



**MUESTREO SEMICUANTITATIVO  
INVENTARIO FORESTAL ESTATAL CUANTITATIVO**

*Bosques y Selvas*



**Manual de Referencia**

**Coordinación:**

Fernando Paz (COLPOS)

**Colaboración:**

Marcos Casiano (COLPOS)

Carlos O. Cruz (INEGI)

Jesús Argumedo (INEGI)

Ben de Jong (ECOSUR)

Rafael Flores (CONAFOR)

Susana Ochoa (ECOSUR)

**MEXICO, 22 DE ABRIL DE 2011 (Versión 2.1)**

INFORMES:

01 (595) 95 2 02 00 EXT. 1151

SUGERENCIAS:

[mcasiano@colpos.mx](mailto:mcasiano@colpos.mx)

[pellat@colpos.mx](mailto:pellat@colpos.mx)

Cita correcta del documento:

Programa Mexicano del Carbono, 2011, Manual de Referencia para el Muestreo Semicuantitativo del Inventario Forestal Estatal Cuantitativo: Bosques y Selvas. Bajo la Coordinación de Fernando Paz; con la colaboración Marcos Casiano, Carlos Omar Cruz, Jesús Argumedo, Ben de Jong, Rafael Flores y Susana Ochoa. México, D.F., 49 Pág.

## **Introducción**

El presente manual tiene como objetivo conocer los parámetros y criterios de diagnóstico que deben ser aplicados por los brigadistas encargados del muestreo.

El muestreo incluye dos etapas de trabajo principales: descripción de la vegetación y suelo y la reconstrucción histórica de los cambios en la vegetación a partir del conocimiento local y otras evidencias. Ambas etapas permiten estimar los almacenes de carbono en el segmento de la biomasa aérea, superficial y subterránea. Para ello se establece una superficie circular de referencia de 1000m<sup>2</sup>.

El objetivo principal de las mediciones semicuantitativas es realizar estimaciones “blandas” de la densidad de carbono en los almacenes de biomasa aérea, mantillo, materia orgánica muerta y suelo.

Los resultados obtenidos permitirán efectuar las interpolaciones necesarias para describir comportamientos y estimar incertidumbres en la variabilidad natural del paisaje, apoyándose en otros sistemas de monitoreo intensivos y permanentes. Este esquema de muestreo es compatible con la información de los puntos de control de INEGI en sus diferentes series de Uso del Suelo y Vegetación.

## **Establecimiento de la parcela de muestreo semicuantitativa.**

Para establecer la parcela debe tomarse en cuenta la correcta aplicación de los criterios de selección contenidos en el Manual para Selección de Parcelas de Muestreo.

Cuando la parcela está seleccionada y el brigadista se encuentra justo en el centro, deberá colocar una estaca de color naranja de 1m de altura para tener siempre la referencia central ya que durante el proceso de registro de información se tendrá que caminar dentro de la parcela circular de 1000m<sup>2</sup> para realizar la estimación de las variables de estudio. A continuación se describen las variables del formato correspondiente a bosques y selvas.

## **Descripción de las variables incluidas en el formato semicuantitativo de Bosques y Selvas.**

### **DATOS GENERALES**

#### **1. Identificador de campo (ID).**

El identificador de campo es la clave que identifica a cada parcela semicuantitativa. El ID está constituido por códigos que describen el tipo de muestreo, la clave de la brigada, la fecha del muestreo y el número consecutivo de la parcela.

Tipo de muestreo	Clave de brigada	Fecha del muestreo (Día, Mes, Año)	Número consecutivo de la parcela.
A	BB	CCCCCC	DD

#### **Tipo de muestreo (A)**

Anotar el código S, que significa Semicuantitativo.

#### **Clave de brigada (BB)**

Estará en función al número de brigadas consideradas para cada Estado (por ejemplo, del 01 al 12). Esta clave estará asignada al responsable de la brigada y no será transferible.

#### **Fecha del muestreo (CCCCCC)**

Indica el día, mes y año en que se inició el estudio de la parcela de muestreo. Todos los muestreos semicuantitativos deben iniciar y concluir el mismo día.

#### **Número de sitio (DD)**

Corresponde al número consecutivo de la parcela de muestreo. Se consideran de 01 a 99 levantamientos.

Por ejemplo, si la brigada 02 realizó el quinto muestreo semicuantitativo correspondiente al día 01 de marzo de 2011, se anotará en el formato lo siguiente:

IDENTIFICADOR DE CAMPO 

S02	010311	05
-----	--------	----

**2. Responsable de brigada.** Se registra el primer nombre y primer apellido del responsable de brigada.

**3. Localidad próxima.** Es útil para validar posteriormente el reporte de coordenadas. Cuando la localidad está lejos se registra el nombre de la parcela o el rasgo geográfico más próximo.

**4. Coordenadas.** Las coordenadas serán obtenidas en el sistema de proyección UTM (Universal Transversa de Mercator), teniendo como Datum de Referencia el sistema WGS 84, sin decimales. Debe efectuarse además una fotografía nítida a la pantalla del GPS (Figura 1) para validar todos los datos de posicionamiento espacial. Las coordenadas están referidas al punto central de la parcela circular de observación/medición de 1000m<sup>2</sup>.

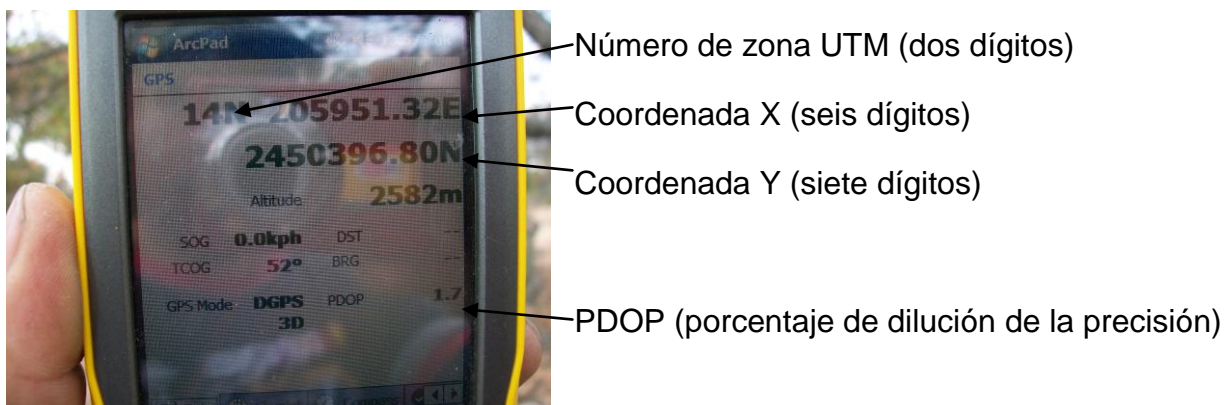


Figura 1. Fotografía de la pantalla del GPS.

**5. Porcentaje de dilución de la precisión.** No debe ser mayor a 4.0. Este valor es útil para calcular la exactitud relativa entre los muestreos efectuados.

## 6. Pendiente.

Se anota la pendiente existente en los 35.68m de distancia que abarca el diámetro de la parcela circular de muestreo semicuantitativa. El brigadista que toma este valor estará situado en el centro de la parcela y tomará como referencia la pendiente dominante que generalmente es la pendiente que va del centro de la parcela a la parte más alta del relieve. La pendiente se anotará en términos porcentuales.

Para calcular la pendiente se calcula la diferencia de altitud entre el punto A y el punto B de la parcela. Si la diferencia es de 1 m, la pendiente es de 2.8%. El cálculo se realiza así: pendiente (%) = (metros de diferencia entre el punto A y B) x 100 / 35.68. Ver figura 2.

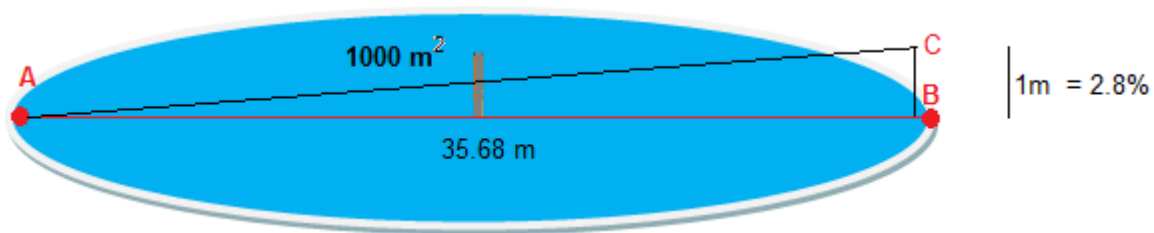


Figura 2. Estimación de la pendiente en la parcela de muestreo semicuantitativo en bosques y selvas.

