

**MANAGED FOREST E.I.R.L**



**ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA DEL BOSQUE DE LAS COMUNIDADES NATIVAS DE CALLERIA, FLOR DE UCAYALI, BUENOS AIRES, ROYA, CURIACA, PUEBLO NUEVO DEL CACO Y PUERTO NUEVO EN LA REGIÓN DE UCAYALI-PERÚ**



**Noviembre 2013**

## CONTENIDOS

I.	Introducción .....	3
II.	Objetivos .....	3
III.	Ubicación del área de estudio .....	4
IV.	Materiales y métodos .....	5
V.	Resultados .....	19
VI.	Conclusiones y discusión.....	20
VII.	Bibliografía .....	22
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>24</b>

## I. Introducción

Las comunidades nativas de Calleria, Flor de Ucayali, Buenos Aires, Roya, Curiaca, Pueblo nuevo del Caco y Puerto Nuevo se encuentran ubicadas en los departamentos de Ucayali y Huánuco. Dichas comunidades nativas poseen reconocimiento oficial desde el año 1974, donde se les otorgó el título de territorio comunal conformando juntas un territorio cuya mayor parte está conformado por bosques primarios sin embargo dichos territorios están sufriendo un proceso acelerado de deforestación y degradación de sus bosques.

Las principales amenazas que afectan a la conservación de los bosques existentes en el territorio de propiedad comunal es la migración, consecuencia de la apertura de nuevas carreteras y caminos. Es por ello que se vio conveniente impulsar actividades que contribuyan a una gestión sostenible y participativa, de modo que se asegure la conservación de los bosques de la comunidad mediante un manejo forestal sostenible.

En tal sentido la Organización Internacional de las Madera Tropicales – OIMT conjuntamente con AIDER, vienen ejecutando el proyecto “Puesta en valor de los servicios ambientales de los bosques manejados de 07 comunidades nativas” con el fin de contribuir a la conservación de los bosques y el aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos y generar las condiciones para la implementación de un esquema de pagos por servicios ambientales.

En el presente informe se describe la metodología y los resultados del inventario de carbono realizado en los bosques de las 07 comunidades nativas beneficiarias del proyecto. El mismo que se usará en la construcción de la línea base de un proyecto de carbono bajo el mecanismo de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) bajo estándares VCS y CCBA.

## II. Objetivo

Estimar el contenido de carbono almacenado en la biomasa de los bosques de las Comunidades Nativas: Calleria, Flor de Ucayali, Buenos Aires, Roya, Curiaca, Pueblo nuevo del Caco y Puerto Nuevo.

### 2.1 Objetivos específicos:

- Estimar el contenido de carbono almacenado en el reservorio aéreo.
- Estimar el contenido de carbono almacenado en el reservorio subterráneo.
- Estimar el contenido de carbono en el reservorio de madera muerta.
- Estimar el contenido de carbono en hojarasca.
- Estimar el contenido de carbono orgánico del suelo.

### III. Ubicación del área de estudio

El área de estudio cubre una extensión de 982,952.89 ha que corresponden a la superficie de bosque de las comunidades nativas de Calleria, Curiaca, Flor de Ucayali, Pueblo Nuevo del Caco, Puerto Nuevo, Buenos Aires y Roya y el área de bosque dentro del área de influencia con mayor riesgo de deforestación alrededor de dichas comunidades.

Políticamente, las Comunidades Nativas se encuentran ubicadas en las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo en el departamento de Ucayali y en la provincia de Puerto Inca en el departamento de Huánuco.

Geográficamente el área de estudio limita al este con la provincia de Coronel Portillo, al norte con la región de Loreto, al oeste con el departamento de Huánuco y al sur con la Reserva Comunal El Sira.

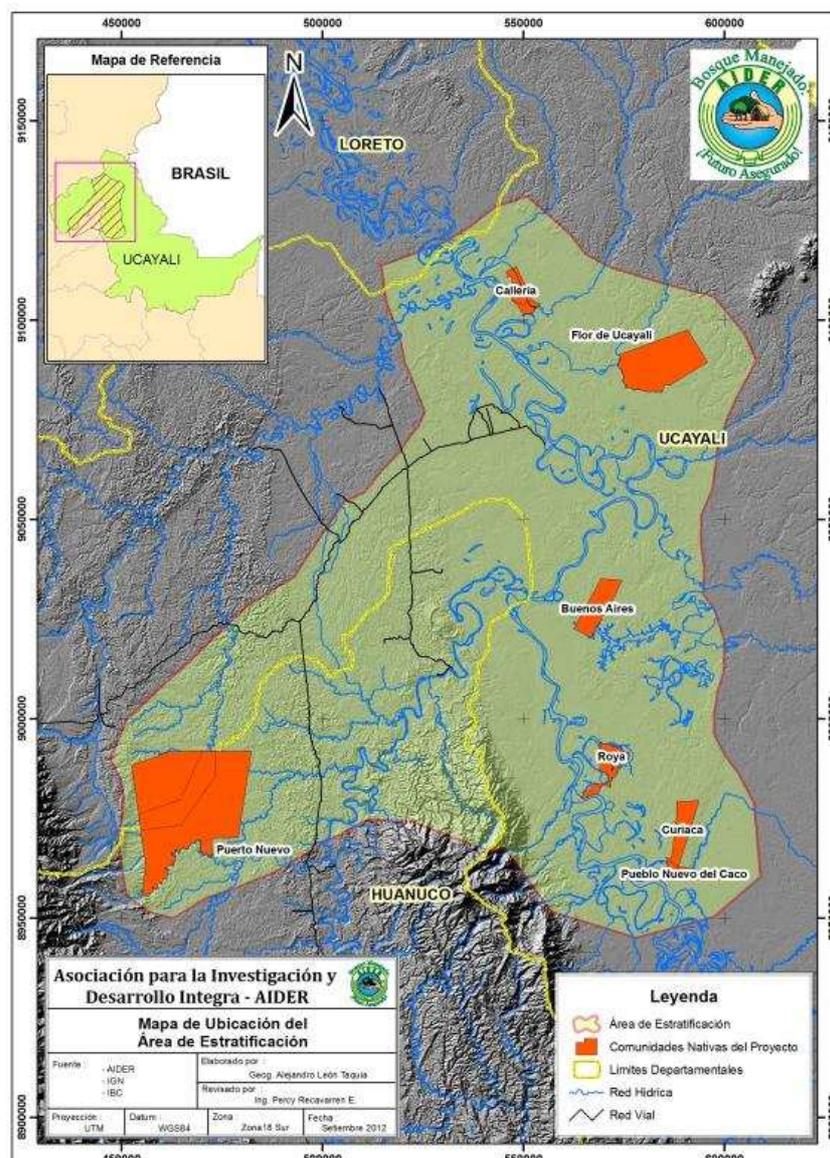


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

## IV. Materiales y métodos

### 4.1 Metodología

El área de estudio comprende una extensión de 982,952.89 ha que corresponde a las 7 comunidades nativas beneficiarias del proyecto ITTO-REDDES y el área de influencia con mayor riesgo de deforestación alrededor de dichas comunidades.

#### 4.1.1 Determinación de la estratificación de tipos de bosque en el área de estudio.

La estratificación del área de estudio fue realizada en base al mapa forestal del 2000 (elaborado por INRENA) y ajustada con una imagen satelital landsat 5 del año 2010.

