



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# Guía de inventario de la flora y vegetación



**581.985**

**P45** Perú. Ministerio del Ambiente

Guía de inventario de la flora y vegetación / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. -- Lima : MINAM, 2015.

49 p. : il. col., gráfs., tbls.

1. FLORA SILVESTRE; 2. BIODIVERSIDAD; 3. PERÚ; I. Perú. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. II. Título.

## Guía de inventario de la flora y vegetación

### Ministerio del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural

### Director general

Dr. Roger Loyola Gonzales

### Equipo de especialistas DGEVFPN

Ing. Hubert Portuguez Yactayo

Ing. Daniel Matos Delgado

Blga. Sabby Araujo Flores

### Equipo de especialistas colaboradores del Museo de Historia Natural - UNMSM

Dra. Betty Millán Salazar

M. Sc. César Arana Bustamante

M. Sc. Wilfredo Mendoza Caballero

### Editado por:

© Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

Calle Los Laureles n.º 285, San Isidro

Lima, Perú

Central telefónica: (+511) 611 6000

Web: [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe)

### Material fotográfico

Archivo MINAM

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.º 2015-12519

Primera edición, agosto 2015

Tiraje: 500 ejemplares

### Impreso en:

Zona Comunicaciones S. A. C.

Jr. Neón n.º 5665, Los Olivos

Lima, Perú

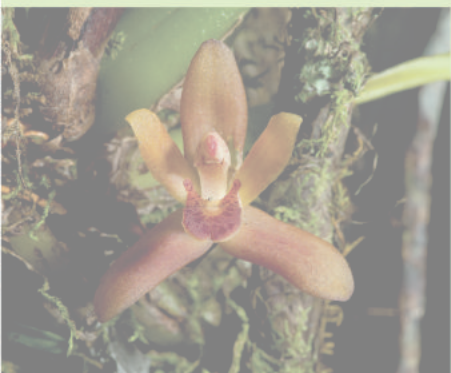
Octubre de 2015

### Diseño y diagramación:

Zona Comunicaciones S. A. C.



# Guía de inventario de la flora y vegetación





# Resolución Ministerial

## N° 059-2015-MINAM

Lima, 19 MAR. 2015

Visto, el Memorando N° 105-2015-MINAM/DVMDERN del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales; así como el Informe N° 016-2015-MINAM/DVMDERN/DGEVFPN de la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, y demás antecedentes; y,

### CONSIDERANDO:

Que, según los artículos 66° y 68° de la Constitución Política del Perú, los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación; el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas;

Que, el literal i) del artículo 6° de la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, señala que las competencias sectoriales, regionales y locales se ejercen con sujeción a los instrumentos de gestión ambiental, diseñados, implementados y ejecutados para fortalecer el carácter transectorial y descentralizado de la Gestión Ambiental, y el cumplimiento de la Política, el Plan y la Agenda Ambiental Nacional. Para este efecto, el CONAM debe asegurar la transectorialidad y la debida coordinación de la aplicación de estos instrumentos, a través de la elaboración de propuestas para la creación y fortalecimiento de los medios, instrumentos y metodologías necesarias para inventariar y valorizar el patrimonio natural de la Nación;

Que, el numeral 85.3 del artículo 85° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente determina que la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades ambientales sectoriales y descentralizadas, elabora y actualiza permanentemente, el inventario de los recursos naturales y de los servicios ambientales que prestan; estableciendo su correspondiente valorización;

Que, según la Tercera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, toda referencia hecha al Consejo Nacional del Ambiente – CONAM, o a las competencias, funciones y atribuciones que éste venía ejerciendo, se entenderá como efectuada al Ministerio del Ambiente; por lo que se constituye en la Autoridad Ambiental Nacional y ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental;

Que, el literal a) del artículo 3° del citado Decreto Legislativo detalla como uno de los objetivos específicos del Ministerio del Ambiente, asegurar el cumplimiento del mandato constitucional sobre la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas y el desarrollo sostenible de la Amazonía;



Que, asimismo, se tiene como uno de los objetivos del Eje de Política 1 – Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y de la Diversidad Biológica de la Política Nacional del Ambiente, aprobada por Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, lograr la implementación de instrumentos de evaluación, valoración y financiamiento para la conservación de los recursos naturales, diversidad biológica y servicios ambientales en el país;

Que, en tal sentido, el Ministerio del Ambiente a través de la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural ha elaborado la "Guía de Inventario de la Flora y Vegetación", que tiene como finalidad contar con información estandarizada y disponible de la flora y vegetación a través una base nacional de datos, para la mejora en la gestión de los recursos naturales, diversidad biológica y servicios ecosistémicos;

Que, asimismo, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM; mediante Resolución Ministerial N° 217-2014-MINAM, la citada propuesta fue sometida a participación ciudadana, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios; por lo que, corresponde emitir el presente acto resolutivo;

Con el visado del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, de la Secretaria General, de la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental; la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente; y el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1.-** Aprobar la "Guía de Inventario de la Flora y Vegetación", que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 2.-** Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial en el Diario Oficial El Peruano.

La presente resolución y su Anexo serán publicados, asimismo, en el Portal Web Institucional del Ministerio del Ambiente, en la misma fecha de publicación de la presente Resolución Ministerial en el Diario Oficial El Peruano.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

  
**Manuel Pulgar-Vidal Otálora**  
Ministro del Ambiente



# Índice

---



	<b>Pág.</b>
<b>Introducción</b>	<b>8</b>
Capítulo 1	
<b>Objetivos, finalidad y alcance</b>	<b>9</b>
Objetivo general	9
Objetivo específico	9
Finalidad	9
Alcance	9
Capítulo 2	
<b>Marco legal e institucional</b>	<b>10</b>
Capítulo 3	
<b>Consideraciones generales</b>	<b>12</b>
3.1. Temporada de inventario	12
3.2. Perfil del equipo e institución depositaria	12
Capítulo 4	
<b>Proceso de inventario</b>	<b>13</b>
4.1. Elaboración del mapa de vegetación	13
4.1.1. Uso de información base	13
4.1.2. Criterios para elaborar el mapa de las unidades detalladas de vegetación	15
4.1.3. Mapeo de las unidades detalladas de vegetación	18
4.2. Tipos de muestreo	20
4.2.1. Aleatorio estratificado	20
4.2.2. Sistemático estratificado	20
4.3. Diseño de muestreo	21
4.3.1. Tamaño de la unidad muestral	21
4.3.2. Forma y distribución de unidades de muestreo	23
4.4. Tamaño de la muestra	26
Capítulo 5	
<b>Registro de variables</b>	<b>28</b>
5.1. Variables	28

Capítulo 6			
<b>Estimación de parámetros</b>	<b>31</b>		
6.1. Diversidad alfa (riqueza)	31		
6.2. Diversidad beta	31		
6.3. Abundancia	31		
6.4. Densidad poblacional	32		
6.5. Frecuencia	33		
6.6. Distribución diamétrica	33		
6.7. Curva de acumulación de especies	34		
6.8. Area basal	34		
6.9. Cobertura	35		
6.10. Volumen maderable	35		
6.11. Biomasa aérea	36		
6.12. Índice de importancia	36		
6.13. Índice de diversidad	37		
6.14. Índices agrostológicos	37		
<b>Bibliografía</b>	<b>40</b>		
<b>Glosario</b>	<b>42</b>		
<b>Anexos</b>	<b>47</b>		
Anexo 1			
Proceso de colecta de especímenes	45		
Anexo 2			
Lista de especies amenazadas	46		
<b>Cuadros</b>			
<b>Cuadro n.º 1</b>	14		
Leyenda del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal			
<b>Cuadro n.º 2</b>	16		
Valores de grados de erosión o disecación			
<b>Cuadro n.º 3</b>	17		
Tipo de vegetación basado en el microrelieve y vigor			
<b>Cuadro n.º 4</b>	17		
Ejemplos de tipos de vegetación basados en la flora predominante			
<b>Cuadro n.º 5</b>	18		
Ejemplos de tipos de vegetación en pajonal de puna y bofedal			
<b>Cuadro n.º 6</b>			18
Tipos de matorrales según pisos altitudinales			
<b>Cuadro n.º 7</b>			20
Valores de escalas y unidad mínimo de mapeo			
<b>Cuadro n.º 8</b>			20
Tamaño mínimo de la unidad muestral para determinadas formaciones vegetales			
<b>Cuadro n.º 9</b>			22
Tamaño mínimo de la subunidad muestral para el sotobosque			
<b>Cuadro n.º 10</b>			23
Tamaño mínimo de la unidad muestral para matorrales y herbazales			
<b>Cuadro n.º 11</b>			25
Consideraciones para la evaluación de parcelas y subparcelas			
<b>Cuadro n.º 12</b>			26
Cálculo del tamaño de la muestra basado en la superficie a inventariar			
<b>Cuadro n.º 13</b>			37
Cálculo del tamaño de la muestra en base a la variabilidad y precisión			
<b>Cuadro n.º 14</b>			30
Dimensiones mínimas establecidas del inventario de comunidades arbóreas			
<b>Cuadro n.º 15</b>			39
Condición del pastizal			
<b>Figuras</b>			
<b>Figura n.º 1</b>			21
Curva área - especies utilizadas para el análisis			
<b>Figura n.º 2</b>			23
Formas cuadrada y rectangular de parcelas			
<b>Figura n.º 3</b>			25
Diseño de la Parcela Modificada de Whittaker			
<b>Figura n.º 4</b>			29
Clases de altura			

# Introducción

---

**E**l Perú es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas y especies de flora del mundo, distribuidos en una gran diversidad de geoformas, suelos y climas. Destacan los bosques amazónicos, con aproximadamente 70 millones de hectáreas; los herbazales altoandinos, con 19 millones de hectáreas, y los matorrales andinos, con 9 millones de hectáreas (MINAM, 2012).