## 7. Hora de inicio.

Anotar la hora de inicio del muestreo para mejor control de archivos fotográficos.

## 8. Toma de fotografías.

En el punto central de la parcela se toman siete fotografías (Figura 3.1 y 3.2), las cuales se identifican de la siguiente manera:

- ID-F01 Foto del GPS (Figura 3.1).
- ID-F02 Foto de rumbo Norte (con énfasis en la vegetación).
- ID-F03 Foto de rumbo Norte (con énfasis en el suelo).
- ID-F04 Foto de rumbo Sur (con énfasis en la vegetación).
- ID-F05 Foto de rumbo Sur (con énfasis en el suelo).
- ID-F06 Foto a Cenit (cobertura arbórea).
- ID-F07 Foto a Nadir (cobertura del suelo a 1m de altura).



Figura 3.1. Fotografía de la pantalla del GPS, tomada en el centro de la parcela con datos nítidos de coordenadas UTM y PDOP.





	
<p><b>Foto 2 y 4.</b> Vista panorámica horizontal de la vegetación rumbo al transecto Norte (2) y transecto Sur (4), con el triángulo a 5m de distancia y la base de poste en la parte inferior de la foto.</p>	<p><b>Foto 3 y 5.</b> Vista panorámica horizontal del suelo rumbo al transecto Norte (3) y transecto Sur (5), con el triángulo en la parte superior de la foto.</p>
	
<p><b>Foto 6.</b> Foto a cenit para vista vertical del dosel.</p>	<p><b>Foto 7.</b> Foto a nadir para vista vertical del suelo empleando un cuadro de PVC de 30cm por lado.</p>

Figura 3.2. Fotografías tomadas desde el centro de la parcela hacia los diferentes transectos, cobertura arbórea y suelo.

## DESCRIPCION DE LA VEGETACION

### 9. Comunidad y desarrollo vegetal.

Una comunidad vegetal es una colección de especies vegetales que crecen en una localidad determinada y que muestran una asociación o afinidad definida una con otra. En

este caso es importante separar la comunidad de BOSQUE de la comunidad SELVA, estas diferencias se presentan en la Figura 4.

<p><b>Bosque</b></p> <p>Comunidad dominada por árboles, plantas leñosas con un tronco bien definido, generalmente de 4m o más de alto y que tienen una cobertura aérea arbórea mínima del 10%. Pueden existir coberturas del estrato arbustivo y herbáceo en diferentes grados.</p>	
<p><b>Selva</b></p> <p>Comunidad formada por vegetación arbórea de origen meridional (neotropical), generalmente de climas cálido húmedo, subhúmedo y semiseco. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones necesarios para afianzarse mejor al suelo. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. A diferencia de los bosques, las selvas son comunidades muy complejas en cuanto a la composición de su flora, por lo que su clasificación se realiza con base principalmente en su aspecto fisonómico y secundariamente en su composición florística. Se clasifican de acuerdo a su estructura (altura y cobertura) y a la fenología de las hojas.</p>	

Figura 4. Descripción de bosques y selvas.

### 10. Estrato dominante.

Se elige una opción en el formato sobre el estrato que domina en la parcela (Figura 5). Si el brigadista está ubicado en el estrato arbustivo-arbóreo, significa que en ese lugar existen



los dos estratos pero que el dominante es el arbustivo. En el formato se anota de la siguiente manera:

ARBOREO  
 ARBOREO-ARBUSTIVO  
 ARBUSTIVO-ARBOREO  
 ARBUSTIVO  
 HERBACEO-ARBUSTIVO  
 HERBACEO  
 NINGUNO

-
-
X
-
-
-
-



<p><b>Arbustivo-arbóreo</b></p> <p>Caracterizado por la asociación de individuos con altura variable y con estratos de 1.5m para el caso de los arbustos y en el caso de árboles de 2m en adelante. Característico de comunidades arbóreas en recuperación.</p>	<p><b>Arbustivo</b></p> <p>Estrato característico de las comunidades de matorral o con vegetación secundaria. Su altura es de 2m o menos.</p>	<p><b>Herbáceo-arbustivo</b></p> <p>Abundancia de especies con altura promedio menor a 2 m. Característico de comunidades de matorral o pastizal.</p>	<p><b>Arbóreo</b></p> <p>Caracterizado por la abundancia de individuos de 2m o más de alto y cuya forma de vida corresponde a un árbol.</p>
---	---	---	---

<p><b>Herbáceo</b></p> <p>Característico de plantas sin tallos lignificados (duros).</p>	
<p><b>Ninguno</b></p> <p>Ocurre cuando ninguna cobertura vegetal está presente o su cobertura es menor al 10%. Generalmente el suelo es duro o erosionado o está ocupado por otro uso del suelo tal como carreteras y otras obras de construcción.</p>	

Figura 5. Características de los estratos dominantes en la parcela de medición.

### 11. Forma de vida presente.

En este apartado se anota si se encuentra presente alguna de las siguientes formas de vida:

**Árbol.** Planta leñosa que generalmente alcanza una altura superior a 2 m, en la cual se distingue de manera clara un tronco principal también llamado fuste (Figura 6).



Figura 6. Representación de un árbol.

**Arbusto.** Planta leñosa perenne que no suele superar los 4.5m de altura y que habitualmente se ramifica desde la base o justo por encima de ella (Figura 7).



Figura 7. Representación de un arbusto.

**Trepadoras.** Son plantas que se definen con un crecimiento comúnmente denominado como lianas y son aquellas que germinan en la tierra y mantienen su contacto con el suelo, muchas de ellas llegan a alcanzar el dosel arbóreo; éstas frecuentemente trepan a las copas de los árboles (Figura 8). Una característica distintiva de este hábito de vida es que producen poco o ningún follaje debajo de la copa del dosel.



Figura 8. Representación de una planta trepadora.

**Hierbas.** Plantas que no desarrollan leño en su interior. Suelen ser de consistencia blanda (Figura 9).



Figura 9. Representación de algunas hierbas.

**Pastos.** Se le denomina a la comunidad de vegetación herbácea que se encuentra dominada por las gramíneas (pastos y zacates) (Figura10).



Figura 10. Ejemplo de pastos.

**Epífitas.** Plantas que germinan y se desarrollan sobre otras plantas (incluyen plantas muertas en pie, postes telegráficos, alambres, tocones o cosas semejantes), pero no son parásitas (Figura 11).





Figura 11. Representación de plantas epífitas.

Por ejemplo, si la parcela de muestreo tiene presencia de árboles, arbustos, hierbas, se anota en el formato de la siguiente manera:

ARBOL	X
ARBUSTO	X
TREPADORAS	-
HIERBAS	X
PASTOS	-
EPIFITAS	-

## 12.Fenología.

Es una medida de la persistencia y caducidad de la hoja. Está basado en la conceptualización de INEGI, la cual se indica en la Figura 12.

<p><b>Perennifolia</b></p> <p>Más del 75% de las especies conservan las hojas todo el año.</p>	
<p><b>Subperennifolia</b></p> <p>Entre el 50 y 75% de las especies conservan las hojas durante la época seca del año.</p>	



<p><b>Subcaducifolia</b></p> <p>Entre el 25 y 50% de las especies tiran las hojas en la época seca del año.</p>	
<p><b>Caducifolia</b></p> <p>Más del 75% de las especies arbóreas tiran las hojas en la época seca del año.</p>	

Figura 12. Tipos de fenología presentes en selvas y bosques.

### 13. Evidencias de disturbio.

En este apartado se indica la evidencia de algún disturbio, la cual se encuentre en la parcela de medición. Entre las evidencias se pueden encontrar huellas de incendios, tala, sobrepastoreo, extracción de leña, árboles muertos, plagas, entre otros (Figura 13).

<p><b>Huellas de incendio</b></p> <p>Vestigios de incendios que hayan afectado la cubierta vegetal a cualquier nivel del estrato arbóreo, arbustivo o herbáceo.</p>	
---	--

## Tala

Corte de árboles para la obtención de maderas y producción de carbón.



## Sobrepastoreo

Áreas donde la degradación de la cobertura vegetal es evidente debido a la presión de pastoreo por exceso de carga animal (a) ovinos, (b) caprinos.



(a)



(b)

### **Leña**

Madera extraída de arbustos o árboles generalmente empleada para cocina o calefacción.



### **Sustracción de especies**

Extracción de especies que por su rareza e importancia económica son sustraídas de sus ambientes naturales. (bromelias, orquídeas cirios, patas de elefante, palmas camedoras, cactáceas y cicadas).



### **Árboles dañados y muertos**

Árboles o arbustos muertos o con cierto nivel de afectación provocado por incendios forestales de copa, ataques de plagas, enfermedades, ramas rotas y cortes para extracción de resinas o gomas.