Cuadro 1. Estratificación y superficie del área de estudio

<b>Estratos</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Bosque de colina alta	22,047.16
Bosque de colina baja	271,374.23
Bosque de montaña	75,711.15
Bosque de terraza alta	54,689.69
Bosque de terraza baja	240,429.31
Bosque de terraza baja inundable	276,810.94
Bosque de terraza media	5,264.60
Bosque hidromorfo	36,625.81
<b>Total</b>	<b>982,952.89</b>

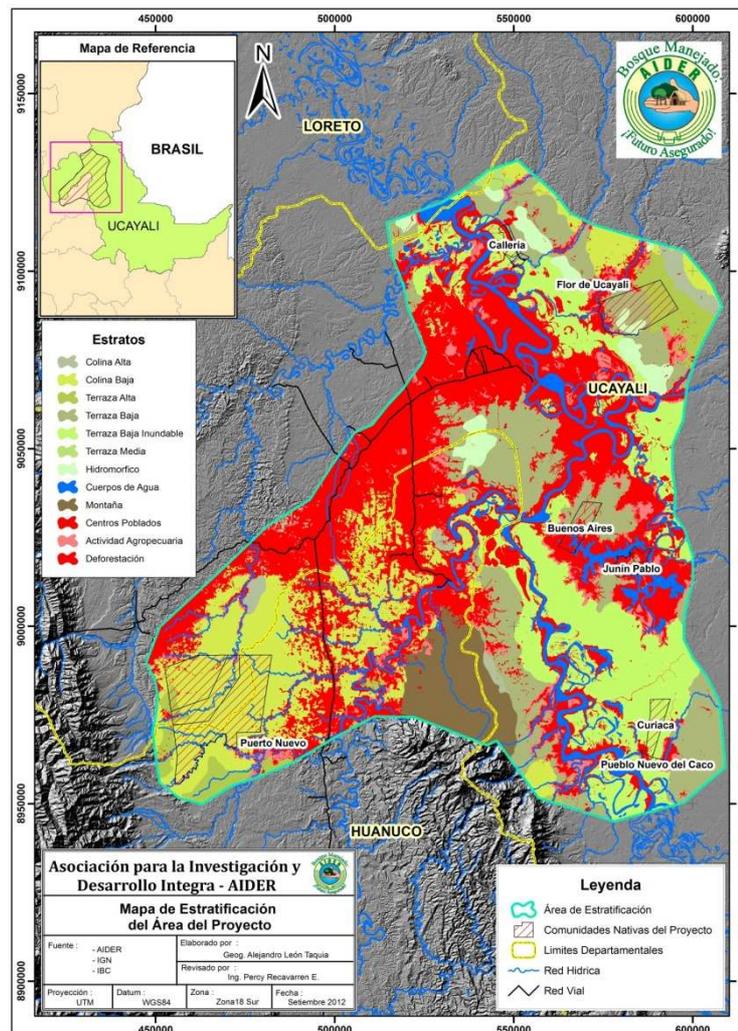


Figura 2. Mapa de Estratificación del área de estudio

#### 4.1.2 Diseño, forma y tamaño de la muestra

El inventario realizado para determinar los contenidos de carbono fue de tipo exploratorio, con un diseño de muestreo estratificado óptimo, y una distribución sistemática al azar en los tipos de vegetación identificados en el área de estudio.

El muestreo estratificado óptimo permite una distribución de las muestras en forma proporcional al tamaño del estrato y a su desviación típica (variancia), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 (\sum_{j=1}^M P_j S_j)^2}{E^2} \quad (\text{Tamaño total de la muestra})$$

$$n_j = \frac{n P_j S_j}{\sum_{j=1}^M P_j S_j} \quad (\text{Tamaño de la muestra para cada estrato})$$

Dónde:

$n$  = Tamaño total de la muestra

$n_j$  = Tamaño total de la muestra para cada estrato

$S_j$  = La desviación típica del estrato  $j$

$P_j$  = Porción del estrato  $j$

$t$  = Valor de t-student

$M$  = Número de estratos.

Mediante esta fórmula se consigue un valor ajustado de  $n$  y  $n_j$ , que en todos los casos dio un tamaño de muestra menor que el convencional.

Ya anteriormente se ha mencionado que, mediante un análisis de varianzas es posible descomponer la varianza total de la población en dos fuentes de variación:

Varianza entre estratos y varianza dentro de estratos

$$\sigma^2 = \sigma_y^2 + \sigma_\beta^2$$

Dónde:

$\sigma^2$  = Variancia total

$\sigma_y^2$  = Variancia entre estratos

$\sigma_\beta^2$  = Variancia dentro de estratos o variancia debido a estratificación.

La unidad de muestreo estuvo constituida por parcelas temporales de forma circular y anidada de 1, 5, 16 y 30 metros de radio. El error de muestreo máximo para los estratos con bosque fue de 10%, con respecto al promedio del total de carbono almacenado por hectárea.

Para mayor seguridad de no sobrepasar el error de muestreo prefijado de 10% se adiciono un 10% más de parcelas a evaluarse. Este 10% adicional también permitirá afrontar cualquier hecho imprevisto que en el futuro pudiera impedir localizar de nuevo a todas las parcelas<sup>1</sup>.

Los coeficientes de variación (C.V%) utilizados para cada estrato trascienden de inventarios forestales realizados en el departamento de Ucayali.

<sup>1</sup> IPCC. 2003. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS.

Para la ubicación de las parcelas de muestreo se construyó una grilla de puntos en toda el área de estudio, de los cuales se seleccionaron al azar una cantidad de puntos correspondientes a cada estrato.

Se realizó el levantamiento de 101 parcelas, distribuidas proporcionalmente en cada tipo de bosque, se consideraron un número mínimo de parcelas para el estrato más pequeño. En el cuadro 2 se presenta el número de parcelas evaluadas por estrato.

Cuadro 2. Número de parcelas evaluadas por tipo de bosque

Estratos	Superficie (ha)	Coefficiente de variación (C.V%)	Parcelas de muestreo
Bosque de colina alta	22,047.16	24.80	8
Bosque de colina baja	271,374.23	13.74	17
Bosque de montaña	75,711.15	13.84	6
Bosque de terraza alta	54,689.69	22.91	5
Bosque de terraza baja	240,429.31	23.93	8
Bosque de terraza baja inundable	276,810.94	34.78	20
Bosque de terraza media	5,264.60	15.49	31
Bosque hidromorfico	36,625.81	24.40	6
<b>Total</b>	<b>982,952.89</b>		<b>101</b>

El mínimo número de parcelas que deben existir en cada estrato, de acuerdo a lo señalado por Malleux (1982), es cinco parcelas.

#### 4.1.3 Muestreo de biomasa aérea

En cada parcela se realizaron las medidas de todo tipo de vegetación leñosa con diámetro de tallo a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 5 cm para las parcelas anidadas de 5, 16 y 30 m de radio. También serán consideradas las plantas que presentan varios ejes que en conjunto midieron igual o más de 5 cm de DAP. La figura 3 muestra el tamaño de cada parcela anidad y las medidas de cada individuo correspondiente.

De acuerdo al método complementario y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kyoto, se hizo una adecuación de esta metodología teniendo en cuenta los indicadores que establece, con respecto a las parcelas circulares (IPCC, 2003).

#### 4.1.4 Muestreo destructivo

- En la parcela de 1 metro de radio se realizó un muestreo destructivo de especies leñosas (lignificadas) menores a 5 cm de DAP. En este nido también serán consideradas las plantas que presentan varios ejes que en conjunto midieron menos a 5 cm de DAP, en este caso se usó una regla vernier para su medición exacta.