Los inventarios de la flora y vegetación en el país se realizan con diferentes criterios y metodologías, que se traducen en resultados no compatibles entre ellos y hasta insuficientes, lo cual desemboca en una inadecuada toma de decisiones en el ejercicio de la gestión de los recursos naturales. Asimismo, los datos generados por el inventario, al no sumarse entre ellos, se convierten en una limitante para la organización y manejo de una base nacional de datos de la flora y vegetación al servicio de las instituciones públicas, privadas y la sociedad civil.

En este sentido, el Ministerio del Ambiente (MINAM), como organismo rector del sector ambiental, tiene entre sus funciones técnico-normativas la de formular propuestas y aprobar lineamientos, normas, instrumentos o directivas de carácter nacional, para la evaluación y valoración de los recursos naturales, la diversidad biológica y los servicios ambientales.

El MINAM ha elaborado la presente “Guía de inventario de la flora y vegetación”, para ser aplicada en los estudios ambientales que correspondan en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), así como en los estudios del medio biológico de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y en inventarios detallados en general. Asimismo, en esta guía se establecen los criterios básicos y procedimientos que orientan la realización de los inventarios de la flora y vegetación en los ecosistemas continentales, que incluyen solo flora vascular y excluyen a la flora de ambientes acuáticos.





## Capítulo 1

# Objetivos, finalidad y alcance

### Objetivo general

Establecer lineamientos para realizar el inventario de la flora y vegetación, con la finalidad de contribuir a la mejora de la gestión de los recursos naturales, la prevención de impactos ambientales y apostar por un patrimonio natural saludable.

### Objetivo específico

Estandarizar los criterios y procedimientos para realizar el inventario de la flora (vascular) y vegetación en las líneas base biológicas de los estudios ambientales a los que sean aplicables, estudios del medio biológico de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) e inventarios detallados de flora y vegetación a nivel detallado, en los diferentes ecosistemas terrestres del país, excluyendo los cuerpos de agua. Asimismo, se establecen las especificaciones mínimas requeridas para el registro, medición y reporte de las variables o atributos que caracterizan a la flora vascular y vegetación.

### Finalidad 1

Mejorar los procesos de inventario de la flora y vegetación para una adecuada gestión de los recursos naturales, así como para una idónea formulación y evaluación de los estudios ambientales.

### Finalidad 2

Contar con información estandarizada y disponible de la flora y vegetación a través de una base nacional de datos, para la mejora en la gestión de los recursos naturales, diversidad biológica y servicios ecosistémicos.

### Alcance

La presente guía constituye un documento referente dirigido a las instituciones públicas, instituciones privadas y sociedad civil, que desarrollan estudios ambientales en el marco del SEIA, estudios de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) e inventarios en general de la flora y vegetación.



## Capítulo 2

# Marco legal e institucional

- Constitución Política del Perú
- Ley n.° 26821 - Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales
- Ley n.° 26834 - Ley de Áreas Naturales Protegidas
- Ley n.° 27308 - Ley Forestal y de Fauna Silvestre
- Ley n.° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
- Ley n.° 28245 - Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental
- Ley n.° 28611 - Ley General del Ambiente
- Ley n.° 29763 - Ley Forestal y de Fauna Silvestre (articulado vigente)
- Decreto Legislativo n.° 1013 - Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente
- Decreto Supremo n.° 014-2001-AG, que aprueba el Reglamento de la ley n.° 27308
- Decreto Supremo n.° 038-2001-AG, que aprueba el Reglamento de la ley n.° 26834
- Decreto Supremo n.° 087-2004-PCM, que aprueba el Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica
- Decreto Supremo n.° 008-2005-PCM, que aprueba el Reglamento de la ley n.° 28245
- Decreto Supremo n.° 030-2005-AG, que aprueba el Reglamento para la Implementación de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en el Perú
- Decreto Supremo n.° 043-2006-AG, que aprueba la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.
- Decreto Supremo n.° 007-2008-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente

- Decreto Supremo n.º 012-2009-MINAM, que aprueba la Política Nacional del Ambiente
- Decreto Supremo n.º 019-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de la ley n.º 27446
- Decreto Supremo n.º 014-2011-MINAM, que aprueba el Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA PERÚ 2011-2021
- Resolución Ministerial n.º 405-2014-MINAM, que aprueba la Agenda Nacional de Acción Ambiental - AgendAmbiente 2015-2016
- Decreto del Consejo Directivo n.º 010-2006-CONAM-CD, que aprueba la Directiva “Metodología para la Zonificación Ecológica Económica





## Capítulo 3

# Consideraciones generales

### 3.1. Temporada de inventario



Las estaciones marcadas durante el año propicia condiciones diferentes en la condición de humedad del suelo y, en consecuencia, cambios en la composición florística de la vegetación. Por ello, se debe hacer por lo menos dos inventarios en las estaciones extremas: uno en el periodo seco y otro en el periodo húmedo, con una diferencia no menor a tres meses entre ambas. Excepcionalmente, se hará un solo inventario en situaciones donde se demuestre que el cambio de estación no afecta la integridad de la cobertura vegetal (estructura y composición florística) en las comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas, principalmente.

### 3.2. Perfil del equipo e institución depositaria

El equipo responsable para el inventario de la flora y vegetación deberá estar conformado por los siguientes miembros:



#### Responsable

El responsable del desarrollo del inventario estará a cargo de: biólogo o ingeniero forestal con experiencia en medición forestal, cuando se trate de inventariar bosques o matorrales, y un ingeniero zootecnista, ingeniero agrónomo o biólogo con experiencia en agrostología, cuando se trate de herbazales. En todos los casos, con experiencia mínima de tres años en inventario de flora y vegetación, habilitado por su respectivo colegio profesional



#### Profesional

Biólogo o ingeniero forestal especializado en Botánica, quien será el responsable de la identificación de las especies de la flora inventariada y la respectiva colecta de muestras, cuando se trate de bosques y matorrales. Biólogo, ingeniero zootecnista o ingeniero agrónomo, cuando se trate de herbazales. En todos los casos, con experiencia mínima de dos años en la temática.

Asimismo, las características de los profesionales del equipo técnico responsable del inventario deben considerar lo señalado en el Reglamento del Registro Nacional de Consultoras Ambientales, cuando se trate de estudios ambientales en el marco del SEIA.

Las muestras botánicas colectadas deben ser depositadas en una institución registrada ante la autoridad competente, que asegure el mantenimiento y duración a largo término de las colecciones. La institución depositaria debe permitir la supervisión de la autoridad competente para asegurar las óptimas condiciones para el mantenimiento de los especímenes, así como verificar que los números de ingreso y del catálogo de la institución que figuran en los reportes, coincidan con los depósitos declarados.

En el caso de que los inventarios involucren ámbitos de las áreas naturales protegidas, se tomará en consideración lo mencionado en la normativa vigente sobre la materia.



## Capítulo 4

# Proceso de inventario

Para fines de la presente guía, el proceso de inventario de la flora y vegetación comprende el desarrollo de las siguientes actividades:

### 4.1. Elaboración del mapa de vegetación



El mapa de vegetación constituye un insumo indispensable en el proceso del inventario de la flora y vegetación, cuya elaboración se efectúa antes del inventario propiamente dicho (levantamiento de información de campo). Ello implica planificar actividades como la logística y el diseño de muestreo, así como el reporte de los resultados. La elaboración del mapa de vegetación sigue los siguientes pasos:

#### 4.1.1 Uso de información base

Para la elaboración del mapa de vegetación del área a estudiar, se tomará como base la información cartográfica del “Mapa Nacional de Cobertura Vegetal” (MNCV) de escala 1/100 000 (MINAM, 2014), proporcionado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), el mismo que se actualizará con las precisiones contenidas en la información que brinden los futuros inventarios.

El Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, cuya leyenda se muestra en el cuadro n.º 1, fue elaborado a partir de un sistema de clasificación que se basó en los siguientes criterios:

- **Geográfico.** Clasifica a la cobertura vegetal en grandes espacios denominados “regiones naturales”.
- **Bioclimático.** Clasifica a la cobertura vegetal en base a espacios denominados “provincias de humedad del diagrama”, definidas en el Diagrama Bioclimático para la Clasificación de Zonas de Vida en el Mundo, propuesto por L. R. Holdridge (Mapa Ecológico del Perú, 1975). Las provincias de humedad están determinadas por la relación de evapotranspiración potencial = evapotranspiración potencial total por año / precipitación promedio anual. Las macprovincias de humedad, permitieron definir tipos de cobertura vegetal basada en el balance del calor y la humedad cuyos valores se muestra en la memoria descriptiva del mapa.
- **Fisonómico.** Clasifica a la cobertura vegetal en formaciones vegetales, las cuales están relacionadas directamente con sus formas de vida o formas biológicas predominantes.
- **Fisiográfico.** Clasifica a la cobertura vegetal según las formas de tierra que ocupan, por cuanto estas reflejan constituyen indicadores de las características el suelo donde se desarrolla determinado tipo de cobertura vegetal.