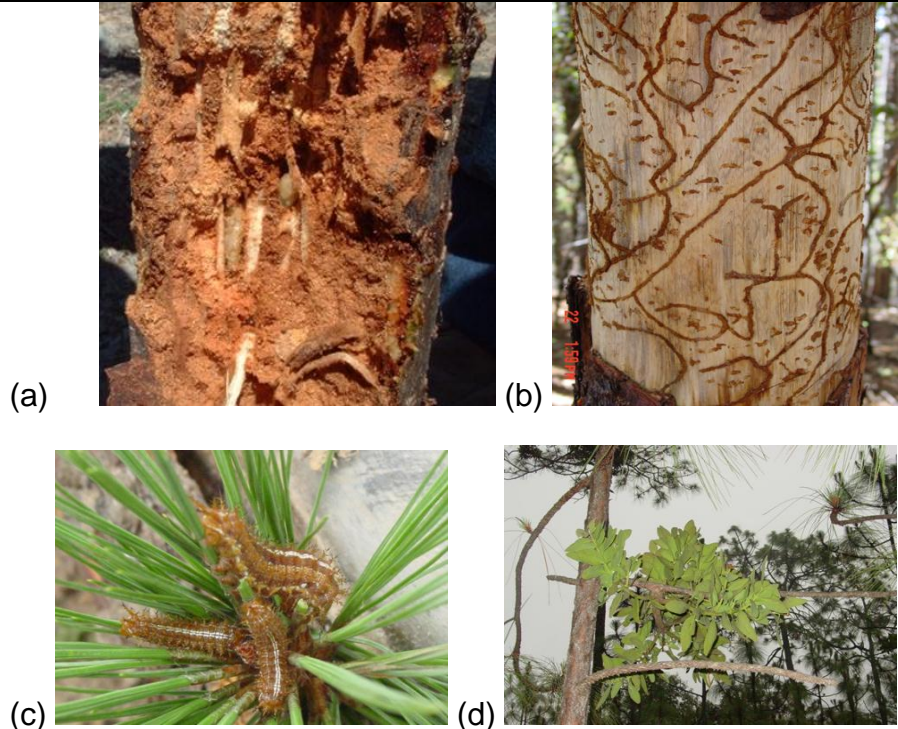

<p><b>Plagas</b></p> <p>Registrar la presencia de plagas y describir si corresponden al tipo barrenador, defoliador, descortezador o son muérdagos presentes en la parcela de muestreo. (a) barrenador, (b) descortezador, (c) defoliador y (d) muérdago.</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>(c) (d)</p>
<p><b>Otros</b></p> <p>Anotar en observaciones si en el sitio de estudio existe presencia de bordos contaminados con aguas negras, relleno sanitario, terraceo, chinampas, minas.</p>	

Figura 13. Evidencias de disturbio que se pueden presentar en las parcelas de medición.

#### 14. Uso forestal.

En este apartado se anota si durante el recorrido hacia la parcela se observó alguna relación entre las especies descritas en la parcela y el uso artesanal, maderable o industrial. Se consideran cuatro opciones en el formato: maderable, artesanal, medicinal o comestible y extracción de látex o resina (Figura 14).



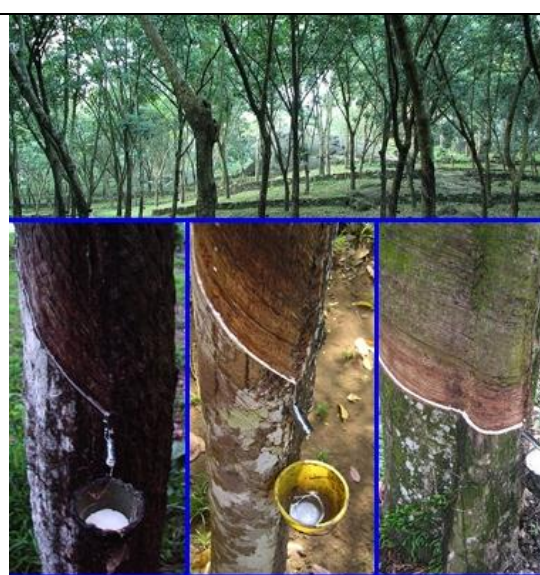
Maderable.



Artesanal.



Medicinal o comestible.



Látex o resina.

Figura 14. Usos forestales considerados en las mediciones.

### 15. Agricultura asociada.

En este apartado hay que indicar el tipo de agricultura asociada, de haber indicios de ello. Estos tipos de agricultura se definen con base en la disponibilidad de agua y la duración del cultivo en el terreno (ver Figura 15).

### **Temporal**

Áreas con cultivos anuales y que dependen del agua de lluvia para completar el ciclo de producción.



### **Riego**

Áreas agrícolas con cultivos anuales y semipermanentes que dependen de sistemas de irrigación para completar el ciclo de producción.



### **Humedad**

Cultivos que por la corta duración de su ciclo de producción pueden completarlo con la humedad residual de la temporada de lluvias. Por ejemplo: garbanzo y maíces criollos.



## Nomadismo

Cuando un ecosistema natural es abruptamente interrumpido por prácticas agrícolas con fines de autoconsumo que únicamente tienen como propósito aprovechar el suelo durante un periodo no mayor a tres años y emplear la madera que fue talada para carbón o leña.



Figura 15. Descripción de los tipos de agricultura asociada a selvas y bosques.

## 16. Agroforestería.

Ocurre cuando dentro del bosque o selva existen especies de porte similar a los arbustos o árboles y que también contribuyen al almacén de carbono en la biomasa aérea (Figura 16). Se pueden elegir una o más de las siguientes categorías dependiendo de las especies dominantes:

CITRICOS	X
OTROS FRUTALES	-
CACAO	-
PALMA	-
CAFÉ BAJO SOMBRA	-
OTROS (DEFINIR)	PLANTACION DE MANGO



Figura 16. Plantación de coco (*Cocus nucifera*), izquierda y cítricos, derecha.

### **17.Erosión del suelo.**

Se evalúa el tipo de erosión únicamente cuando es de grado fuerte o extremo. Los tipos de erosión que pueden registrarse son:

#### **Erosión hídrica en cárcavas o surcos.**

Las cárcavas son estructuras en forma de zanja con paredes escarpadas mayores a 50cm de profundidad y más de 50cm de ancho en su tramo dominante. Tienen un grado extremo cuando el promedio de la profundidad y ancho de las cárcavas es mayor a 200 cm. Generalmente las cárcavas y surcos se aprecian en forma ramificada, confluyendo en los cauces principales de los escurrimientos. La distribución en el área entre una cárcava y otra es de aproximadamente 10 a 30m. Ver figura 17.1.

Los surcos son estructuras similares a las cárcavas pero con una profundidad de 50cm o menos. Los surcos pueden controlarse en general a corto plazo mediante prácticas de conservación de suelos. Los surcos pueden estar separados entre sí a menos de 50cm de distancia. Es frecuente la presencia de cárcavas y surcos secundarios de menor dimensión interconectadas a la red. Ver figura 17.1.

#### **Erosión hídrica laminar.**

La erosión laminar es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie. Es de grado fuerte cuando más de la mitad de la superficie de la parcela está bajo este tipo de erosión. Ver figura 17.1.



Erosión fuerte en cárcavas



Erosión extrema en cárcavas



Erosión fuerte en surcos



Erosión extrema en surcos



Erosión fuerte laminar



Erosión extrema laminar

Figura 17.1. Ejemplos de erosión en forma de cárcavas, surcos o laminar, de grado fuerte y extremo.

### Erosión eólica en pedestales.

Los pedestales son rocas o plantas que aparecen elevados como resultado de la pérdida de suelo por erosión eólica. También pueden ser causados por procesos no erosivos como la deformación del suelo o por la deposición de mantillo alrededor de las plantas. Estos últimos mecanismos no son considerados por este indicador y deben identificarse en el campo (Figura 17.2).

### Erosión eólica por tolvanera, barrido o deposición.

Las áreas de tolvaneras son aquellas donde las partículas más finas de la capa superficial del suelo han sido barridas, algunas veces dejando grava, roca residual o raíces expuestas en la superficie del suelo. La deposición de las partículas en suspensión del suelo está a menudo asociada con la vegetación, la cual provee la rugosidad necesaria para el asentamiento de las partículas en la corriente de aire. El suelo removido por el barrido del viento es redistribuido hacia las áreas de acumulación o deposición, las cuales se incrementan en dimensiones y área de cobertura cuando la erosión eólica se incrementa. Al igual que la erosión hídrica, las partículas de suelo depositadas por el viento pueden originarse fuera del sitio. (Figura 17.2).



Pedestal de planta causada por la erosión eólica del suelo.



Erosión eólica en tolvaneras



Áreas barridas por el viento (asteriscos) en los espacios entre plantas con deposición de suelo y mantillo (flechas) ocurriendo en las bases de las plantas.

