individuos ≥ 5 cm. de DAP - < 10 cm. de DAP.
-  Subparcela de 25 m² (5 m x 5 m), para inventario de madera muerta o necromasa.
-  Subparcela de 1 m² (1 m x 1 m), para inventario de hojarasca y sotobosque (arbustos hasta 5 cm. de DAP y hierbas)
-  Calicata de (1 m x 1 m x 0,5 m), para muestras de suelo.
- Obtención de muestras para el cálculo de densidad aparente del suelo.


Anexo 1: Diseño de las subparcelas para el inventario de carbono dentro de las PPM





Referencia.


 Subparcela de 625 m² (25 m x 25 m), para inventario de individuos ≥ 10 cm. de DAP.

 Subparcela de 100 m² (10 m x 10 m), para inventario de individuos ≥ 5 cm. de DAP - < 10 cm. de DAP.

 Subparcela de 25 m² (5 m x 5 m), para inventario de madera muerta o necromasa.

 Subparcela de 1 m² (1 m x 1 m), para inventario de hojarasca y sotobosque (arbustos hasta 5 cm. de DAP y hierbas)

 Calicata de (1 m x 1 m x 0,5 m), para muestras de suelo.

 Obtención de muestras para el cálculo de densidad aparente del suelo.

Anexo 2: Diseño de las subparcelas para el inventario de carbono dentro de las PTM