- Todas las especies leñosas encontradas en la parcela de 1 m de radio menores de 5 cm de DAP fueron cortadas al ras del suelo y colocadas sobre un plástico de 2m x 2m y seguidamente pesadas en su conjunto obteniéndose de esta manera un peso húmedo de la muestra el cual fue registrado en el formato respectivo.
- Seguidamente de esta muestra se extrajo una sub muestra la cual contiene en forma proporcional hojas, ramas, ramitas, fustes, flores y frutos si los hubiera. El peso de esta sub muestra alcanzo aproximadamente 1000 gramos el cual fue pesado obteniéndose de esta manera el peso húmedo de la sub Muestra de la parcela que fue registrado en el formato correspondiente.
- Estas sub muestras fueron embolsadas, etiquetadas y trasladadas cuidadosamente al laboratorio para que no se pierda ninguna partícula de la misma para su secado en la estufa a una temperatura de 85 °C hasta obtener un peso constante.

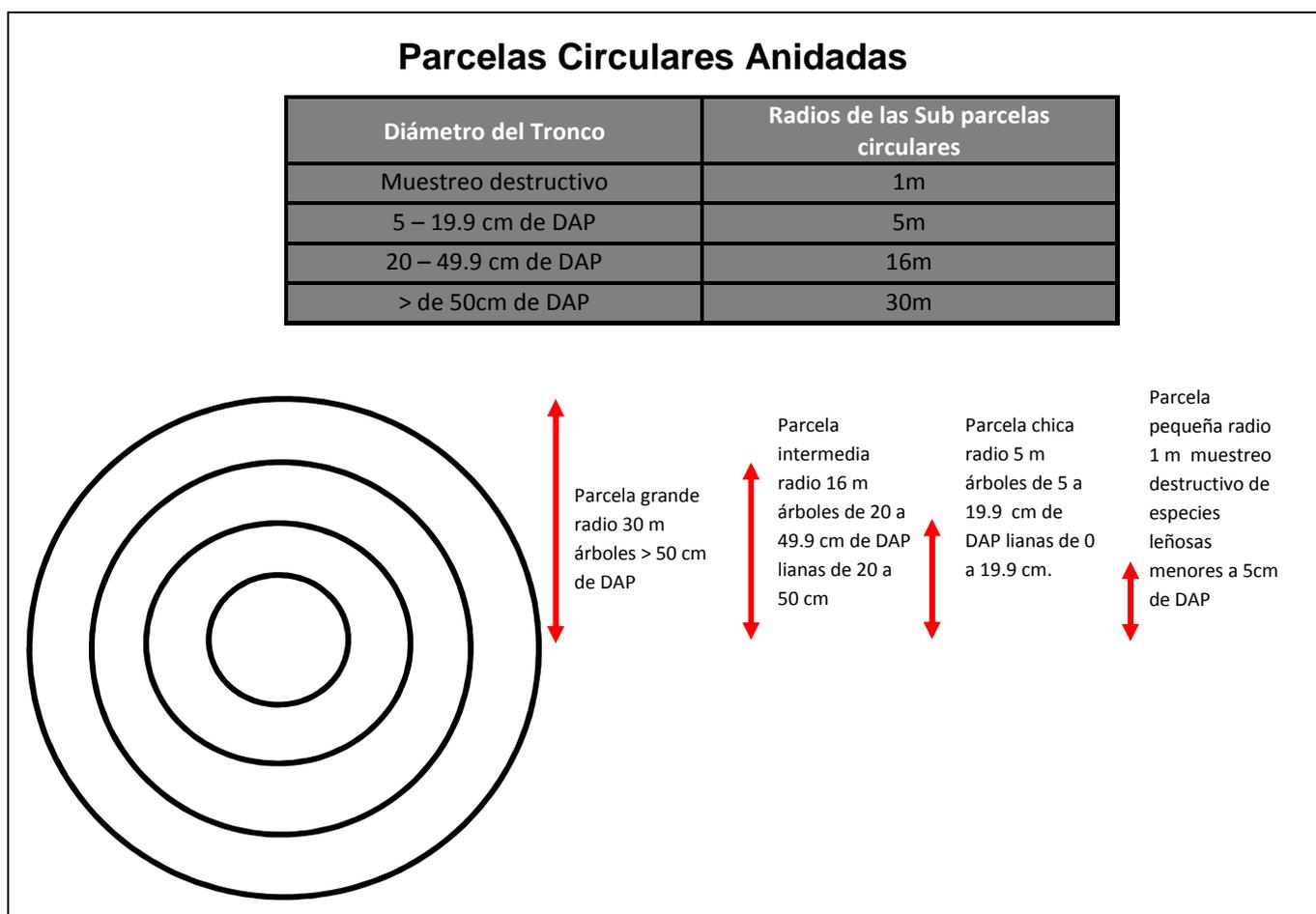


Figura 3. Forma y tamaño de las parcelas de evaluación

#### 4.1.5 Muestreo de hojarasca y detritos

Para realizar este tipo de muestreo se realizó los siguientes pasos:

- Del centro de la parcela se midió en dirección a los cuatro puntos cardinales 7 m de distancia y en este punto usamos como centro y colocamos el marco cuadrado de 50 cm x 50 cm, cuyos lados eran paralelos y perpendiculares al norte magnético.
- Seguidamente, del interior de este marco se extrajo toda la hojarasca y detritos que existía en las muestras de los cuatro puntos cardinales los cuales fueron pesados en su totalidad y registrados en el formato correspondiente.
- Luego, de este conjunto se extrajo una sub muestra de 500 gramos aproximados el cual fue pesado, registrado, embolsado y etiquetado.
- Las sub muestras fueron llevadas al laboratorio para su secado en la estufa a una temperatura de 85 °C.

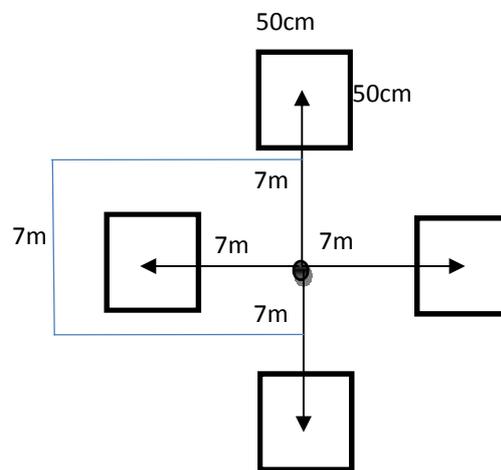


Figura 4. Distribución y tamaño de las sub muestras

#### 4.1.6 Muestreo para cuantificar el carbono almacenado en el suelo

Para cuantificar el carbono almacenado en el suelo se establecieron puntos de muestreo en cada parcela. Por cada parcela se sacaron 2 muestras para determinar la densidad aparente, ubicadas en los puntos cardinales Norte y Sur (N-S) y 4 muestras para determinar carbono almacenado en el suelo respectivamente. Así mismo estas muestras se dividieron en dos sub muestras, la primera oscilo entro los 0 – 10 cm y la segunda de 10 – 30 cm de profundidad.