Figura 17.2. Ejemplo de erosión eólica en pedestal, tolvanera o barrido con deposición.

### 18. Aspecto de pastos asociados.

En este apartado se consideran tres tipos de pasto de acuerdo a su forma de crecimiento: cespitoso, amacollado y postrado-decumbente; cabe señalar que se puede encontrar en un mismo sitio más de una de estas formas (Figura 18).

#### Cespitoso

El pasto muestra un desarrollo de tal manera que recubre todos los espacios dando un aspecto cerrado.



#### Amacollado

El pasto se agrupa en colonias de varios individuos dando el aspecto de una mata.






<p><b>Postrado-decumbente</b></p> <p>El culmo (tallo) del pasto se observa totalmente acostado paralelo al eje del suelo y los nuevos rebrotes que se originan de las yemas de crecimiento se observan parados en forma vertical.</p>	
<p><b>Mixto</b></p> <p>Este es en caso donde se observan pastizales con un crecimiento amacollado, cespitoso y postrado que son los pastizales compuestos por diversas especies con diferentes comportamientos vegetativos.</p>	

Figura 18. Tipos de pastos de acuerdo a su forma de crecimiento.

### **19. Manejo del ganado.**

En cada parcela indicar si hay presencia de ganado, de ser el caso, anotar el tipo de manejo del cual se encuentra evidencia (Figura 19).

**Extensivo**

Cuando se hace uso de vastas áreas para el apacentamiento del ganado y las instalaciones de manejo del ganado y la explotación son muy rústicas o básicas.



**Intensivo**

Cuando se hace uso de instalaciones especializadas para la explotación de especies de interés pecuario que ocupan extensiones de terreno pequeñas y muy localizadas.



**Mixto**

Cuando existen ambos (extensivo e intensivo).

**Cinegético**

Cuando el lugar donde se encuentra asentada la parcela de muestreo tiene un fin de caza deportiva asociada a ecoturismo.



Figura 19. Descripción de los tipos de manejo ganadero.

## 20. Tipo de ganado.

Se indican en el formato el tipo de ganado existente en la parcela después de observar evidencias de heces fecales, pisoteo, ramoneo o la presencia de animales al momento de efectuar el levantamiento de información. Por ejemplo, si en la parcela de muestreo hay evidencias de heces de burro, presencia física de vacas y ramoneo de chivos, se anota:

BOVINOS	X
CAPRINOS	X
OVINOS	-
PORCINOS	-
EQUINOS	X
OTROS	-

## 21. Razas principales.

Estos datos son recopilados cuando se tiene la seguridad en el diagnóstico de la raza, ya sea por conocimiento local del guía, conocimiento general del brigadista o por información directa del dueño del ganado.

## 22. Cobertura de los estratos.


Se indica el estrato dominante por estimación visual con base en su altura representativa. Los parámetros de diagnóstico están en función de la altura y forma del estrato dominante. Primero se identifican los estratos dentro de la parcela de muestreo (Figura 20).

<p><b>Arbóreo alto</b></p> <p>Árboles con más de 30m.</p>		<p><b>Arbustos muy altos</b></p> <p>Arbustos con altura mayor a 4 m.</p>	
<p><b>Arbóreo medio</b></p> <p>Árboles con altura entre 15 y 30m.</p>		<p><b>Arbustos altos</b></p> <p>Arbustos con altura entre 2 y 4 m.</p>	

<p><b>Árboreo bajo</b></p> <p>Árboles con altura entre 4 y 15 m.</p>		<p><b>Arbustos bajos</b></p> <p>Arbustos con menos de 2 m.</p>	
<p><b>Árboreo muy bajo</b></p> <p>Árboles con altura menor de 4m.</p>		<p><b>Herbáceo</b></p> <p>Hierbas o pastos generalmente con menos de 2m.</p>	

Figura 20. Descripción de los estratos vegetales de acuerdo a su presencia (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Posteriormente, se registra la cobertura aérea de cada una de los ocho estratos descritos anteriormente. Esto es importante para mantener la dominancia del estrato arbustivo o arbóreo que es clave para la condición de BOSQUE o SELVA. Algunos criterios de la cobertura del estrato arbóreo entre 4 y 15m se presentan en la Figura 21.

<p><b>0 Ausente</b></p>	<p>Indica que un estrato específico no está presente en la parcela de muestreo; sin embargo, esto no significa que exista ausencia de todos los estratos.</p>
<p><b>1 Menor a 10%</b></p>	

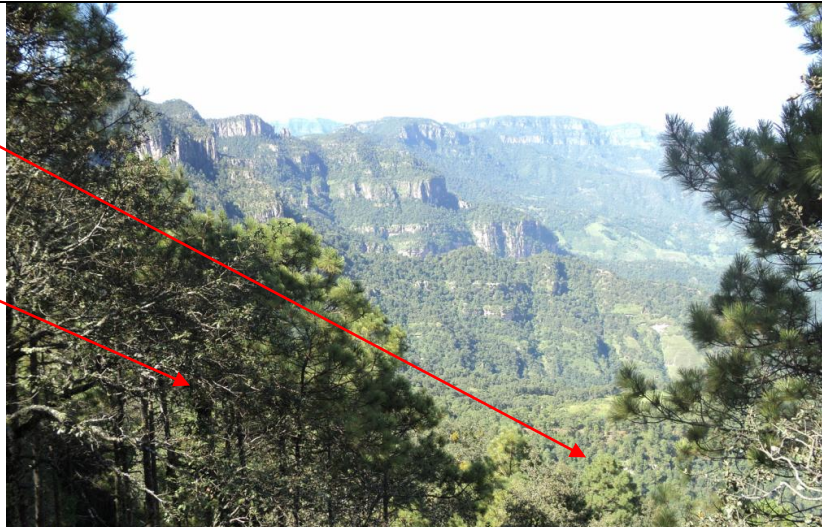
## 2 Entre 10 y 40%

La mayoría de las copas no se tocan entre ellas.



## 3 Entre 40 y 75%

Específicamente 50% de cobertura de árboles entre 4 y 15m en los claros y un 70% en la parte más densa.



En la fotografía se observa un estrato dominante de árboles jóvenes llamados tepejilotes (*Camedora tepejilote*) con una altura promedio de 3m y una cobertura estimada dentro del intervalo número 3 (entre 40 y 75%).



#### 4 Mayor a 75%



En ésta figura el estrato arbóreo alto (entre 15 y 30m) ocupa una cobertura de intervalo 4= mayor a 75%. El bosque denso está formado por árboles de más de 15m de altura cuyas copas se tocan. Generalmente no es posible avanzar a pie sin la ayuda de una lámpara.



Figura 21. Ejemplo de la cobertura del estrato arbóreo entre 4 y 15 m.

### 23. Clases diamétricas.

Para cada clase diamétrica (diámetro del tronco a la altura normal de 1.3 m) identificada visualmente, anotar la abundancia por clase (0= ausente, 1= poco, 2= medio, 3= mucho, 4= elevado). Para el caso de selvas y bosques, las clases de abundancias se determinan contando el número de individuos para clases diamétricas. En el caso de árboles ramificados éstos se consideran de forma individual. En la Figura 22 se presentan las seis clases diamétricas.

<b>Menor a 5 cm</b>		<b>De 41 a 60 cm</b>	
0= ausencia		0= ausencia	
1= poco (1 a 5 individuos)		1= poco (1 individuo)	
2= medio (6 a 15 individuos)		2= medio (2 a 8 individuos)	
3= mucho (16 a 32 individuos)		3= mucho (más de 8 individuos)	
4= elevado (más de 32 individuos)			

<p><b>De 6 a 20 cm</b></p> <p>0= ausencia</p> <p>1= poco (1 a 5 individuos)</p> <p>2= medio (6 a 15 individuos)</p> <p>3= mucho (16 a 32 individuos)</p> <p>4= elevado (más de 32 individuos)</p>		<p><b>De 61 a 80 cm</b></p> <p>Se anota en el formato el número de individuos.</p>	
<p><b>De 21 a 40 cm</b></p> <p>0= ausencia</p> <p>1= poco (1 individuo)</p> <p>2= medio (2 a 8 individuos)</p> <p>3= mucho (más de 8 individuos)</p>		<p><b>Mayor a 80 cm</b></p> <p>Se anota en el formato el número de individuos.</p>	

Figura 22. Clases diamétricas con su respectiva abundancia.

## DESCRIPCION DE LA CAPA SUPERFICIAL DE SUELO

### 24. Mantillo.

La **hojarasca** se refiere al conjunto de hojas y acículas recientemente caídas con una mínima alteración por la descomposición y que conservan en mayor medida su estructura original. También podemos encontrar algunas otras estructuras como frutos, semillas, flores, conos, corteza, etc. Los musgos y líquenes se incluyen en ésta capa.