Cuadro n.º 1. Leyenda del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal

Región natural	Macroprovincia de humedad	Formación vegetal	Unidades naturales de cobertura vegetal	Símbolo
Tropical (selva baja)	Húmedo-perhúmedo	Bosque	Bosque inundable de palmeras (aguajal)	Bi-pal
			Bosque de terraza inundable por agua negra	Bti-an
			Bosque de llanura meándrica	Bllm
			Bosque de terraza baja	Btb
			Bosque de terraza baja con castaña	Btb-cas
			Bosque de terraza alta	Bta
			Bosque de terraza alta con castaña	Bta-cas
			Bosque de colina baja con shiringa	Bcb-shi
			Bosque de colina baja con castaña	Bcb-cas
			Vegetación esclerófila de arena blanca (varillal)	Ve-ab
Bosque de colina baja	Bcb			
Bosque de colina alta	Bca			
Bosque de colina alta del divisor	Bca-D			
Bosque de montaña	Bm			
	Subhúmedo	Herbazal y sabana	Herbazal hidrofítico (pantano herbáceo) Sabana hidrofítica con palmeras	Hehi Sahi-pal
		Bosque con bambú	Bosque de terraza baja con paca	Btb-pa
			Bosque de terraza alta con paca	Bta-pa
			Bosque de colina baja con paca	Bcb-pa
Bosque de colina alta con paca	Bca-pa			
Bosque de montaña con paca	Bm-pa			
		Bambusal	Pacal	Pac
		Bosque	Bosque semidecíduo de montaña	Bsdm
Yunga	Perhúmedo-semisaturado	Bosque	Bosque de terraza baja basimontano	Btb-ba
			Bosque inundable de palmeras basimontano	Bi-pa-ba
			Bosque de terraza alta basimontano	Bta-ba
			Bosque de montaña basimontano	Bm-ba
			Bosque de montaña montano	Bm-mo
Bosque de montaña montano	Bm-mo			
Bosque de montaña altimontano	Bm-al			
	Húmedo-semisaturado	Bosque con bambú	Bosque de montaña basimontano con paca	Bm-ba-pa
		Matorral	Matorral esclerófilo de montaña montano	Mae-mo
			Matorral arbustivo altimontano	Ma-al
	Semiárido	Sabana	Sabana xérica interandina	Saxe-in
Andina (vertiente occidental andina e interandina y puna)	Subhúmedo-superhúmedo	Bosque	Bosque xérico interandino	Bxe-in
			Bosque relicto mesoandino	Br-me
			Bosque relicto mesoandino de coníferas	Br-me-co
			Bosque montano occidental andino	Bm-oca
		Herbazal y otras	Jalca	Jal
Páramo	Para			
Pajonal andino	Pj			
Bofedal	Bo			

Cuadro n.º 1. Leyenda del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal

Región natural	Macroprovincia de humedad	Formación vegetal	Unidades naturales de cobertura vegetal	Símbolo
	Arido-perhúmedo	Matorral	Matorral arbustivo Cardonal	Ma Car
Costa	Desecado-árido	Herbazal y otras	Tilandrial Loma	Til Lo
		Bosque	Bosque seco ribereño	Bsr
	Superárido-semiárido	Bosque	Bosque seco tipo sabana	Bss
			Bosque seco de piedemonte	BSpm
			Bosque seco de lomada	Bslo
Bosque seco de colina baja			Bscb	
Subhúmedo	Bosque	Bosque seco de colina alta	Bsca	
		Bosque seco de montaña	Bsm	
		Manglar	Mg	
			Bosque subhúmedo de montaña	Bshm

Fuente: MINAM, 2015

#### 4.1.2

### Criterios para elaborar el mapa de las unidades detalladas de vegetación

Teniendo como referencia los límites geográficos de las grandes unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, se procederá hacer una subclasificación o estratificación, con el objeto de obtener unidades de vegetación (*stands*) o tipo de vegetación. Ello permitirá contar con ámbitos geográficos que expresen una menor complejidad florística y facilitar el levantamiento de información y, al mismo tiempo, lograr una mejor precisión del muestreo.

La subclasificación y mapeo de las unidades del MNCV implica el uso de material satelital de buena resolución espacial o fotografías aéreas de buena escala (cuadro n.º 7), así como la aplicación de determinados criterios que se describen a continuación:

#### Microrelieve

Comprende un mayor detalle de las formas de tierra determinadas “unidades” del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal y se refiere al grado de erosión o disectación que sufren las geoformas o formas de tierra, las cuales están relacionadas con las características del suelo y, por ende, con las características de la vegetación. Este criterio es aplicable a las formaciones boscosas de la región de la amazonía tropical o selva baja, cuyos valores se muestran en el cuadro n.º 2.

Cuadro n.º 2. Valores de grados de erosión o disectación			
Formas de tierra	Grados de erosión	Altura	Pendiente
Terraza alta	Plana	> 10 m	0-2 %
	Disectada		2-15 %
Lomada	Lomada	< 20 m	8-15 %
Colina baja	Ligeramente disectada	20-80 m	15-25 %
	Moderadamente disectada		25-50 %
	Fuertemente disectada		50-75 %
Colina alta	Moderadamente empinada	80-300 m	25-50 %
	Empinada		> 50 %
Montaña	Empinada	> 300 m	> 50 %
	Escarpada		> 70 %
	Talud		> 70 %

Fuente: Inrena, 2007

### Microfisonomía

Criterio utilizado para determinar unidades de vegetación basadas en el vigor del bosque. Una forma de calcular el vigor es a través de la estimación del tamaño de la copa de los árboles; un atributo importante para diferenciar sitios con diferentes valores de biomasa o volumen maderable, con lo que se reduce notablemente el error del muestreo. Es aplicable a las formaciones boscosas de la selva baja y selva alta, y puede ser extensivo para otras formaciones.

Para fines de la presente guía, se pueden establecer las clases de tamaño de las copas de los árboles, las cuales pueden ser mapeadas con fotografías aéreas de buena escala o imágenes satelitales de alta resolución espacial (5 m), como por ejemplo:

- Vigor 1: incluye árboles de copas amplias
- Vigor 2: incluye árboles copas medianas
- Vigor 3: incluye árboles de copas pequeñas

Cabe anotar que los valores o medidas asignadas a las mencionadas clases de copas varían según la localidad o ubicación geográfica de los bosques, puesto que las dimensiones de las comunidades arbóreas cambian según el gradiente altitudinal.

Otra forma de clasificar el vigor es a través del NDVI (Índice de Vegetación Diferencial Normalizado), el cual mide la relación entre la energía absorbida y emitida por los objetos terrestres. Arroja valores de intensidad del verdor del sitio y da cuenta de la cantidad de vegetación presente en una superficie, así como su estado de salud o vigor vegetativo, en la cual también pueden establecerse categorías de vigor.

En el cuadro n.º 3 se muestran ejemplos de generación de algunas unidades a partir de la integración de elementos de tamaño de copa o vigor y elementos del microrelieve.



Cuadro n.º 3. Tipos de vegetación basado en el microrelieve y vigor		
Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	Criterios para determinar tipos de vegetación	
	Microrelieve	Microfisonomía
Bosque de terraza alta	Disectada	Vigor alto
Bosque de colina baja	Ligeramente disectada	Vigor bajo
	Fuertemente disectada	Vigor medio
	Moderadamente disectada	Vigor medio
	Lomada	Vigor alto
Bosque de montaña montano	Ladera empinada	Vigor bajo
Bosque de montaña basimontano	Ladera escarpada	Vigor medio
Bosque seco de montaña	Ladera empinada	Vigor medio

Fuente: elaboración propia

### Flora predominante

Este criterio nos permite identificar unidades de vegetación con menor complejidad florística, basadas en la presencia de su flora predominante.

Estas unidades de vegetación (caracterizadas por comunidades vegetales donde predomina una o un grupo de especies) pueden ser identificadas incluso en gabinete, cuando el evaluador tiene buena; o también pueden ser identificadas en campo y luego mapeadas. Generalmente, se utiliza una nomenclatura local relacionada con el nombre de las especies predominantes.

En el cuadro n.º 4 se muestra algunos ejemplos de generación de tipos de vegetación basada en la flora predominante. En el caso del pajonal, este puede ser clasificado según su condición de humedad en pajonal de puna seca y pajonal de puna húmeda y éstas a su vez pueden generar nuevas sub-unidades de mapeo denominadas “asociaciones vegetales” y que resultarán luego de realizar el inventario florístico.

Cuadro n.º 4. Ejemplos de tipos de vegetación basados en la flora predominante	
Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	Tipos de vegetación
Bosque de terraza baja	Vegetación ribereña
	Capironal, pungal
	Cetical
	Bosque ribereño
	Renacal
Bosque seco tipo sabana	Algarrobal, sapotal, algarrobal-sapotal
	Bosque ribereño
Pajonal	Pajonal de puna seca, pajonal de puna húmeda, Césped de puna seca, césped de puna húmeda, tolar, pajonal-tolar.
	Bosque de <i>Polylepis</i> , bosque de <i>Escallonia</i> , lloquedal, etc.
	Yaretal, vegetación de roquedal
	Humedal andino
	Monte ribereño, humedal costero
Desierto costero	

Fuente: elaboración propia

Para el caso de los tipos de vegetación generados a partir del pajonal de puna y bofedal, se definirán subunidades de vegetación basadas en las especies más abundantes que resultan en cada una de las muestras inventariadas y que asumen el nombre de “asociación”, tal como se muestra en el cuadro n.º 5.