A continuación en el cuadro 3 se aprecia con detalle las muestras y sub muestras tomadas por parcela de evaluación:

Cuadro 3. Determinación de carbono y densidad aparente

Parcela N:						
Determinación de carbono			Determinación de densidad aparente			
Muestras para determinación de carbono en campo	Sub muestra extraídas de campo	Agrupación de sub muestras para laboratorio	Muestras para determinación de densidad aparente en campo	Sub muestra extraídas de campo	Agrupación de sub muestras para laboratorio	
(Norte) 1	0 – 10 cm	De 0-10 cm	(Norte) 1	0 – 10 cm	De 0-10 cm	
	10 a 30 cm					
(Este) 2	0 – 10 cm					10 a 30 cm
	10 a 30 cm					
(Oeste) 3	0 – 10 cm	De 10-30 cm	(Sur) 2	0 – 10 cm	De 10-30 cm	
	10 a 30 cm					
(Sur) 4	0 – 10 cm					10 a 30 cm
	10 a 30 cm					

Para la obtención de las muestras y sub muestras se siguió los siguientes pasos:

- Se determina el sitio de muestreo de suelo, el cual tuvo como punto de partida el centro de la parcela, del cual se midió en dirección a los cuatro puntos cardinales 10 metros de distancia.
- Se limpió toda la vegetación y la hojarasca del sitio. Debido a que la concentración de carbono en materiales orgánicos es mucho más alta que en el suelo mineral, se tuvo cuidado en no incluir erróneamente una pequeña cantidad de material superficial que pueda ocasionar una seria sobreestimación de los contenidos de carbono en suelo.
- Se insertó el muestreador (sonda), en el suelo firmemente hasta la profundidad estándar de 30 cm. En caso de suelos compactados, se usó un martillo de caucho para insertar por completo el muestreador o se volvió a insertar la sonda en otro sitio con la finalidad de obtener una buena muestra.
- Se extrajo cuidadosamente la sonda y se puso la tierra en una bolsa de tela, separándolos en dos sub muestras por profundidades de 0 a 10 cm y de 10 a 30 cm. Se codificó a la bolsa con un número único de identificación.
- Las 4 muestras para la determinación de carbono fueron combinadas en una misma bolsa, pesadas y codificadas para su registro en el formato correspondiente para luego ser llevadas al laboratorio.

- En los puntos Norte y Sur se tomaron dos (02) muestras más para determinar la densidad aparente las mismas que fueron pesadas y codificadas para su registro en el formato correspondiente. Al momento de tomar las muestras para las mediciones de densidad aparente, se tuvo cuidado de evitar cualquier pérdida de tierra de las muestras. En la figura 5 se observa la distribución de la muestras con mayor detalle.
- Todas las muestras de tierra obtenidas fueron enviadas rápidamente a un laboratorio profesional para su análisis.

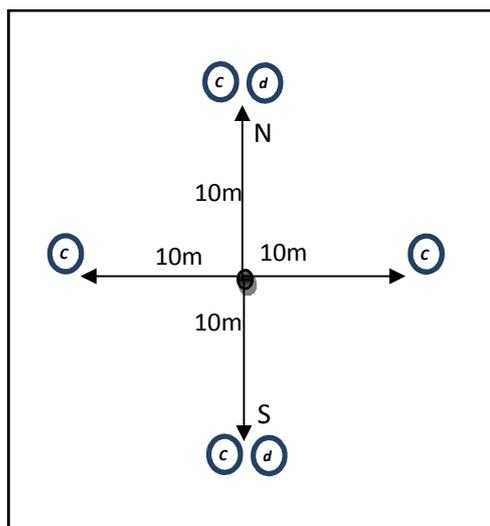


Figura 5. Ubicación de las muestras y sub muestras

Dónde:

- ⓐ = Punto de muestreo para carbono en el suelo
- ⓓ = Punto de muestreo densidad aparente

- Para la determinación de densidad aparente, se registró el peso de entrada al laboratorio de las sub muestras, y se secaron en el horno a 105°C por 48 horas, para luego ser enfriadas en un desecador con sílica gel, para tener un peso seco frío.
- Para la determinación de carbono en el suelo las muestras fueron transportadas a un laboratorio de suelos, para su análisis y determinación del contenido de carbono.

#### 4.1.7 Muestreo para cuantificar el carbono almacenado en la madera muerta

Para cuantificar el carbono almacenado en la reserva de carbono de madera muerta esta fue dividida en dos tipos; madera muerta en pie y madera muerta caída.

La madera muerta en pie fue medida usando el criterio de muestreo y frecuencia de monitoreo usado para la medición de árboles vivos y la madera muerta recostada fue evaluada con el método propuesto por Harmon y Sexton (1996).

#### a. Medición de la madera muerta en pie

Dentro de las parcelas delineadas para árboles vivos fueron medidos también los árboles muertos en pie. Los árboles muertos en pie fueron categorizados bajo las siguientes cuatro clases:

- Clase 1: Árbol con ramas y ramitas que se parece a un árbol vivo (excepto por las hojas).
  - Clase 2: Árbol sin ramitas, pero con ramas pequeñas y largas persistentes.
  - Clase 3: Árbol solo con ramas largas.
  - Clase 4: Tronco sin ramas.
- Para la clase 1 se midió el DAP y las alturas usando los mismos métodos que se usan para árboles vivos. Puesto que se usan parcelas anidadas, sólo se midieron los árboles muertos del DAP adecuado a cada parcela.
- Para las clases 2, 3 y 4 se midió la altura del árbol, el diámetro al nivel del suelo (Diámetro a la altura del cuello – DAC) y el diámetro al nivel del pecho (DAP); asimismo, el diámetro superior fue estimado. La medición de la altura del árbol se realizó usando un clinómetro. Mida el DAP y el DAC usando los mismos métodos que se usan para árboles vivos. Puesto que se usan parcelas anidadas, sólo se midieron los árboles muertos del DAP adecuado a cada sub parcela.
- El diámetro superior fue estimado a través del uso de una regla transparente de la siguiente manera:
- Se ubicó a una distancia determinada [m] desde donde se pudo observar el diámetro superior del árbol. La distancia fue medida con un distanciómetro laser.
  - Se fijó la regla aproximadamente a 10-20 cm de los ojos, registrando esta distancia; luego se registró el diámetro aparente hasta la copa del árbol (diámetro superior) en centímetros [cm].

El diámetro verdadero es igual a:

$$\text{Diametro verdadero (m)} = \frac{\text{Distancia ojo – arbol (m)} \times \text{Medicion regla (m)}}{\text{Distancia ojo – regla (m)}}$$

## **b. Medición de madera muerta caída**

La madera muerta caída se midió usando el método de intersección de líneas definido por Harmon y Sexton (1996). La madera muerta caída se define como todo el material leñoso que esté en el suelo con un diámetro >10 cm. Para el muestreo se realizaron los siguientes pasos:

- Desde el centro de cada parcela, se caminó a la orilla usando un grado aleatorio en la brújula. Una vez en la orilla del nido más grande, se establecieron dos líneas de 50 m a ángulos rectos. Las líneas deben estar fuera de los límites de la parcela para evitar el sesgo de los árboles caídos dañados durante la medición de los árboles vivos de la parcela. De ser necesario, pueden establecerse 4 líneas de 25 m. Sin embargo, las líneas no deben superponerse ni cruzar hacia la parcela de árboles.
- La ubicación de los transectos fue marcada y sus coordenadas registradas.
- Las piezas de madera solo fueron medidas si; más del 50% del tronco está sobre el suelo y la línea de muestreo cruza al menos el 50% del diámetro de la pieza. Si el tronco estaba hueco en el punto de intersección, se midió y registro el diámetro del hueco.
- A lo largo de la longitud del transecto, se midió con la forcípula el diámetro de cada pieza de madera muerta que fue interceptada (> 10 cm de diámetro).
- Se asignó a cada pieza de madera muerta uno de los siguientes tres estados de densidad: sólida, intermedia o podrida. Para determinar a qué clase de densidad pertenece una pieza de madera muerta, cada pieza fue golpeada con un machete. Si el machete no se hundía en la pieza (rebota), fue clasificada como sólida. Si el machete se hundía parcialmente en la pieza y hubo cierta pérdida de madera, fue clasificada como intermedia. Si el machete se hundía en la pieza, hubo pérdida de madera más extensa y la pieza se desmoronó, fue clasificada como podrida.
- El volumen de madera muerta caída luego fue estimada usando los diámetros de cada pieza de madera y la longitud de la línea transversal.