La **capa de fermentación** es una capa de materia orgánica que ha perdido completamente su estructura original y puede encontrarse en diferentes grados de descomposición, desde materia orgánica completamente descompuesta (humus), hasta parcialmente

descompuesta. Generalmente ésta capa es menos espesa que la hojarasca pero guarda más peso específico e incluye muchas veces una alta proporción de madera putrefacta. En selvas tropicales puede existir una capa semejante pero compuesta de raíces finas que debe ser considerada. En este apartado se emplea una regla graduada y transparente para medir el espesor (cm) tanto de la capa de hojarasca como de la de fermentación, siempre que existan (Figura 23). También se anota la cobertura de la hojarasca en términos porcentuales (Figura 24).



Figura 23. Ilustración de una capa de hojarasca de 3 cm.

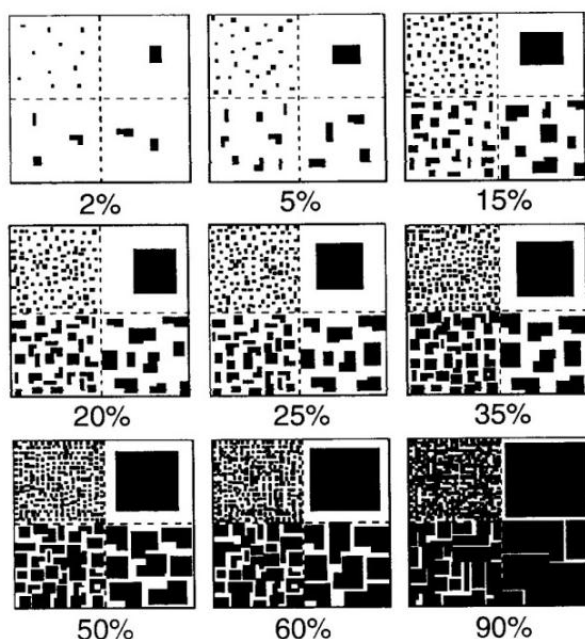


Figura 24. Criterios para definir el porcentaje de cobertura de la hojarasca y de la capa de fermentación.

## 25. Compactación del suelo.

La compactación del suelo se puede verificar al introducir una pala recta en los primeros 30cm o hasta la profundidad de alguna limitante física encontrada. La resistencia ofrecida



por el suelo se debe tanto a la estructura propia de los agregados como al desarrollo radicular existente en el sitio de estudio. La evaluación se realiza inicialmente a humedad de campo. Posteriormente se valida el resultado mediante la fracturación de un agregado localizado a 15cm de profundidad que sea representativo del suelo.

Existen cuatro valores de compactación:

**Suelto.** Cuando el suelo es arenoso por ejemplo, no presenta resistencia a la penetración de la pala. No hay necesidad de algún esfuerzo para fracturar el agregado.

**Firme.** Cuando es mínima la resistencia ofrecida a la penetración. Normalmente con un solo empuje la pala queda enterrada hasta los primeros 30 cm. El agregado seco se rompe fácilmente.

**Duro.** La pala puede ser enterrada pero es difícil la maniobra y generalmente tiene que realizarse en varias etapas antes de llegar a la profundidad indicada. El agregado seco se rompe únicamente con un esfuerzo manual notable.



**Muy duro.** La pala en ningún modo puede ser enterrada manualmente. En ocasiones la capa es tan dura que puede confundirse con un afloramiento rocoso. El agregado seco no se puede romper manualmente.

Fuente: Guidelines for soil description. Pag 23 Table 20. Classification of attributes of surface sealing.

## **26. Textura al tacto.**

Se determina al humedecer ligeramente una porción o agregado del suelo y después de frotarlo entre los dedos índice y pulgar. La respuesta a la plasticidad, adhesividad y grado de rugosidad del suelo son algunos de los criterios requeridos para la determinación del tipo de textura (Cuadro 1). La relación de constituyentes de la fracción fina está fundamentado en criterios de FAO 1990.

**Cuadro 1. Criterios para la determinación de la clase textural del suelo bajo condiciones de humedad.**

Criterios		Clase textural	Contenido aproximado de arcilla (%)
<p>1. No es posible hacer un rollo de 7 mm (diámetro aproximado al de un lápiz).</p> <p>Arenosa. Cuando el suelo tiene gránulos relativamente grandes (mayores de 0.2 mm de diámetro), es muy pesado y con alta porosidad.</p> 	<p>No se puede rayar con una navaja. No queda material fino entre los dedos. No es polvo.</p>	Arenosa	<5
<p>2. Es posible hacer un rollo de 3-7 mm (diámetro aproximado a la mitad del lápiz), pero se rompe al intentar doblarlo. Se adhiere a los dedos.</p> 	<p>Moderadamente cohesivo. Ligeramente áspero y rugoso al frotarlo entre los dedos.</p>	Franca	8-27
<p>Francosa. Cuando el suelo tiene una distribución equilibrada de arena, limo y arcilla y guarda características de estabilidad a la presión mecánica y retención ideal de humedad.</p>	<p>Rugoso al frotarlo con los dedos. Moderadamente pegajoso, inclusive puede formarse una tira recta.</p>	Franco arenosa	20-35

<p>3. Posible de hacer un rollo de 3mm o menos y de hacer un aro de 3cm de diámetro. Cohesivo, pegajoso, se raya fácilmente con las uñas y se imprime bien la huella. Forma terrones fácilmente moldeables en húmedo pero difíciles de romper en seco. Algunas arcillas son expandibles ya que al secarse pueden formar grietas.</p>	<p>Algunos gránulos se sienten al frotarse. Tiene alta plasticidad y adhesividad.</p>	<p>Arcillosa</p>	<p>40-60</p>
	<p>No se observan ni se sienten gránulos. Extremadamente adhesivo.</p>	<p>Muy arcillosa</p>	<p>&gt;60</p>



Nota: La textura de campo (al tacto) depende de la composición mineralógica. Los criterios anteriormente expuestos aplican principalmente en suelos que contienen illita, clorita y vermiculita. Arcillas esmectíticas son más plásticas y las caolinitas son más pegajosas aún. Así que el contenido de arcilla puede ser sobreestimado en esmectitas (suelos tipo Vertisol) y subestimados en caolinitas (suelos de tipo Acrisol o Ferralsol).

Fuente: Guidelines for soil description. Pag 28. Table 25. Key to the soil textural classes.

## 27. Pedregosidad.

La pedregosidad es el conjunto de gravas, guijarros (7.5 a 25cm de diámetro) y piedras (más de 25cm de diámetro). Se denomina pedregosidad interna cuando estos elementos están en los primeros 30cm de profundidad, por ello su cuantificación se realiza en términos de volumen de suelo. Se conoce como pedregosidad externa cuando la evaluación se realiza a partir del cubrimiento de estos elementos sobre la superficie del suelo.

Se incluyen en este apartado el registro de los afloramientos rocosos que son exposiciones de roca dura y continua sobre la superficie y no son fácilmente removibles como las piedras. Los criterios para cuantificación de la cobertura para pedregosidad y afloramientos rocosos están en la Figura 26.

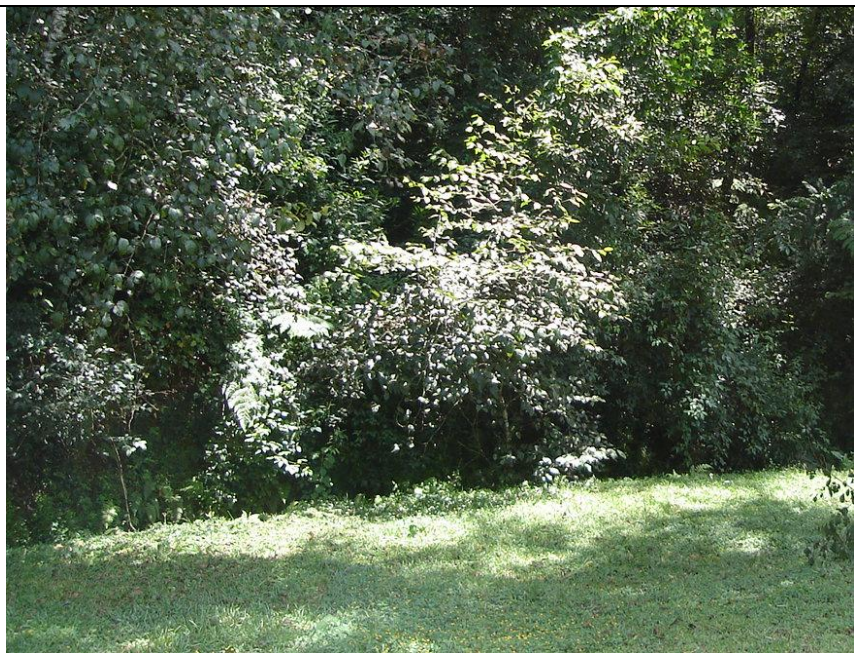
Los parámetros de cuantificación están homologados al formato de descripción de suelos de INEGI en su apartado de evaluación de esqueleto.