Cuadro n.º 5. Ejemplos de tipos de vegetación en pajonal de puna y bofedal	
Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	Tipos de vegetación
Pajonal de puna húmeda	Asociación <i>Festucetum-Stipetum</i> Asociación <i>Stipetum-Calamagrostietum</i> Asociación <i>Calamagrostetum-Stipetum</i> Asociación <i>Parastrepetium-Stipetum</i> (tolar)
Bofedal	Asociación <i>Ditichetum-Calamagrostietum</i> Asociación <i>Plantagnetum-Calamagrostietum</i>

Fuente: elaboración propia

### Pisos altitudinales

Este criterio permite distinguir la flora particular que se desarrolla a través del amplio gradiente altitudinal que presentan los matorrales andinos, para lo cual se han definido los siguientes pisos altitudinales, tal como se muestra en el cuadro n.º 6.

Cuadro n.º 6. Tipos de matorrales según pisos altitudinales		
Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	Pisos Altitudinales	Tipos de vegetación
Matorral arbustivo	Basimontano (< 2000 m. s. n. m.) Montano (2000–3000 m. s. n. m.) Altimontano (3000 – límite del pajonal andino)	Matorral basimontano Matorral montano Matorral altimontano

Fuente: elaboración propia

### Nota:

El uso de imágenes satelitales de buena resolución espacial o fotos aéreas de buena escala, así como de los mapas generados en los estudios de inventario, permitirá y precisará los límites geográficos del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, el mismo que se actualizará por lo menos cada 3 años.

### 4.1.3 Mapeo de las unidades detalladas de vegetación

Se estructurará en gabinete una leyenda preliminar del mapa detallado de vegetación, el mismo que será ajustado luego de realizar el inventario florístico, para lo cual se tendrá en cuenta la realización de las siguientes acciones:

### **Preparación de la cartografía básica**

La cartografía básica es una herramienta indispensable sobre la cual se generarán los mapas detallados de vegetación y lo constituyen las denominadas “cartas nacionales”, debiendo ser de escala 1/25 000, para elaborar los mapas de vegetación detallados.

Cuando no haya disponibilidad de cartas nacionales con la mencionada escala para el área a inventariar, se procederá a hacer uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) para generar dicha cartografía básica, la cual utilizará insumos como las imágenes satelitales de buena resolución espacial (cuadro n.º 7) y el Modelo de Elevación Digital (DEM) de 10 m, o en su defecto, de 30 m, que considere sus limitaciones para escalas topográficas a detalle. Para este proceso se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas emanadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Cuando se trate de áreas con mucha dinámica fluvial, como el caso de la selva amazónica, se procede a actualizar el curso de los ríos y quebradas principales, las cuales pueden cambiar su cauce cada cierto tiempo y en determinados puntos.

La información generada debe estar en coordenadas geográficas. Si el ámbito de estudio no es muy amplio, por ejemplo un distrito o un área protegida, es mejor utilizar coordenadas proyectadas, refiriendo la zona UTM correspondiente al área (17S, 18S y 19S). En ambos casos se deberá usar el datum WGS 84.

### **Preparación del material satelital**

Las fotos aéreas y los diversos tipos de imágenes satelitales juegan un rol importante en la elaboración del mapa de vegetación. Los mosaicos de fotos aéreas deben ser ajustados de acuerdo a la cartografía básica a usar. De igual modo, las imágenes satelitales deben ser georeferenciadas; es decir, corregidas geométricamente, con el objeto de eliminar las distorsiones indeseables debido a la curvatura de la tierra y al sensor utilizado.

Asimismo, cuando el terreno es de relieve accidentado (colinas, montañas), la imagen satelital debe pasar por un proceso de ortorectificación, a fin de eliminar las distorsiones del terreno por efecto de altitud y pendiente y por los ángulos de visión de los sensores remotos que capturan la imagen. Las imágenes satelitales deberán tener una fecha de adquisición cercana al periodo de evaluación, que tome en cuenta la temporalidad.

Los procesos antes mencionados son realizados por el especialista en Sistema de Información Geográfica (SIG), quien puede utilizar cualquier programa, como por ejemplo, Erdas Imagine, Spring, PCI, ENVI y otros.

### **Proceso de mapeo**

El proceso de mapeo implica plasmar los conceptos o criterios anteriormente descritos, bajo el principio de integración armónica entre ellos y con el apoyo de las imágenes satelitales o fotografías aéreas y un DEM. La delimitación de las unidades de vegetación se puede realizar directamente en la computadora, que contiene la información digital cartográfica base y la imagen satelital.

Para la creación de la cobertura de vegetación y la interpretación de imágenes, se pueden utilizar programas como Arcgis, ArcView y su extensión Image Analyst, ENVI u otro programa afín.

La escala de interpretación de las imágenes satelitales o fotointerpretación, así como el área mínima de interpretación o mapeo se muestra en el cuadro n.º 7. Se deben utilizar dichos valores para estandarizar y compatibilizar la información con mapas de vegetación de cualquier lugar del país que hayan sido elaborados bajo las mismas condiciones, a excepción de casos particulares donde existan áreas de interés que ameriten aumentar la escala de mapeo y/o disminuir el área o unidad mínima de mapeo. Cuando se utilicen fotos aéreas, estas deberán tener una escala  $\geq 1/25\ 000$ .

Cuadro n.º 7. Valores de escalas y unidad mínima de mapeo			
Escala de la carta nacional	Escala de mapeo	Resolución espacial de imágenes satelitales	Unidad mínima de mapeo (ha)
$\geq 1/25\ 000$	$\geq 1/25\ 000$	$\leq 5\text{ m}$	1,56

Fuente: metodología Corine Land Cover adaptada a Perú

## 4.2. Tipos de muestreo



El inventario de las unidades de vegetación o tipos de vegetación se realizará a través de la técnica del muestreo, la cual consiste en levantar información cuantitativa y cualitativa en pequeñas áreas representativas, con el objeto de poder estimar los valores de sus parámetros. Para fines de la presente guía, se propone el uso de los siguientes tipos de muestreo:

### 4.2.1 Aleatorio estratificado

Este tipo de muestreo requiere de la estratificación del área a evaluar y en donde la selección de las muestras es aleatoria, pero solo al interior de cada estrato o unidad de vegetación.

### 4.2.2 Sistemático estratificado

Este tipo de muestreo implica que la distribución de muestras sigue un patrón sistemático al interior de cada estrato. Es preferido no solo porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato, sino también por su aplicación más sencilla en el campo en condiciones poco accesibles. Asimismo, según el patrón espacial de los individuos, ofrece una mejor estimación que el muestreo sistemático sin estratificar.

### 4.3. Diseño de muestreo



Para fines de la presente guía se propone lo siguiente:

#### 4.3.1 Tamaño de la unidad muestral

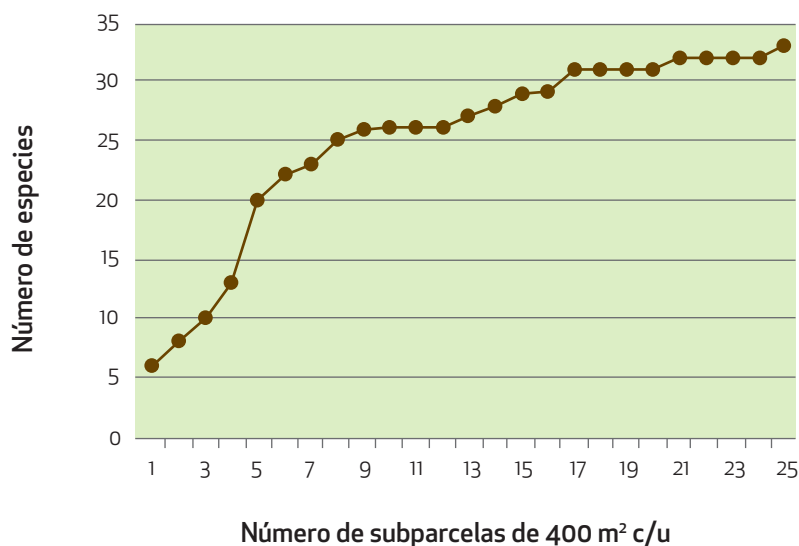
La unidad muestral o parcela de muestreo constituye la unidad básica de análisis sobre la que se hace el registro de la flora y las mediciones de sus variables.

El tamaño mínimo de la unidad muestral se basa en el criterio del “área mínima de la comunidad”, el cual se refiere a que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal (Matteucci y Colma, 1982).

En la práctica, se ha comprobado que, a medida que se incrementa la superficie a inventariar, aumenta el número de especies; al comienzo bruscamente, y luego con más lentitud, hasta que es muy bajo o nulo. Esta relación se puede visualizar en una curva donde los ejes son el número de especies y el área inventariada, a lo cual se denomina curva especie-área (figura n.º 1). Asimismo, autores como Cañ y Oliveira, mencionados por Lamprecht (1990), consideran que se obtiene el área mínima para hacer un inventario representativo, cuando se observa un incremento del área en un 10 %, lo cual produce a su vez, un incremento menor del 10 % en el número de especies.