## **c. Colección de muestras para determinar la densidad de las clases de madera muerta caída**

Para determinar la densidad de las clases de madera muerta se hizo un único muestreo (independiente de las parcelas) de la siguiente manera:

- Se localizó aleatoriamente áreas que representen a toda el área de estudio.
- Se colectaron al menos 10 muestras de madera al azar para cada una de las tres clases de densidad (sólido, intermedio y podrido), representando el rango de las especies de cada tipo de bosque dentro del área de estudio.
- Se usó una sierra para cortar un disco completo de las piezas seleccionadas de madera muerta.
- Se midió el diámetro y el espesor del disco para estimar el volumen y las dimensiones de la muestra fueron registradas en la hoja de datos.
- Las muestras fueron colocadas en bolsas selladas y codificadas según la clase de densidad correspondiente.

#### 4.1.8 Ecuaciones utilizadas para el cálculo de biomasa

Para realizar los cálculos de biomasa se usó el método directo que establece el capítulo 4 sobre métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kyoto. Para efecto de nuestro trabajo se consideró solo algunos criterios que esta metodología establece ya que este método está orientado a parcelas permanentes.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de biomasa fueron las siguientes:

##### a) Ecuación alométrica para estimar biomasa aérea:

$$AGB = \rho x \exp(-1.499 + 2.148(\ln(D)) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$$

Dónde:

$\rho$  = densidad básica de las especies

D = diámetro a la altura del pecho (DAP), cm

ln = logaritmo natural

**Fuente:**

Chave et al. (2005)

##### b) Ecuación alométrica para estimar biomasa sobre el suelo de la especie cético (*Cecropia sp.*)

$$\text{Biomass} = 12.764 + 0.2588 * (\text{dbh})^{2.0515}$$

Dónde:

dbh = Gama de DAP (cm): 5 – 40 cm

**Fuente:**

Pearson et al. (2005)

**c) Ecuación alométrica para estimar la biomasa sobre el suelo de palmera**

$$Y = 10.0 + 6.4 * TH$$

Dónde:

TH= altura total de la palmera en (m)

**Fuente:**

Fragi y Luyo. (1995). Citado por Brown, S. y Pasa, E. (2007)

**d) Ecuación alométrica para estimar la biomasa sobre el suelo de lianas**

$$Biomass = \exp(0.12 + 0.91 * \text{Log}(BA \text{ at } dhb))$$

Dónde:

BA at dhb = área basal del DAP

dhb= DAP está establecido hasta 12 cm pero es aplicable a más.

**Fuente:**

Putz, F. (1983). Citado por Pearson et al. (2005).

**e) Ecuación alométrica para estimar biomasa sobre el suelo de la palmera de wasái**

$$Biomass = 6.666 + 12.826 * Ht^{0.5} * \text{Ln}(Ht)$$

Dónde:

Ht = altura total, establecida solo hasta 33m

**Fuente:**

Pearson et al. (2005). Citado por Winrock (2006)

**f) Ecuación alométrica para estimar la biomasa sobre el suelo de la palmera ungurahui (*Oenocarpus bataua*)**

$$Y = 23.487 + 41.851 * (\text{LN}Ht)^2$$

Dónde:

Y= materia seca sobre el suelo, Kg (árbol)-1

Ht = altura Total en (m)

**Fuente:**

Pearson et al. (2005). Citado por Winrock, 2006

**g) Ecuación alométrica para cálculo de carbono en aguaje**

$$Y = 0.00006 * (Ht)^3 + 0.0046 * (Ht)^2 - 0.043 * (Ht) + 0.1259$$

Dónde:

Y = biomasa de aguaje en toneladas (t)

Ht = altura total del aguaje (m)

**Fuente:**

Freitas *et al.*, 2006.

#### **h) Ecuación alométrica para estimar biomasa subterránea de especies arbóreas**

$$\text{Biomass} = \exp(-1.0587 + 0.8836 * \text{Ln} (\text{BSS}))$$

Dónde:

BSS= Biomasa sobre el suelo

ln = logaritmo natural

**Fuente:**

Cairns et al. 1997. Citado por IPCC. (2003)

El carbono almacenado en la biomasa subterránea arbórea fue estimado a partir de la biomasa aérea. Esto se realizó para el caso del grupo de latifoliadas y ceticos. Con respecto a las palmeras se consideró la relación biomasa subterránea/biomasa aérea de 0.37 para bosques tropicales lluviosos establecido por las directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

#### **i) Relación biomasa / carbono**

$$\text{Carbono} = \frac{\text{Biomasa}}{2}$$

Fuente: IPCC (2006)

#### **j) Relación carbono/CO<sub>2</sub>-e**

44/12 = proporción del peso molecular de CO<sub>2</sub> a carbono, t CO<sub>2</sub>-e<sup>2</sup>

Fuente: IPPCC (2003)

---

<sup>2</sup> Módulo Metodológico REDD: Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea de los reservorios de árboles y no-árboles vivos (CP-AB)

## 4.2 Equipos y materiales

Cuadro 4. Equipos y materiales utilizados

Equipos	Para 1 brigada	
	Unidad	Cantidad
SUUNTO TANDEM	Unidad	1
Forcípula	Unidad	1
GPS	Unidad	1
Cámara fotográfica	Unidad	1
Distanciómetro laser	Unidad	1
Balanza analítica de mano	Unidad	1
Balanza gramera	Unidad	1
<b>Equipamiento personal</b>		
Menaje de cocina	Kit	1
Botiquín de primero auxilios	Kit	1
Poncho de plástico	Unidad	6
Colchoneta	Unidad	6
Botas de jebe	Par	6
Linterna	Unidad	6
Carpa de dormir	Unidad	6
<b>Materiales de campo</b>		
Wincha de 50 metros	Unidad	1
Machete	Unidad	6
Tijera de podar	Unidad	1
Lima triangular	Unidad	8
Cinta de agua	Unidad	8
Plumón delgado indeleble	Unidad	6
Plumón grueso indeleble	Unidad	6
Engrampador tipo pistola	Unidad	1
Grapas	Caja	4
Tablero de campo	Unidad	1
Lápiz con borrador	Caja	2
Borrador	Unidad	6
Tajador	Unidad	2
Micas	Docena	5
Pila alcalina para linterna (A)	Par	12
Pila alcalina para GPS (AA)	Par	10
Pilas alcalinas para cámara fotográfica (AA)	Par	6
Pila alcalina para distanciómetro (AAA)	Par	8
Plástico 10 x 5 m	Paño	1
Libreta de apuntes	Unidad	3
Bolsa plástica	Paquete	8
Lapicero	Caja	1
Costales	Unidad	21
Mochila	Unidad	3
Instructivo de campo	Unidad	2
Mapas: Tipo de vegetación , fisiográfico e imagen satelital con ubicación de parcelas	Unidad	10
Formatos de evaluación	Hojas	500

## V. Resultados

Se determinó los contenidos de carbono en t/ha de los bosques de las 07 comunidades nativas beneficiarias del proyecto ITTO REDDES y se validó los estratos de bosques establecidos para el levantamiento de información de las parcelas de muestreo.

La cantidad de parcelas evaluadas fueron un total de 101, distribuidas en toda el área de estudio.

### 5.1 Contenidos de stock de carbono

De los resultados obtenidos se pudo estimar el contenido de carbono almacenado en t/ha para cada reservorio.

La estimación de cada reservorio fue desarrollado de acuerdo a cada estrato establecido al área de estudio con información recogida a través de las parcelas de muestreo.