Los criterios para establecer la categoría **de pedregosidad interna** están en la figura 25.1.

				
1 Escaso o nulo. Contiene menos del 5% del volumen de suelo.	2 Leve. Contiene de 6 al 15% del volumen de suelo.	3 Moderado. Contiene de 16 a 40% del volumen de suelo.	4 Fuerte. Contiene de 41 a 80% del volumen de suelo.	5 Excesivo. Contiene más de 80% del volumen de suelo.

Figura 25.1 Categorías de pedregosidad interna del suelo.

En el caso de la **cobertura por pedregosidad superficial o afloramientos rocosos** (Figura 25.2), existen cinco categorías:

1. Escaso o nulo. Ocupan menos del 5% de la superficie de la parcela.	
---	--

2. Leve. Ocupan del 6 a 15% de la superficie de la parcela.



3. Moderado. Ocupan del 16 a 40% de la superficie de la parcela.



4. Fuerte. Ocupan de 41 a 80% de la superficie de la parcela.



5. Excesivo. Ocupan más de 80% de la superficie de la parcela.



Figura 25.2. Categorías de pedregosidad externa y afloramientos rocosos.

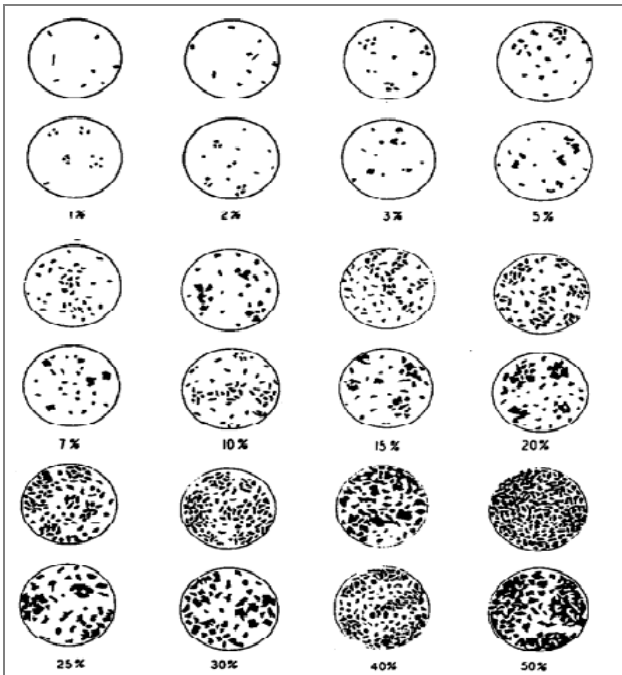




Figura 26. Criterios para cuantificar la cobertura por pedregosidad externa y afloramientos rocosos.

### 28. Tono e intensidad del color en húmedo.

Se describe en este apartado el tono (también llamado Hue o Matiz) e intensidad del color del suelo en estado húmedo. Los parámetros fueron generalizados a partir del sistema de color Munsell (Figura 27).

Se consideran en este manual únicamente los tonos más frecuentes de suelo en México, sin embargo, algunos tonos que pueden existir en territorio nacional tales como: verde-azulados, amarillos y rosas pueden ser descritos adicionalmente en el formato.

Tono pardo o café			
	Pardo o café oscuro	Pardo o café claro	

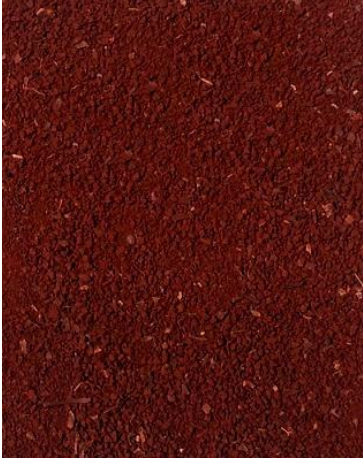


Tono rojo		
	Rojo oscuro	Rojo claro
Tono gris		
	Gris oscuro	Gris claro
Tono blanco y negro		
	Blanco	Negro
Otro color	Se especifica el color del suelo en estado húmedo cuando es diferente a los anteriormente ilustrados.	

Figura 27. Tonos e intensidades de color del suelo (pardo o café, rojo, gris, blanco y negro), de acuerdo al sistema de color Munsell.



### 29. Especies de árboles.

En este apartado se indican con letra clara y legible el nombre local y el nombre técnico de las principales especies arbóreas encontradas en la parcela de muestreo. Asimismo, se indica la altura máxima de cada especie mediante un intervalo de altura no mayor a 2m para las especies con altura máxima de 8m y no mayor a 4m en las especies con altura máxima mayor a 8 m.

Por ejemplo, en el caso de una selva caducifolia se anota de la siguiente manera:

NOMBRE LOCAL	NOMBRE TECNICO	INTERVALO DE ALTURA MAX (m)
Papelillo o chaká	<i>Bursera simaruba</i>	16 - 20
Tepehuaje	<i>Lisiloma acapulcensis</i>	12 - 15
Croton o sangregado	<i>Croton draco</i>	8 - 10
Palo brasil	<i>Hematoxylum brasiletto</i>	6- 8

### 30. Especies de arbustos.

En este apartado se indica con letra clara y legible el nombre local y el nombre técnico de las principales especies arbustivas encontradas en la parcela de muestreo. Asimismo, se indica la altura máxima de cada especie mediante un intervalo de altura no mayor a 1m para las especies con altura máxima de 4m y no mayor a 2m en las especies con altura máxima mayor a 4m.

Por ejemplo, en el caso de un bosque se anota de la siguiente manera:

NOMBRE LOCAL	NOMBRE TECNICO	INTERVALO DE ALTURA MAX (m)
Manzanita	<i>Arcostaphylos pungens</i>	3 - 4
Pelo de ángel	<i>Caliandra anomala</i>	3 - 4
Madroño	<i>Arbutus glandulosa</i>	2 - 3

### 31. Especies de pastos, herbáceas o cultivos asociados.

Se registra el nombre local y el nombre técnico de los pastos encontrados en la parcela de muestreo.

### 32. Cronosecuencia.

Al final de la medición el brigadista tiene una noción más completa de la densidad y diversidad de las especies encontradas y en conjunto con otras mediciones de la vegetación y del suelo, así como de entrevistas con personas de buen conocimiento local

en cuanto a cambios de uso del suelo, le da mejores elementos para evaluar la tendencia de cambio de la parcela de muestreo. Estos cambios pueden ser de tres tipos (Figura 28).

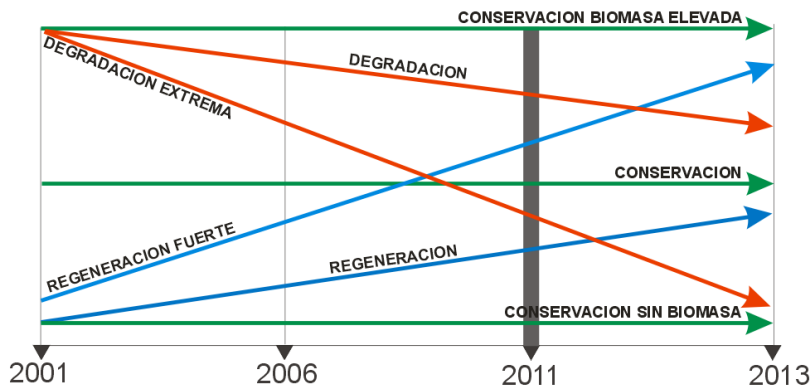


Figura 28. Cambios dados en la vegetación, los cuales pueden ser de tres tipos (conservación, degradación y regeneración).

+ **Conservación.** Estado “clímax” de la vegetación en el que se puede definir que la comunidad vegetal tiene un estado de estabilidad acorde a su entorno ecológico. Algunos criterios para identificar una selva conservada son la cobertura cerrada y que en la parte baja de la selva (sotobosque) hay especies umbrófilas, esto es, plantas afines a la sombra. En el caso de los bosques existen individuos del mismo porte, doseles arbóreos cerrados y limpios de sotobosque.

Bosques y selvas con biomasa elevada. Presencia de árboles dominantes de porte alto y follaje denso, difícilmente transitable o no transitable (Figura 29).



Figura 29. Ejemplo de una selva con biomasa elevada.

Bosques y selvas con biomasa promedio. Presencia de árboles de porte mediano a bajo, transitable.

Bosques y selvas con biomasa baja. En ambientes con aridez natural, por ejemplo algunas especies de piñoneros en Coahuila o especies de Juniperus en Cuchilla de la Zarca, Durango.