Figura n.º 1. Curva especie-área utilizadas para el análisis

Curva especie-área de un bosque de montaña basimontano (yunga)



Fuente: elaboración propia

La determinación del tamaño mínimo de la unidad muestral (que forma parte de la presente guía) (cuadro n.º 8), se basó en el análisis de la curva área-especies resultantes de los inventarios piloto realizados con tal fin en algunos ecosistemas del país. Destacan los bosques de la amazonía tropical o selva baja, bosques de la yunga o selva alta, bosques relictos andinos y bosques secos de la costa, y bosques y matorrales andinos. Se complementó dicho análisis con datos de parcelas de muestreo levantadas en otros inventarios realizados en el país.

Con estos tamaños mínimos propuestos, se espera registrar por lo menos el 50 % de la flora vascular existente en cada tipo de vegetación donde se realice el inventario. No obstante, el área ideal a inventariar se obtiene cuando la curva área-especie empiece a mantenerse estable.

Cuadro n.º 8. Tamaño mínimo de la unidad muestral para determinadas formaciones vegetales	
Unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	Tamaño mínimo de la unidad muestral (ha)
Bosques de la región amazonía tropical (selva baja)	0,50
Bosques con palmeras (selva baja y selva alta)	0,40
Palmerales (selva baja y selva alta)	0,25
Bosques de la yunga (selva alta): piedemonte, basimontano y montano	0,50
Bosques de la yunga (selva alta): altimontano	0,25
Bosques de la región andina: montano occidental andino, bosque de coníferas, xérico interandino.	0,25
Bosque de la región andina: relictos mesoandino y altoandino.	0,04
Bosques de la región costa	0,50
Pacal	0,025

Fuente: elaboración propia

En el cuadro n.º 9, se muestran los valores de tamaños mínimos de las unidades muestrales para la flora del estrato inferior del bosque o sotobosque, el cual está conformado por comunidades de arbustos, herbáceas, palmeras de porte arbustivo, helechos de porte arbustivo y la misma regeneración natural de especies arbóreas. Para el inventario de lianas, epífitas (bromeliáceas y orquidáceas), la unidad mínima de muestreo lo constituye un árbol.

Cuadro n.º 9. Tamaño mínimo de la subunidad muestral para el sotobosque		
Coberturas boscosas	Elementos	Tamaño mínimo de la subunidad muestral
Bosques: selva baja, selva alta costa y andina	Regeneración de leñosas y lianas: < de 10 cm DAP > 3 m altura	100 m <sup>2</sup>
	Regeneración de leñosas, arbustos y palmeras de porte arbustivo: 1-3 m de altura	25 m <sup>2</sup>
	Epífitas	1 árbol

Fuente: elaboración propia

En el cuadro n.º 10, se muestran los tamaños mínimos requeridos para la unidad muestral, para el inventario de los matorrales y herbazales. Cuando se utilice el método de transección al paso para el inventario de los herbazales, cada transecto constituye una unidad muestral.

Cuadro n.º 10. Tamaño mínimo de la unidad muestral para matorrales y herbazales		
Coberturas arbustivas y herbáceas	Unidad muestral	Tamaño mínimo de la unidad muestral
Matorrales en general	Parcela	100 m <sup>2</sup>
Herbazales en general	Parcela	1-2 m <sup>2</sup>
	Transecto	100 registros

Fuente: elaboración propia

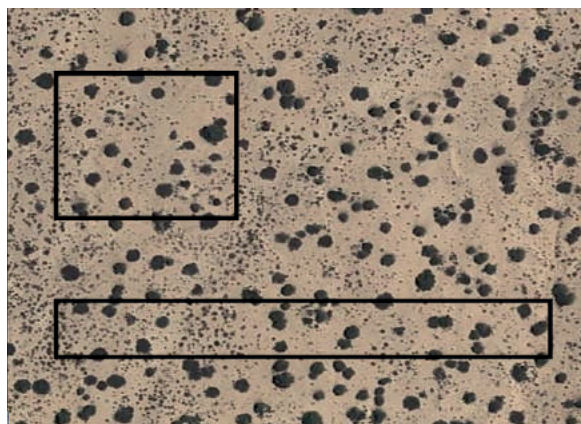
### 4.3.2 Forma y distribución de unidades de muestreo

El uso de unidades de muestreo o parcelas de área fija son las más utilizadas en los inventarios de la flora y vegetación. Ellas pueden estar representadas por figuras geométricas distintas, tales como círculos, cuadrados o rectángulos.

Las parcelas circulares, frente a otras formas geométricas, presentan un menor efecto de borde; es decir, menor relación perímetro/superficie, y por tanto, menor probabilidad de que los individuos a medir caigan en el límite de la parcela. Para los bosques naturales abiertos (ralos) o plantaciones forestales, la delimitación de la parcela, así como el levantamiento de información, resulta fácil y efectivo. Ellas pueden usar círculos de hasta 30 m de radio; sin embargo, en bosques densos y con árboles de grandes dimensiones, no permite buena visibilidad, por lo que se tiene que reducir el tamaño del radio del círculo.

Las parcelas cuadradas son otra opción muy aplicada en inventarios de bosques; es muy efectivo pero laborioso en el sentido de que hay que tener mucho cuidado en el control del barrido de las subparcelas, especialmente cuando la población es densa, lo que demanda mayor tiempo en su delimitación (figura n.º 2).

Figura n.º 2. Formas cuadrada y rectangular de parcelas



Las parcelas rectangulares también son muy usadas para inventariar a la flora de los bosques debido a ciertas ventajas: fácil de medir y controlar el registro de información, tanto en bosques densos como abiertos; permite evaluar las variables mientras se camina en línea recta, sin necesidad de desplazarse mucho hacia los lados, e incluso es posible tomar las medidas desde afuera de la unidad, lo cual es importante cuando hay que mantener las condiciones intactas dentro de la unidad para efectuar mediciones posteriores. Al permitir un mayor desplazamiento sobre el terreno, existe la probabilidad de interceptar mayor la dispersión de las especies (figura n.º 1).

Las parcelas o unidades de muestreo serán distribuidas en el terreno con una separación de por lo menos 500 m entre ellas y al interior de cada tipo de vegetación, cuyo número será proporcional al tamaño de cada estrato o tipo de vegetación.

Al interior de cada parcela de muestreo, se distribuirán por lo menos dos subparcelas pequeñas de forma cuadrada o rectangular para inventariar la flora del estrato inferior del bosque (sotobosque). Ella estará conformada por la regeneración natural de las comunidades arbóreas, palmeras de porte arbustivo, arbustos, hierbas y suculentas (cuadro n.º 9).

Para las formaciones arbustivas o matorrales propiamente dichos, se puede utilizar (sin restricción alguna) cualquiera de las formas de las parcelas que se aplican para el componente arbóreo (cuadrada, rectangular o circular) distribuidas con una equidistancia de, por lo menos, 100 m entre ellas.

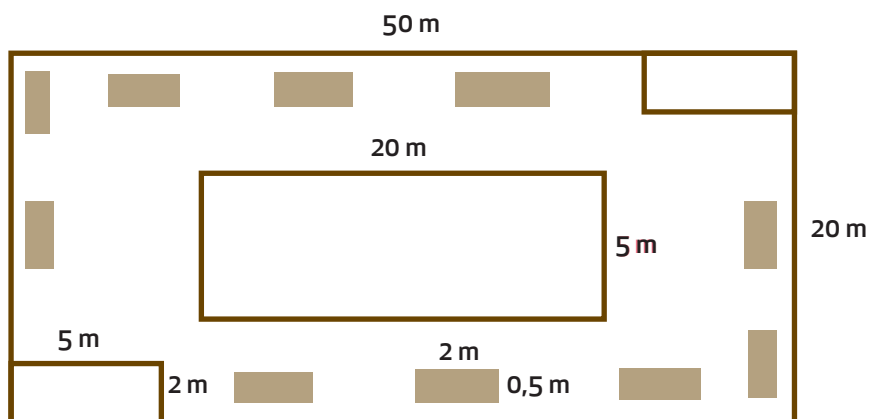
Para el caso específico de las praderas o herbazales, se podrán usar dos métodos: los transectos (transección al paso), que se utilizan para inventariar y evaluar pastizales altoandinos (Flores, 2005); y el método del cuadrado, que utiliza pequeñas parcelas de dimensiones fijas, en donde las unidades muestrales están constituidas por cuadrados de 1 m x 1 m, el cual puede ser hasta de 2 m x 2 m para herbazales ralos o muy ralos.





Otra opción de diseño de muestreo específico para la vegetación andina lo constituye el método de las “Parcelas Modificadas de Whittaker” (Barnett y Stohlgren, 2003; Campbell *et al.*, 2002; Stohlgren *et al.*, 1995), las mismas que se muestran en la figura n.º 3.