Cuadro 5. Contenidos de carbono de acuerdo a sus reservorios

Estratos	Reservorio aéreo (tC/ha)	Reservorio subterráneo (tC/ha)	Hojarasca (tC/ha)	Suelo (tC)	Madera muerta (tC/ha)	Total (tC/ha)
Bosque de colina alta	123.04	31.76	2.83	61.82	23.28	242.74
Bosque de colina baja	114.53	29.92	2.63	39.16	33.25	219.50
Bosque de montaña	137.42	29.29	2.79	39.09	11.78	220.36
Bosque de terraza alta	112.80	30.31	1.96	34.23	21.07	200.36
Bosque de terraza baja	64.60	27.09	3.05	56.47	27.20	178.40
Bosque de terraza baja inundable	115.24	26.34	2.52	64.23	9.84	218.17
Bosque de terraza media	119.26	31.77	2.96	30.51	21.07	205.57
Bosque hidromorfo	115.76	28.20	3.27	62.51	21.07	230.82

### 5.2 Calculo estadístico

El promedio de carbono almacenado en la vegetación viva, a partir de 5 cm de diámetro a la altura del pecho es de 211.56 toneladas por hectárea. El error de muestreo alcanzado, fue de 5.29% el cual está por debajo de acuerdo a lo establecido al inicio del estudio, como se muestra en el cuadro 6 para los parámetros estadísticos determinados para la evaluación de las 101 parcelas.

Cuadro 6. Parámetros estadísticos calculados

Parámetro	Valor
N de parcelas	101
Min (tn/ha)	94.24
Max (tn/ha)	401.32
Promedio (tn/ha)	211.56
Desviación estándar	57.06
CV %	26.97
Error de muestreo (%)	5.29

## VI. Conclusiones y discusión

El área de estudio presenta una extensión de 982,952.89 ha que comprende a los bosques de las siete comunidades nativas y su área de influencia de amenaza de deforestación.

Las parcelas evaluadas en el inventario de carbono fueron un total de 101 parcelas.

Se realizó la estimación del carbono almacenado para 5 reservorios de acuerdo a la estratificación del área de estudio. Los reservorios estimados fueron:

- Reservorio aéreo
- Reservorio subterráneo
- Hojarasca
- Carbono orgánico del suelo
- Madera muerta

De acuerdo a los reservorios estimados para cada estrato podemos determinar que el bosque de colina alta almacena el mayor contenido de carbono en tn/ha frente a los demás tipos de bosque del área de estudio.

El área de estudio almacena un total de 205,378,765.06 tn de carbono equivalente a 753,055,471.90 tn de CO<sub>2</sub>-e. Revisar el cuadro 7.

Cuadro 7. Carbono almacenado en el área de estudio

<b>Estratos</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Carbono (t/ha)</b>	<b>Carbono (t)</b>	<b>CO2-e</b>
Bosque de colina alta	22,047.16	242.74	5,351,626.12	19,622,629.12
Bosque de colina baja	271,374.23	219.50	59,565,424.94	218,406,558.13
Bosque de montaña	75,711.15	220.36	16,683,744.61	61,173,730.25
Bosque de terraza alta	54,689.69	200.36	10,957,702.04	40,178,240.82
Bosque de terraza baja	240,429.31	178.40	42,893,289.95	157,275,396.49
Bosque de terraza baja inundable	276,810.94	218.17	60,390,885.12	221,433,245.43
Bosque de terraza media	5,264.60	205.57	1,082,259.08	3,968,283.28
Bosque hidromorfo	36,625.81	230.82	8,453,833.19	30,997,388.38
<b>Total</b>	<b>982,952.89</b>		<b>205,378,765.06</b>	<b>753,055,471.90</b>

## VII. Bibliografía

- CHAVE, J; ANDALO, C; BROWN, S; CAIRNS, M; CHAMBERS, J; EAMUS, D; FOLSTER, H; FROMARD, F; HIGUCHI, N; KIRA, T; LESCURE, J; NELSON, B; OGAWA, H; PUIG, H; RIERA, B; YAMAKURA, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Ecosystem ecology* 146: 87-99.
- FREITAS, L; OTARÓLA, E; DEL CASTILLO, D; LINARES, C; MARTINEZ, C; MALCA, G. IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, PE). 2006. Servicios Ambientales de Almacenamiento y Secuestro de Carbono del Ecosistema Aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria – Loreto. Documento Técnico N° 29. Iquitos, Perú. 65 p.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 1996. Guía Explicativa del Mapa Forestal 1995. Lima, Perú. 129 p.
- IPCC (International Plant Protection Convention). 2003. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS – Capítulo 4: Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kyoto (en línea). Disponible en <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/spanish/ch4.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4. Forest Land. Disponible en [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_04\\_Ch4\\_Forest\\_Land.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf)
- MALLEUX, J. 1982. Inventarios Forestales en Bosques Tropicales. Universidad Nacional Agraria LaMolina. Lima, Perú. 414 p.
- PASA, A. s.f. Small holders' Contribution on Climate Change Mitigation and Water Quality: The Case of the CBFM Project in Midwestern Leyte, Department of Agroforestry, College of Forestry and Natural Resources Visayas State University Philippines. 12 p.
- PEARSON, T; WALKER S; BROWN, S. s.f. Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects BioCarbon Fund – Winrock internacional. USA. 64 p.
- \_\_\_\_\_. 2005. Sourcebook for Land use, Land-use Change and forestry Projects, Winrock internacional, USA. Disponible en [http://www.winrock.org/ecosystems/files/Winrock-BioCarbon\\_Fund\\_Sourcebook-compressed.pdf](http://www.winrock.org/ecosystems/files/Winrock-BioCarbon_Fund_Sourcebook-compressed.pdf).
- RECAVARREN, P; DELGADO M; ANGULO, M; LEÓN, A; CASTRO, A. 2011. Proyecto REDD en Áreas Naturales Protegidas de Madre de Dios. Insumos para la elaboración de la línea base de carbono. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral – AIDER. Lima, Perú. 205 p.

\_\_\_\_\_; NALVARTE, W. 2008. Estimación del carbono almacenado en la biomasa de los bosques de la cuenca alta del río Yuracyacu, San Martín, Perú. Lima, Perú. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral - AIDER. 48 p.

WALKER, S; BROWN, S. 2007. Procedimientos operativos estándares para la estimación de carbono. Winrock internacional. Virginia, USA. 50 p.

WINROCK INTERNATIONAL. 2006. Carbon Storage in the Los Amigos conservation concession, Madre de Dios, Perú. Winrock International. Massachusetts, USA. 27 p.

# ANEXOS

## Anexo 1: Ubicación de las parcelas evaluadas

Cuadro 8. Coordenadas de ubicación UTM de las parcelas evaluadas por estrato.