**+ Degradación.** Cuando en un bosque o selva existen especies que al ser dominantes son indicadoras de perturbación, entre las más comunes para las selvas están las acacias (parota), tronador, hormiguillo y palo mulato (chaká). Además los doseles en las selvas son visualmente más extendidas por la falta de competencia (Figura 30). Cuando la extracción de especies es muy superior al esfuerzo de repoblado. La erosión del suelo es un indicador muy relacionado con este concepto. Existen dos tipos de diagnóstico:

**Degradación extrema.** Cuando en un periodo menor a 10 años ha desaparecido el bosque y el cambio ha provocado severos daños al ecosistema (pérdida de la capa superficial donde está contenida la mayor proporción de carbono orgánico del suelo).

**Degradación.** No se advierte erosión fuerte o extrema en un corto plazo, sin embargo, existe evidencia de especies inducidas por tala excesiva o sobrepastoreo. Existe refuerzo por comentarios de lugareños de cambios visibles en un periodo de tiempo cuantificable (uno, cinco y diez años).



Figura 30. Ejemplo de una selva degradada.

**+Regeneración.** Ocurre cuando existe un manejo del bosque o selva, de tal modo que es notable el número de individuos por repoblado. Si el repoblado es de bajo porte es menos notable la regeneración. Cuando el repoblado ha alcanzado cierta madurez y el bosque es denso se puede determinar que la parcela tuvo un proceso de regeneración fuerte y estable.

### 33. Historia del lugar (uso previo).

Es información imprescindible. Se entrevista a personas con amplio conocimiento local, se evalúa la coherencia de sus respuestas y se sintetiza la información recibida por medio de este apartado en el formato.

Por ejemplo, si de manera coherente, el guía de la brigada o las personas entrevistadas en la parcela de muestreo, afirman que hace diez años hubo un gran incendio (no saben si fue provocado o natural) que destruyó parte del bosque y que al siguiente año este bosque fue ligeramente perturbado por agricultura nómada, pero que al paso de los años (cinco aproximadamente) fue abandonado y desde entonces este bosque está restaurándose sin intervención humana, procedemos a sintetizar de la siguiente manera:

AÑO	CAMBIO	AGENTE CAUSAL
2000	Bosque	Ninguno
2001	Bosque degradado	Incendio
2002	Bosque y agricultura nómada	Hombre
2007	Bosque en regeneración lenta	Natural

### 34. Conteo de árboles (técnica de Bitterlich).

Se presenta la metodología para la estimación del área basal del arbolado usando la técnica de Bitterlich, empleando como área basal la que corresponde a la altura de 1.3m como lo indica en la figura 31.

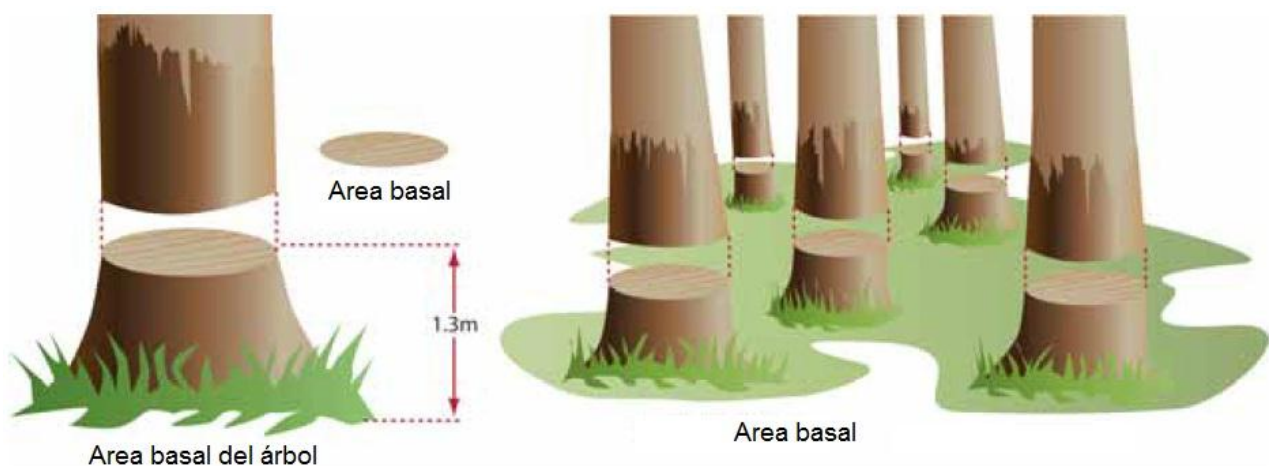


Figura 31. Definición de área basal.

La información a presentar en el formato es:

- Factor de área basal (K) usado en el conteo angular de árboles
- Número de árboles asociados al factor de área basal K

El conteo de árboles con el relascopio simple se realiza en 4 puntos de la parcela (Figura 32), el punto 1 corresponde a las coordenadas del centro de la parcela de muestreo. Los puntos 2, 3 y 4 se ubican a 45m horizontales del punto 1, el punto 2 va rumbo Norte, punto 3 va a  $120^\circ$  del Norte y el punto 4 va a  $240^\circ$  del Norte (ver Figura 32). Se coloca el relascopio como se muestra en la Figura 33 con el dedo en el anillo sobre el cachete derecho y la cadena estrecha en frente del ojo derecho. Moviendo la mano izquierdo en un círculo de  $360^\circ$ , se cuentan todos los árboles que son más grandes que la apertura del factor 0.5 (Figura 34). Los árboles que son del mismo tamaño que la apertura cuentan como 0.5. Se anota el número de árboles contados en el círculo en el formato en el renglón del punto = 1 y  $k = 0.5$ . Se repite el conteo en el mismo punto 1 en un círculo de  $360^\circ$ , utilizando el factor 1 y se anota el resultado en la línea con punto = 1 y  $k = 1$ . Se procede igual para el factor  $k = 2$ . Se repite el mismo procedimiento de los 3 conteos en los puntos 2, 3 y 4 y se anotan los resultados en sus espacios correspondientes.

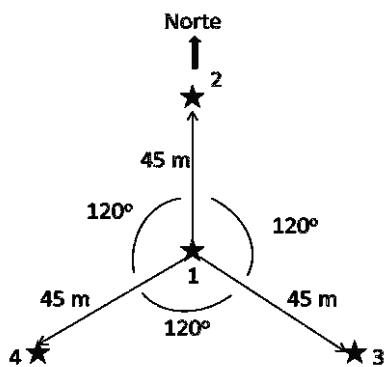


Figura 32. Ubicación de los 4 puntos de conteo.

Figura 33. Posicionamiento del relascopio.

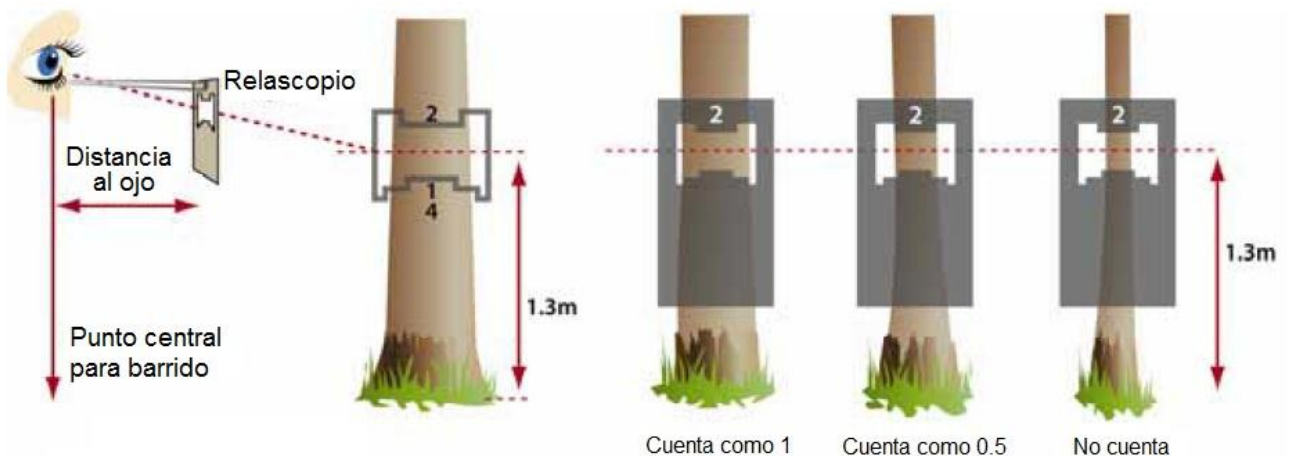


Figura 34. Ejemplo de conteo de árboles para una  $k=2$

NOTA: Para fines de considerar los efectos de escala se repetirá el proceso en el sitio 1 pero sólo considerando los árboles en el área de 1000m<sup>2</sup>.

A continuación se describe en la Figura 35 las variantes de medición que pueden presentarse durante la medición con el relascope simple de Bitterlich.