Figura n.º 3. Diseño de la Parcela Modificada de Whittaker

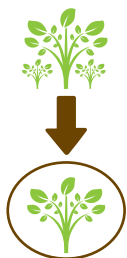


La evaluación de las parcelas y subparcelas tomará en consideración lo mencionado en el cuadro n.º 11:

Cuadro n.º 11. Consideraciones para la evaluación de parcelas y subparcelas			
Subparcela de 2 m x 0,5 m	Subparcela de 5 m x 2 m	Subparcela de 20 m x 5 m	Parcela entera de 50 m x 20 m
Se consideran las plantas herbáceas y plantulas de menos de 40 cm de alto.	Se consideran los arbustos y árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) $\geq 1$ cm, con un PAP (perímetro a la altura del pecho) aproximado de 3,1 cm. Además, se incluyen plantas de 3 m de alto.	Se consideran todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) $\geq 5$ cm, con un PAP (perímetro a la altura del pecho) aproximado de 16 cm. Además, se incluyen plantas de 3 m de alto.	Se consideran todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) $\geq 10$ cm, con un PAP (perímetro a la altura del pecho) aproximado de 31,4 cm. Además, se incluyen plantas de 3 m de alto.
Determinación de especies y medición (número de individuos y estimaciones de altura y cobertura por subparcela).			Determinación de especies y medición (número de individuos y estimaciones de altura y cobertura por subparcela), excepto las áreas de las subparcelas evaluadas.

Fuente: elaboración propia

## 4.4. Tamaño mínimo de la muestra



El tamaño de la muestra se refiere al número de unidades muestrales o parcelas mínimamente requeridas para realizar el inventario en cualquier metodología propuesta. Estas unidades muestrales serán distribuidas en los tipos de vegetación resultantes de la subdivisión de las unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, de manera proporcional al tamaño de la superficie total a evaluar.

Para el cálculo del tamaño mínimo de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación (versión modificada de la ecuación propuesta en los “Lineamientos para elaborar el Plan General de Manejo Forestal”) para concesiones forestales con fines maderables, aprobado por la Resolución Jefatural n.º 109-2003-INRENA. En el cuadro n.º 11, se muestra un ejemplo de aplicación de la fórmula.

$$N = a + b(S)$$

Donde:

$N$  = superficie total de la muestra (ha)

$S$  = superficie total a evaluar del área del proyecto (ha)

$a = 5$

$b = 0,001$

Luego de determinar la superficie total de la muestra ( $N$ ), se procede a dividir este valor entre el tamaño de la unidad muestral para cada tipo de cobertura vegetal, como se establece en el cuadro n.º 8. Este número resultante representa el número de unidades muestrales a utilizar y será distribuido en cada tipo de vegetación detallada y de manera proporcional a sus superficies.

Cuadro n.º 12. Cálculo del tamaño de la muestra basado en la superficie a inventariar			
a	Constante	S (ha)	N
5	0,001	<1000	6
5	0,001	5 000	10
5	0,001	10 000	15
5	0,001	20 000	25
5	0,001	30 000	35
5	0,001	> 50 000	55

Fuente: elaboración propia

Otra forma de cálculo del tamaño mínimo de la muestra (para el caso de especies arbóreas, palmeras arborescentes y helechos arborescentes) es mediante el uso de una fórmula que está en función de la variabilidad y precisión del parámetro que se quiere evaluar. Por ejemplo, el volumen maderable o biomasa de un bosque, la cual se muestra a continuación:

$$N = (CV\%^2) * \frac{t^2}{E\%^2}$$

Donde:

$N$  = número de unidades muestrales

$CV\%$  = coeficiente de variabilidad relacionado al volumen maderable del bosque

$E\%$  = error de muestreo igual a 15 %

$t$  = 2 (al 95 % de probabilidad)

El valor del CV % del volumen maderable será obtenido de información secundaria; es decir, de inventarios forestales realizados en tipos de bosques similares. En caso de no ser posible ninguno de los casos anteriores, se puede asumir el valor de 30 % o 35 %. El número de unidades resultantes será distribuido de manera proporcional al tamaño de cada tipo de vegetación resultante del mapeo.

En el cuadro n.º 13 se muestra el cálculo del número mínimo de unidades muestrales para diferentes valores de coeficiente de variación.

Cuadro n.º 13. Cálculo del tamaño de la muestra en base a la variabilidad y precisión			
CV %	t	E %	N
20	2	15	7
25	2	15	11
30	2	15	16
35	2	15	22
40	2	15	28
45	2	15	36
50	2	15	44
55	2	15	54
60	2	15	64

Fuente: elaboración propia



## Capítulo 5

# Registro de variables

### 5.1. Variables

Las variables constituyen características objetivas y medibles de las plantas y se registran durante el inventario con el fin de poder caracterizar a la vegetación, las cuales se describen a continuación:

#### a. Especie

El registro de las especies vegetales es el principal dato que se levanta en todo tipo de inventario que involucre a la vegetación. Este consiste en el registro de la totalidad de individuos identificados taxonómicamente que caen en la unidad muestral de un determinado tipo de vegetación. Se incluyen especies de las diferentes formas de vida vegetal que conforman las formaciones vegetales, como son los bosques, herbazales y matorrales.

El registro de las especies vegetales en las parcelas de muestreo debe ser realizado por profesionales especializados en botánica o dendrología, con experiencia en inventarios de la vegetación. El inventario deberá estar respaldado por la respectiva colección de muestras botánicas, lo cual está especificado en el protocolo de colectas (flores, frutos, semillas, hojas, ramitas terminales) necesarias para su análisis respectivo en herbarios y, de esta manera, otorgarle la fiabilidad al estudio.

En coberturas vegetales con estacionalidad climática marcada durante el año, se deben realizar por lo menos dos evaluaciones: una en el periodo seco y la otra en el periodo húmedo, debido a la variabilidad florística que se da a lo largo de los dos periodos. Asimismo, los aspectos fenológicos (pérdida y renovación del follaje, floración y fructificación) que varían durante el año.



## b. Altura

La altura es una variable muy importante que se mide a las diferentes formas de vida vegetal: árboles, palmeras, arbustos, cañas, suculentas y herbáceas. Para el caso de árboles, pueden ser de dos clases:

### ○ **Altura total**

Es la medida considerada desde el suelo hasta la cima de su copa o corona.

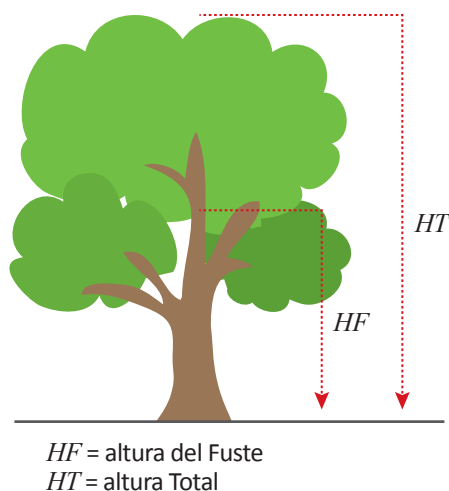
### ○ **Altura del fuste**

Es la medida del árbol desde el suelo hasta el inicio de la ramificación. Se utiliza para estimar el volumen maderable, biomasa y carbono del vuelo.

Para obtener buena precisión (especialmente para individuos de porte arbóreo), se pueden utilizar instrumentos de medición como el hipsómetro Blume-Leiss, el nivel de Abney y el clinómetro Suunto. En este último se ha sustituido el nivel de la brújula por un péndulo fijo de 90° de la línea índice horizontal. Se pueden medir en grados en la escala izquierda y en porcentaje en la escala derecha. Se puede también utilizar telémetros láser para este fin.

Cuando no se cuenta con los aparatos antes mencionados, se puede utilizar para medir la altura de especies de porte arbóreo, una vara de unos 5 m de longitud y graduada cada metro para medir la primera porción del tallo; es decir, a partir del suelo, y las siguientes porciones pueden ser estimadas visualmente al proyectar la vara graduada, previa práctica.

Figura n.º 4. Clases de altura



### ○ **Diámetro del fuste**

La medición del diámetro del fuste de un árbol u otra forma de vida vegetal de porte arborescente identificado con las siglas DAP (diámetro a la altura del pecho). Consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia circunscrita al hacer un corte horizontal en el troco. La medición del DAP permite estimar el volumen maderable y por ende la biomasa, así como el crecimiento periódico de los árboles.

El DAP de los árboles, helechos arbóreos y palmeras arborescentes es medido exactamente a una altura de 1,30 m desde la base del tallo, utilizando una cinta diamétrica, una forcípula o una cinta métrica. Las dos primeras miden el diámetro directamente, mientras que la cinta métrica mide el perímetro o longitud de circunferencia y que, a partir de ella, se pueden hacer los cálculos respectivos.

Cuando se trata de árboles de porte bajo y muy ramificado desde su base, la medición del diámetro del tallo o tronco se hará al inicio de su ramificación y no a partir de 1,30 m de altura.

Cuando no se mide el DAP, sino el perímetro de la sección del tronco a 1,30 m del suelo, se aplicará la fórmula de la longitud de circunferencia ( $LC$ ) y luego se obtiene el valor del diámetro ( $D$ ):

$$D = \frac{LC}{3,1416}$$

En el cuadro n.º 14 se muestran las dimensiones mínimas requeridas del DAP para el inventario de las comunidades arbóreas, basado en el análisis de la abundancia de las especies reportadas por los inventarios realizados en diversos ecosistemas boscosos del país.

Cuadro n.º 14. Dimensiones mínimas establecidas el inventario de comunidades arbóreas	
Unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	DAP mínimo requerido (cm)
Bosques de la selva baja	≥ 10
Palmerales de la selva baja	≥ 10
Bosques de la selva alta: basimontano y montano	≥ 10
Bosques de la selva alta: altimontano	≥ 5
Bosques de la región andina	≥ 5
Bosques secos de la costa	≥ 5

Fuente: elaboración propia

### c. Diámetro de copa

La medición del diámetro o extensión de la copa de los árboles y arbustos ( $DC$ ), permite calcular el grado de cobertura de una especie o de toda la población de un determinado tipo de vegetación, el cual constituye una de las formas de estimar la densidad poblacional del bosque o matorral.