N° Parcelas de campo	Código de parcela	Estratos	Este	Norte
1	1b	Bosque de Colina alta	475888	9007051
2	2b	Bosque de Colina alta	476226	9008078
3	3b	Bosque de Colina alta	476820	9010415
4	4b	Bosque de Colina alta	476848	9011303
5	5b	Bosque de Colina alta	477506	9010926
6	6b	Bosque de Colina alta	530995	9224209
7	7b	Bosque de Colina alta	531773	9023997
8	8b	Bosque de Colina alta	532800	9023616
9	1a	Bosque de Colina baja	593337	9100920
10	2a	Bosque de Colina baja	593542	9100532
11	3a	Bosque de Colina baja	592811	9101453
12	4a	Bosque de Colina baja	592869	9101177
13	5a	Bosque de Colina baja	592995	9101985
14	6a	Bosque de Colina baja	593169	9102389
15	51a	Bosque de Colina baja	545717	9124063
16	52a	Bosque de Colina baja	546718	9124564
17	53a	Bosque de Colina baja	547729	9125182
18	54a	Bosque de Colina baja	547788	9124597
19	55a	Bosque de Colina baja	546740	9124978
20	56a	Bosque de Colina baja	546501	9123837
21	9b	Bosque de Colina baja	470767	8992351
22	10b	Bosque de Colina baja	468708	8989404
23	11b	Bosque de Colina baja	470135	8989753
24	12b	Bosque de Colina baja	471408	9000552
25	13b	Bosque de Colina baja	472073	9000961
26	14b	Bosque de Montaña	537197	8996718
27	15b	Bosque de Montaña	537431	8997901
28	16b	Bosque de Montaña	536298	8997620
29	18b	Bosque de Montaña	536484	8997311
30	19b	Bosque de Montaña	538336	8997925
31	43a	Bosque de Terraza alta	570709	9091024
32	44a	Bosque de Terraza alta	570713	9091301
33	45a	Bosque de Terraza alta	558606	9095245
34	46a	Bosque de Terraza alta	558516	9094973
35	47a	Bosque de Terraza alta	558799	9094352
36	48a	Bosque de Terraza alta	558286	9102982
37	49a	Bosque de Terraza alta	557840	9103319
38	50a	Bosque de Terraza alta	546399	9104738
39	32a	Bosque de Terraza baja	544746	9105376

40	33a	Bosque de Terraza baja	535751	9113129
41	34a	Bosque de Terraza baja	534695	9112876
42	35a	Bosque de Terraza baja	532550	9110873
43	36a	Bosque de Terraza baja	532217	9111566
44	37a	Bosque de Terraza baja	563826	9104410
45	38a	Bosque de Terraza baja	564146	9104192
46	39a	Bosque de Terraza baja	553495	9112466
47	40a	Bosque de Terraza baja	552797	9112296
48	41a	Bosque de Terraza baja	547026	9121688
49	42a	Bosque de Terraza baja	546717	9121567
50	21b	Bosque de Terraza baja	568839	9035406
51	22b	Bosque de Terraza baja	569144	9035818
52	23b	Bosque de Terraza baja	571009	9033934
53	24b	Bosque de Terraza baja	568342	9034794
54	25b	Bosque de Terraza baja	571829	9035064
55	26b	Bosque de Terraza baja	547474	9041240
56	27b	Bosque de Terraza baja	537431	8997901
57	28b	Bosque de Terraza baja	546987	9040948
58	30b	Bosque de Terraza baja	589752	8963056
59	31b	Bosque de Terraza baja	589897	8963546
60	32b	Bosque de Terraza baja	589139	8963388
61	33b	Bosque de Terraza baja	589893	8962564
62	43b	Bosque de Terraza baja	589377	8964247
63	13a	Bosque de Terraza baja inundable	575573	9090234
64	14a	Bosque de Terraza baja inundable	575318	9089843
65	15a	Bosque de Terraza baja inundable	566157	9103226
66	16a	Bosque de Terraza baja inundable	565778	9104004
67	17a	Bosque de Terraza baja inundable	551147	9106078
68	18a	Bosque de Terraza baja inundable	551112	9106484
69	19a	Bosque de Terraza baja inundable	547715	9117064
70	20a	Bosque de Terraza baja inundable	545287	9117037
71	21a	Bosque de Terraza baja inundable	548094	9117535
72	22a	Bosque de Terraza baja inundable	544274	9117580
73	23a	Bosque de Terraza baja inundable	544780	9117350
74	24a	Bosque de Terraza baja inundable	586577	9101518
75	25a	Bosque de Terraza baja inundable	586412	9101289
76	20b	Bosque de Terraza baja inundable	571269	9034793
77	29b	Bosque de Terraza baja inundable	573680	8980392
78	34b	Bosque de Terraza baja inundable	577574	8979185
79	35b	Bosque de Terraza baja inundable	572851	8982770
80	36b	Bosque de Terraza baja inundable	572443	8980520
81	37b	Bosque de Terraza baja inundable	574350	8979666
82	38b	Bosque de Terraza baja inundable	572708	8981250
83	39b	Bosque de Terraza baja inundable	572715	8982078
84	40b	Bosque de Terraza baja inundable	557042	9016166

85	41b	Bosque de Terraza baja inundable	557203	9018062
86	42b	Bosque de Terraza baja inundable	557624	9017999
87	44b	Bosque de Terraza baja inundable	556857	9018003
88	45b	Bosque de Terraza baja inundable	589304	8962793
89	46b	Bosque de Terraza baja inundable	556938	9016338
90	7a	Bosque de Terraza media	587103	9101680
91	8a	Bosque de Terraza media	587835	9100866
92	9a	Bosque de Terraza media	587410	9101150
93	10a	Bosque de Terraza media	588480	9100881
94	11a	Bosque de Terraza media	586332	9101897
95	12a	Bosque de Terraza media	589178	9100364
96	26a	Bosque Hidromórfico	579434	9103780
97	27a	Bosque Hidromórfico	580742	9103031
98	28a	Bosque Hidromórfico	549222	9127067
99	29a	Bosque Hidromórfico	550598	9126012
100	30a	Bosque Hidromórfico	549718	9126561
101	31a	Bosque Hidromórfico	551232	9126575

## Anexo 2: Resultados de las evaluaciones de campo

Cuadro 9. Resultado del total de carbono almacenado en t/ha de cada parcela evaluada

Parcelas	Estratos	Carbono almacenado en (t/ha) de cada parcela evaluada
1-b	Bosque de colina alta	288.5
2-b	Bosque de colina alta	214.2
3-b	Bosque de colina alta	328.6
4-b	Bosque de colina alta	233.4
5-b	Bosque de colina alta	303.1
6-b	Bosque de colina alta	236.7
7-b	Bosque de colina alta	155.1
8-b	Bosque de colina alta	182.3
10-b	Bosque de colina baja	258.3
11-b	Bosque de colina baja	269.3
12-b	Bosque de colina baja	224.3
13-b	Bosque de colina baja	232.8
1-a	Bosque de colina baja	188.3
2-a	Bosque de colina baja	165.1
3-a	Bosque de colina baja	249.7
4-a	Bosque de colina baja	198.1
51-a	Bosque de colina baja	212.3
52-a	Bosque de colina baja	204.4
53-a	Bosque de colina baja	185.4
54-a	Bosque de colina baja	216.7
55-a	Bosque de colina baja	200.1
56-a	Bosque de colina baja	243.5
5-a	Bosque de colina baja	212.8
6-a	Bosque de colina baja	202.6
9-b	Bosque de colina baja	267.8
14-b	Bosque de montaña	252.4
15-b	Bosque de montaña	223.1
16-b	Bosque de montaña	212.0
18-b	Bosque de montaña	240.9
19-b	Bosque de montaña	173.5
43-a	Bosque de terraza alta	234.7
44-a	Bosque de terraza alta	186.8
45-a	Bosque de terraza alta	197.3
46-a	Bosque de terraza alta	186.2
47-a	Bosque de terraza alta	149.8
48-a	Bosque de terraza alta	154.7
49-a	Bosque de terraza alta	200.7