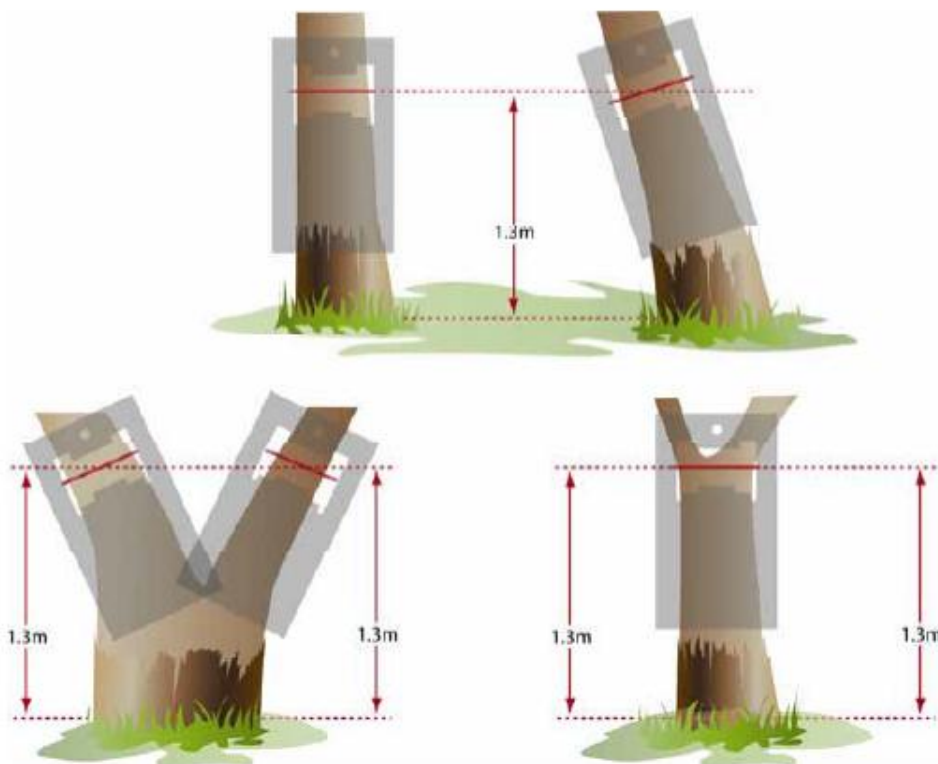


Figura 35. Casos especiales de bifurcación en fustes y la forma correcta de medirlos con el relascope simple de Bitterlich.

### **35. Conteo de materia muerta mayor a 7.5cm de diámetro.**

Se considera material leñoso caído a todas las ramillas, ramas, troncos que están tirados sobre la superficie del piso que pueden estar acumulados al ras de suelo (de 0cm hasta 2m de altura), siempre y cuando estén separados de su fuente original (que no estén pegados al tronco).

Las clases de material leñoso caído o materia orgánica muerta evaluadas son para la clase mayor o igual a 7.5cm de diámetro. El conteo se realizará en los transectos del punto 1 a 2, 1 a 3 y 1 a 4 (Figura 36).

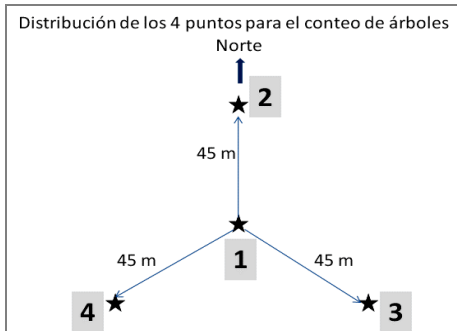


Figura 36. Descripción de la toma de datos de la materia muerta, con respecto a los puntos de conteo de los árboles.

Se anota el grado de putrefacción de la materia muerta, con base en los siguientes criterios:

- 1= Corteza intacta, con hojas y ramas finas presentes.
- 2= Corteza intacta, con ramas finas presentes pero sin hojas.
- 3= La corteza se empieza a pudrir y no hay hojas.
- 4= La corteza está separada, la mayor parte podrida y no hay hojas.
- 5= Completamente podrida la corteza, sin hojas y las ramas son separables.

Para una mejor comprensión del cómo realizar la medición en este apartado es necesario seguir las siguientes reglas de conteo de las piezas son las siguientes según Brown (1974): Las partículas que se incluyen en las estimaciones son todo el material leñoso muerto que provienen de árboles y arbustos y que se encuentran sobre el suelo (ej. ramas y troncos) y que se hallan separado de la fuente original de crecimiento. Por lo tanto, las ramas muertas que están unidas a un tronco muerto en pie no son contadas. Esta medición no considera los conos, la corteza, hojas, pastos y hierbas.

### **36. Archivos de fotos de sitio 1 (Foto original / Foto renombrada).**

Indicar las fotos que fueron tomadas en el sitio 1. Registrar el código de la foto original tal como la cámara la registra automáticamente y el código de la foto renombrada en el espacio correspondiente.

### **37. Representatividad espacial.**

En este apartado dibujar un mapa donde se muestren los límites de la vegetación existente hacia afuera de la parcela de estudio. Se requiere conocer hasta qué distancia es posible continuar con el mismo tipo de vegetación. Anotar si existe algún obstáculo (árboles grandes, cambio abrupto de pendiente) por el cual no es posible avistar el fin del límite de la vegetación.

Por ejemplo, si nosotros observamos que la vegetación de bosque (misma especie, mismo porte, misma densidad) continua hacia el Norte 400m, al Sur 100m (antes de iniciar un claro de pastizal), hacia el Este continua indefinidamente y que hacia el Oeste es difícil de representar dado que la pendiente es plana y los árboles no permiten un claro visual suficiente (Figura 37).

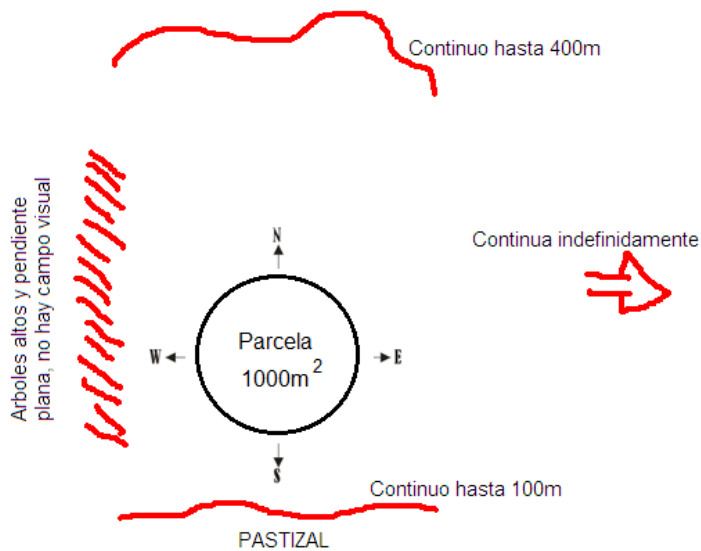


Figura 37. Ejemplo de la representación espacial de la parcela de muestreo.

### 38. Hora de término.

Anotar la hora en que se terminó de hacer el registro de la información en la parcela.



## **ANEXO. REQUISITOS DE CALIDAD EN LAS FOTOGRAFIAS.**

Todas las fotografías deben cumplir los siguientes requisitos:

### **Generales.**

- a) Resolución mínima de 8 Mpx
- b) Los estadales en las fotografías deben estar en la posición indicada en el manual.
- c) Bien enfocadas.
- d) Sin objetos extraños (calzado, materiales y otros ajenos a la imagen natural) en las escenas fotográficas definitivas.
- e) Revisar al final de la sesión usando la pantalla del ordenador y no solamente la pantalla de la cámara digital.

### **Particulares de los cuadros de 100x100m y 30x30cm.**

- f) Cuadro al centro (no en las orillas de la foto).
- g) Cuadro alineado (no chuecas ni en forma de trapecio o rombo).
- h) Cuadro sin raspones y pintado de color naranja.
- i) Altura de fotografía similar (1m y 1.5m) para cuadros de 30cm y 100cm de ancho respectivamente. Verificar que el cuadro de 100cm salga completo. En caso contrario es posible aumentar la altura de la fotografía hasta 1.70.
- j) Cuadros con el nivel paralelo al ángulo de la cámara fotográfica incluyendo pendientes muy abruptas del terreno.
- k) Sin estaca o varilla en medio del cuadro.
- l) Sin sombra artificial al interior del cuadro a menos que por la posición solar a medio día sea imposible. En este caso tomar una foto **adicional** en otro ángulo de tal modo que el interior del cuadro salga sin sombra artificial. Esta foto no se incluirá en las fotos renombradas pero sí en las fotos originales.