La extensión de la copa constituye una categoría fisonómica que permite identificar unidades pequeñas de vegetación basadas en el tamaño de la copa de los árboles, a través de fotos aéreas o imágenes satelitales de gran resolución. Esta variable se mide cuando se trata de inventarios forestales detallados con fines de estimar el potencial maderable o del stock de carbono.

El  $DC$  se obtiene a partir de su proyección horizontal en el suelo; se realizan dos mediciones cruzadas: una del diámetro mayor ( $d_1$ ) y la otra del diámetro menor ( $d_2$ ) para obtener el promedio.

$$DC = \frac{d_1 + d_2}{2}$$



## Capítulo 6

# Estimación de parámetros

Los parámetros constituyen también variables que se obtienen luego de procesar los datos levantados en campo, los cuales permiten caracterizar los atributos de la vegetación. Estos son:

### 6.1. Diversidad alfa (riqueza)

La diversidad alfa se expresa a través del número total de especies presentes en un determinado lugar, sin tomar en cuenta el valor de importancia o abundancia de las mismas.

También es denominada “diversidad específica”, ya que se expresa a través de la lista de especies reportadas a partir del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo. Dicha lista es complementada por registros efectuados fuera del área de muestreo.

La lista de especies debe ser reportada para cada tipo de vegetación y, de manera general, para toda el área evaluada, donde se indique la respectiva familia, especie y su forma de vida vegetal.

Este parámetro permite identificar áreas naturales con determinados valores de diversidad biológica con el fin de determinar su potencial bioecológico en el marco del proceso de Zonificación Ecológica y Económica. Asimismo, nos permite cuantificar y evaluar la integridad de la diversidad de especies vegetales que podrían ser afectadas o impactadas por actividades productivas.

### 6.2. Diversidad beta

La diversidad beta es la variación en el número de especies que existe entre los hábitat de un mismo ecosistema. Para medir este tipo de diversidad, se utilizan índices de similitud y disimilitud entre muestras.

Las medidas de diversidad beta se calculan a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie), siendo el más frecuente el uso de los siguientes índices de similaridad/disimilaridad.

#### ○ Coeficiente de Similitud de Jaccard

Expresa el grado en que las dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Utilizado para datos cualitativos, se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

$a$  = número de especies presentes en el sitio A

$b$  = número de especies presentes en el sitio B

$c$  = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

### ○ Índice de Morisita-Horn

Este índice se basa en la abundancia y no es influido por el tamaño de muestra o riqueza (Moreno, 2001; Ramírez, 2005; Wolda, 1981). No obstante, es muy sensible a las especies más abundantes, por lo que conviene emplear transformaciones logarítmicas en sus abundancias (Ramírez, 2005).

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_i \times b_j)}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

Donde:

$a_i$  = número de individuos de la  $i$ -ésima especie en el sitio A

$b_j$  = número de individuos de la  $j$ -ésima especie en el sitio B

$Na$  = número de individuos en el sitio A

$Nb$  = número de individuos en el sitio B

$d_a = \sum a_i^2 / Na$  para el sitio A

$d_b = \sum b_j^2 / Nb$  para el sitio B

El índice varía de 0 (no hay similitud) a 1 (hay similitud); este parámetro permite comparar los valores de diversidad de un sitio frente a otro sitio, con el fin de zonificar áreas con determinados valores de potencial bioecológico, en el marco de la ZEE.

## 6.3. Abundancia

Para el caso de las formaciones boscosas y arbustivas, se determinará la abundancia absoluta y la abundancia relativa. La abundancia absoluta se refiere al número de individuos/especie en un área determinada, la cual se obtiene a través de las parcelas o unidades de muestreo

La abundancia relativa se refiere al número de individuos de cada especie ( $n$ ) en relación a la cantidad total de individuos de todas las especies ( $N$ ), expresado en porcentaje ( $n/N \times 100$ ).

Este parámetro permite conocer el tamaño de la población de plantas con que cuenta una determinada especie vegetal, con el fin de tomar medidas o decisiones adecuadas cuando se trate de especies con escasa población y que van a ser impactadas. Asimismo, nos permite zonificar áreas con vocación productiva o para la conservación, dentro del marco de la ZEE.



## 6.4. Densidad poblacional

La densidad ( $D$ ) es el número de individuos ( $N$ ) que existe en un área ( $A$ ) determinada y que debe estar referida en una unidad de superficie como la hectárea. Es aplicado a cada tipo de bosque y tipo de matorral inventariado; así, resulta ser el promedio obtenido de las unidades muestrales levantadas.

$$D = \left( \frac{N}{A} \right)$$

Además del registro y medición de los árboles, se debe contar el número de tocones existentes en la parcela de muestreo. Este parámetro tiene similar aplicación, como la señalada en el punto 7.3 (abundancia).

## 6.5. Frecuencia

La frecuencia ( $F$ ) de un atributo es la probabilidad de encontrarlo en una unidad muestral. Se expresa como porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece ( $m_i$ ) en relación con el número total de unidades muestrales ( $M$ ):

$$F_i = \left( \frac{m_i}{M} \right) \times 100$$

El patrón de distribución espacial afecta la estimación de la frecuencia. A igual número de individuos y con el mismo tamaño y número de unidades muestrales, las especies con distribución regular presentan una frecuencia más alta que las especies con patrón agregado. En estas condiciones, cuanto más agregado es el patrón, menor resulta la frecuencia.

Este parámetro se utiliza para calcular el IVI, mostrada en el punto 7.12.

## 6.6. Distribución diamétrica

Este parámetro permite conocer la estructura poblacional de las comunidades arbóreas del bosque a través del análisis de la distribución de las clases de diámetros de las especies inventariadas. Cada clase diamétrica constituye una medida del crecimiento o edad de los árboles.

Se pueden determinar clases diamétricas de 10 cm para los bosques de la selva alta y selva baja, y de 5 cm para los bosques de la costa y sierra.

Una especie con una curva de distribución diamétrica en forma de "J" invertida según el modelo  $Y = Ke^{-ax}$ , prácticamente tiene asegurada su población futura.

Este parámetro nos permite conocer el estado de la población actual y futura de una determinada especie del bosque, como por ejemplo, si una determinada especie vegetal cuenta con baja población adulta, significa que tiene limitada regeneración natural, lo cual la vuelve muy vulnerable ante impactos ambientales que afecten su integridad. Esta información permitirá evaluar y tomar decisiones respecto al estado actual de conservación de determinadas especies de la flora.

## 6.7. Curva de acumulación de especies

Luego de procesar y analizar los datos levantados en el inventario, se construirá la curva de acumulación de especies, llamado también “curva área-especies”, para cada parcela de muestreo y por cada unidad de vegetación mapeada.

El análisis de la tendencia de la curva de acumulación resultante del inventario, permite corroborar la eficacia del muestreo en relación al tamaño mínimo de las unidades de muestreo estándar recomendadas en la presente guía. Asimismo, permitirá ajustar los tamaños mínimos establecidos de las unidades muestrales para los futuros inventarios florísticos y, por tanto, actualizar la presente guía.

## 6.8. Área basal

El área basal (*AB*) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del árbol, palmera y demás formas vegetales de porte arborescente, a determinada altura del suelo. Se expresa en m<sup>2</sup> de material vegetal por unidad de superficie de terreno, la cual puede referirse a la hectárea, y permite conocer la dominancia y tener una idea sobre la calidad de sitio.

El cálculo del área basal parte de la fórmula del círculo, tal como se muestra a continuación:

$$AB = 3,1416 \left( \frac{DAP}{2} \right)^2 \quad \text{o} \quad AB = 0,7854 \times DAP^2$$

Donde:

*AB* = área basal del tallo

*DAP* = diámetro a la altura del pecho o diámetro a 1,30 m del suelo

Cuando se mide la longitud de la circunferencia en vez del DAP, se aplica la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{LC}{4} (3,1416)$$

Donde:

*LC* = longitud de circunferencia

Este parámetro se utiliza para calcular tanto el volumen maderable como el Índice de Valor de Importancia (IVI) del bosque. Asimismo, es un indicador del grado de afectación de un bosque por extracción maderable. También constituye un indicador clave para el diseño de tratamientos silviculturales.

## 6.9. Cobertura

Es el área generada sobre el suelo por la proyección horizontal de la copa o corona en el caso de los árboles o arbustos.

Se aplica para los diferentes tipos de bosques: secos, relictos mesoandinos, relictos altoandinos, entre otros. Se calcula el área de la copa a partir de la fórmula del área del círculo, donde actúa como variable el diámetro promedio de la copa para cada individuo. Se expresa como área (m<sup>2</sup>) y como porcentaje (%) del total del área muestral y que luego se extrapola para toda la superficie evaluada.

$$AC = 3,1416 \left( \frac{DC}{2} \right)^2$$

Donde:

*AC* = área de copa

*DC* = diámetro promedio de copa

Para el caso de los herbazales, dada a la complejidad de la distribución de su población y la dificultad de su registro en forma individual (son pequeñas y a veces entrelazadas), se procede a medir la cobertura relativa, es decir, el área en términos de porcentaje que ocupa la proyección horizontal del cuerpo de cada planta o grupos de plantas de cada especie en relación a la superficie total de la unidad muestral. Es usado para medir la densidad poblacional y la abundancia de especies en términos de porcentaje.