50-a	Bosque de terraza alta	292.7
20-b	Bosque de terraza baja	175.3
21-b	Bosque de terraza baja	159.9
22-b	Bosque de terraza baja	208.4
23-b	Bosque de terraza baja	161.2
24-b	Bosque de terraza baja	221.7
25-b	Bosque de terraza baja	238.3
26-b	Bosque de terraza baja	162.5
27-b	Bosque de terraza baja	235.1
32-a	Bosque de terraza baja	182.5
33-a	Bosque de terraza baja	132.9
34-a	Bosque de terraza baja	160.5
35-a	Bosque de terraza baja	213.5
36-a	Bosque de terraza baja	108.0
37-a	Bosque de terraza baja	94.2
38-a	Bosque de terraza baja	203.3
39-a	Bosque de terraza baja	151.9
40-a	Bosque de terraza baja	216.2
41-a	Bosque de terraza baja	138.0
42-a	Bosque de terraza baja	226.2
13-a	Bosque de terraza baja inundable	137.9
14-a	Bosque de terraza baja inundable	152.9
15-a	Bosque de terraza baja inundable	181.0
16-a	Bosque de terraza baja inundable	172.3
17-a	Bosque de terraza baja inundable	133.8
18-a	Bosque de terraza baja inundable	171.5
19-a	Bosque de terraza baja inundable	221.5
20-a	Bosque de terraza baja inundable	353.8
21-a	Bosque de terraza baja inundable	169.4
22-a	Bosque de terraza baja inundable	245.6
23-a	Bosque de terraza baja inundable	153.8
24-a	Bosque de terraza baja inundable	211.9
25-a	Bosque de terraza baja inundable	150.4
28-b	Bosque de terraza baja inundable	256.8
29-b	Bosque de terraza baja inundable	369.9
30-b	Bosque de terraza baja inundable	223.5
31-b	Bosque de terraza baja inundable	180.9
32-b	Bosque de terraza baja inundable	159.6
33-b	Bosque de terraza baja inundable	190.8
34-b	Bosque de terraza baja inundable	154.2
35-b	Bosque de terraza baja inundable	279.7
36-b	Bosque de terraza baja inundable	204.3
37-b	Bosque de terraza baja inundable	401.3
38-b	Bosque de terraza baja inundable	280.1
39-b	Bosque de terraza baja inundable	366.3

40-b	Bosque de terraza baja inundable	149.7
41-b	Bosque de terraza baja inundable	253.1
42-b	Bosque de terraza baja inundable	329.2
43-b	Bosque de terraza baja inundable	194.2
44-b	Bosque de terraza baja inundable	143.6
45-b	Bosque de terraza baja inundable	165.4
46-b	Bosque de terraza baja inundable	222.9
10-a	Bosque de terraza media	210.4
11-a	Bosque de terraza media	233.6
12-a	Bosque de terraza media	192.1
7-a	Bosque de terraza media	250.4
8-a	Bosque de terraza media	171.2
9-a	Bosque de terraza media	175.8
26-a	Bosque hidromorfico	307.3
27-a	Bosque hidromorfico	151.8
28-a	Bosque hidromorfico	260.8
29-a	Bosque hidromorfico	263.2
30-a	Bosque hidromorfico	204.3
31-a	Bosque hidromorfico	197.5

### Anexo 03. Mapa de ubicación de las parcelas evaluadas

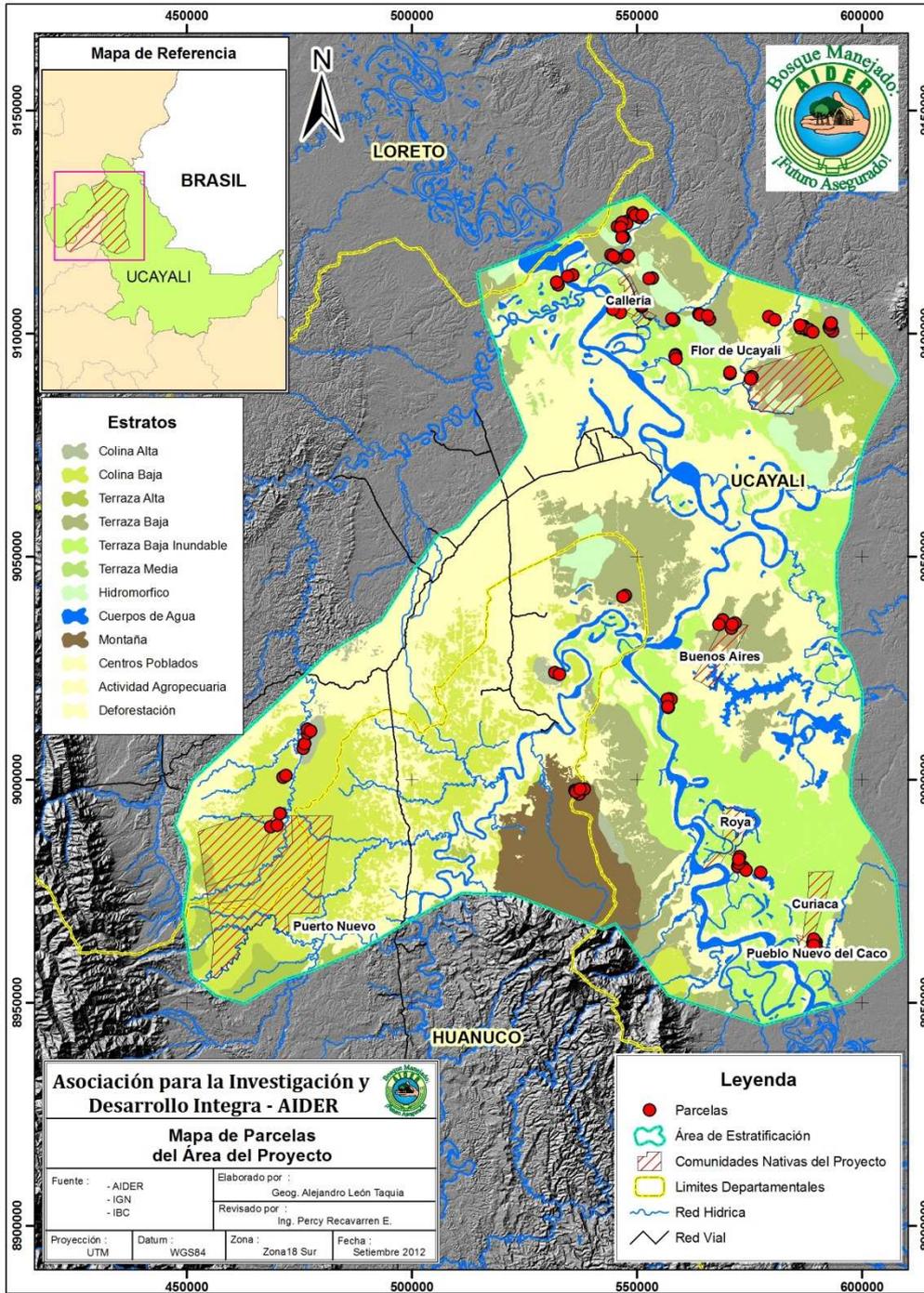


Figura 6. Mapa de distribución de las parcelas de muestreo



Observaciones:

Justificación por desplazamiento de parcela





**Formato 4. Muestreo de suelo**  
Muestra de suelo húmedo

NUMERO DE PARCELA:

FECHA	
HORA INICIO	
HORA FINAL	

RESPONSABLE:

TARA DE LA MUESTRA (Bolsa plástica en g)

PESO HÚMEDO MUESTRA DE DENSIDAD 1 (d1) en g muestra + tara

de 0-10 cm:

de 10-30 cm:

CODIGO DE LA MUESTRA


PESO HÚMEDO MUESTRA DE DENSIDAD 2 (d2) en g muestra + tara

de 0-10 cm:

de 10-30 cm:

CODIGO DE LA MUESTRA


DATOS DE SUELO PARA CARBONO

CODIGO DE MUESTRA

de 0-10 cm:

de 10-30 cm:

**Observaciones:**

--







## Anexo 05. Imágenes del trabajo de campo



Figura 7. Evaluación de biomasa aérea



Figura 8. Muestreo destructivo



Figura 9. Evaluación de hojarasca



Figura 10. Muestreo de carbono orgánico del suelo