En el caso de bosques, este parámetro permite medir la dominancia para efectos de cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI).

## 6.10. Volumen maderable

El volumen de la madera en pie se calcula mediante la aplicación de la fórmula para hallar el volumen del cilindro; es decir, a partir del área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. El tronco no es un perfecto cilindro, sino que tiene forma cónica, y por lo tanto es necesario aplicar un factor de corrección conocido como “factor de forma”, cuyo valor depende de la especie. A continuación, se muestra la mencionada fórmula:

$$V = AB \times A \times Fm$$

Donde:

*V* = volumen del árbol en pie en m<sup>3</sup>

*AB* = área basal a la altura del pecho en m<sup>2</sup>

*A* = altura del tallo, puede ser comercial, del fuste o total en metros

*Fm* = factor de forma

Existen pocos estudios del factor de forma o factor mórfico para ciertas especies forestales. En general, para las especies arbóreas de los bosques húmedos tropicales que no tienen definido su factor de forma se puede aplicar el valor de 0,70 (Malleux, 1982). Para las especies de los bosques secos del noroeste existen se puede utilizar valores de factor de forma para determinadas por el estudio de J. Ríos (1989).

Este parámetro expresa la cantidad de madera/especie que existe en una determinada área boscosa, o permite cuantificar y valorar económicamente el volumen maderable de un área boscosa impactada por alguna actividad productiva. Asimismo, se utiliza para calcular la biomasa aérea arbórea del bosque.

## 6.11. Biomasa aérea arbórea

La biomasa arbórea es la cantidad de materia seca producida por las plantas, expresada en términos de peso y referida a una determinada superficie (t/ha).

La forma clásica para determinar la biomasa de los árboles en el tronco, es a partir del cálculo del volumen maderable en pie y de la densidad básica de la madera, y la fórmula utilizada es la siguiente:

$$P = D \times V$$

Donde:

$P$  = peso seco del material vivo en toneladas ( $t$ )

$D$  = densidad básica de la madera en  $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  o  $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$

$V$  = volumen maderable del árbol en pie en  $\text{m}^3$

La densidad básica de la madera varía entre individuos, según el género y la especie. Existe información de densidad básica de la madera de más de 160 especies maderables, mayormente procedentes de los bosques de la selva baja y en menor proporción de los bosques secos del noroeste y de la zona andina (Aróstegui, 1974, 1975 y 1978).

Para el caso del cálculo de la biomasa de los herbazales, se procede a extraer, secar y pesar las plantas completas existentes en  $1 \text{ m}^2$  y por tipo de asociación florística.

Este parámetro permite cuantificar la cantidad de biomasa que puede ser impactada por alguna actividad productiva; es decir, se puede medir la afectación de los reservorios naturales de carbono.

## 6.12. Índices de importancia

### a. Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) es un valor que mide el peso ecológico de cada especie en una comunidad vegetal; es decir, se pueden identificar las especies más importantes presentes en un tipo de bosque en relación a su densidad poblacional, al dominio espacial horizontal y a la amplitud de su distribución geográfica. El IVI resulta de la suma de los valores relativos de tres de los parámetros antes descritos: la abundancia, la dominancia (área basal) y la frecuencia, cuya suma total debe ser igual a 300 %.

Cuando se quiera identificar y nominar a un tipo de vegetación con criterio netamente florístico, se puede recurrir al concepto de asociación vegetal, la cual está representada por las especies con mayor peso ecológico (con los mayores valores de IVI), pudiéndose usar una nomenclatura basada en el nombre de los géneros de las 3 o 4 primeras especies.

Se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{IVI} = \text{Abundancia \%} + \text{Dominancia \%} + \text{Frecuencia \%}$$

Este índice permite zonificar áreas con mayor valor bioecológico en los estudios de ZEE.

## 6.13. Índice de diversidad

### a. Shannon-Wiener ( $H'$ )

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

Este índice asume que los individuos son aleatoriamente muestreados de una población infinitamente grande. También asume que todas las especies están representadas, por lo que su uso debe realizarse con cuidado.

Este índice permite complementar la caracterización de los tipos de vegetación resultantes del inventario y puede demostrar que en una misma unidad de análisis o tipo de vegetación pueden existir distintas comunidades vegetales. Asimismo estos valores pueden ser uno de los indicadores para definir hábitats.

## 6.14. Índices agrostológicos

Los índices agrostológicos son valores que permiten calificar el potencial forrajero de los herbazales en general. Se calculan a partir de unidades o asociaciones florísticas, las cuales se describen a continuación:

○ **Índice de especies deseables o decrecientes**

Las especies deseables son aquellas especies temporales con bajo contenido de fibra, de consistencia suave y muy apetecida por el ganado. La abundancia de estas especies dentro de la asociación es un indicador de la calidad de la vegetación. Son las primeras en desaparecer en un sobrepastoreo. Las especies poco deseables son aquellas de carácter permanente, que son consumidas en segunda prioridad. El grado de ocurrencia de estas especies generalmente indica la intensidad de uso del recurso forrajero (Flórez, 2005).

○ **Índice forrajero**

Se suman todos los puntos obtenidos en todas las especies forrajeras (deseables y poco deseables). No se deben considerar las especies tóxicas ni espinosas; es decir, las que son consumidas por los animales. Este índice es igual para todas las especies animales de pastoreo (Flórez, 2005).

○ **Índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión**

Se obtiene al sumar los puntos obtenidos en suelo desnudo, más roca y más pavimento de erosión. Para su cálculo, el valor obtenido debe restarse de 100, pues es un índice indirecto de la cobertura del suelo. (Flórez, 2005).

○ **Índice de vigor**

Antes de iniciar el inventario, se debe escoger qué especie forrajera deseable se designará como representativa del consumo de la especie animal escogida. En el cuadro n.º 16 se muestra la calificación de los índices de vigor expresados en porcentajes (Flórez, 2005).

○ **Condición del pastizal o pradera**

Para calificar la condición de las asociaciones florísticas forrajeras, se deben tener los valores para los cuatro índices antes descritos.

El número de puntos que se juega para determinar la condición de una asociación florística, es 100. Estos se reparten así: 50 % para el índice de especies deseables o decrecientes, 20 % para el índice forrajero, 20 % para el índice de condición de suelo (suelo desnudo, roca y pavimento de erosión) y 10 % para el índice de vigor.

Luego, se establecen 5 niveles de calidad de la asociación florística: excelente, bueno, regular, pobre y muy pobre (cuadro n.º 15). La calificación es para cada asociación y para una determinada especie animal en pastoreo. El presente ejemplo considera como unidad de referencia a la *Lama pacos*; la alpaca.

Cuadro n.º 15. Condición del pastizal	
Porcentaje	Calificación
79-100	Excelente
54-78	Buena
37-53	Regular
23-36	Pobre
0-22	Muy pobre

Fuente: Flórez, 2005

○ **Soportabilidad de los pastizales**

Cuando se requiera determinar la soportabilidad de un pastizal altoandino, esta se estimará a través de la carga animal (número de cabezas/ha/año). Se sugiere utilizar el Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos (Flórez, 2005).

# Bibliografía

---



1. Arostegui, A. (1975). *Estudio tecnológico de maderas del Perú. (zona Pucallpa). Vol. I. Características tecnológicas y uso de las maderas de 145 especies del país.* Lima, Perú: Unalm
2. Blanquet, J. (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales.* Madrid, España: H. Blume Ediciones.
3. Cabrera, A., & Willink, A. (1973). *Biogeografía de América Latina.* Washington, D. C.: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
4. Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina. (2006). *Análisis de la cobertura ecológica del sistema nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.* Lima, Perú: CDC-Unalm.
5. Comunidad Andina de Naciones. (2009). *Atlas de los Andes del norte y centro.* Lima, Perú: Secretaría General CAN.
6. Ferreira, R. (1986). Flora y vegetación del Perú. En Juan Mejía Baca (ed.), *Gran Geografía del Perú*, volumen II. Lima, Perú: Manfer.
7. Flórez, A. (2005). *Manual de pastos y forrajes altoandinos.* Lima, Perú: Unalm.
8. Font Quer, P. (1993). *Diccionario de botánica.* Barcelona, España: Editorial Labor.
9. Fresse, F. (1982). *Métodos estadísticos para técnicos forestales. Manual de agricultura.* México, D. F., México: Centro Regional de Ayuda Técnica.
10. Fundación Brasileira para el Desarrollo Sustentable. (2002). *Emisiones y remociones de dióxido de carbono mediante cambios en las reservas de bosques plantados.* Río de Janeiro, Brasil: Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil.
11. Instituto Nacional de Recursos Naturales. (1995). *Mapa ecológico del Perú: guía explicativa.* Lima, Perú: Inrena.
12. Instituto Nacional de Recursos Naturales. (1996). *Mapa forestal del Perú.* Lima, Perú: Inrena.
13. Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2000). *Mapa a forestal del Perú.* Lima, Perú: Inrena.
14. Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2002). *Mapa de erosión del Perú.* Lima, Perú: Inrena.
15. Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2005). *Mapa de deforestación de la Amazonía - 2000.* Lima, Perú: Inrena.
16. Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2007). *Mapa geomorfológico del Perú.* Lima, Perú: Inrena.



17. Instituto Nacional de Recursos Naturales-Proclim. (2005). *Inventario nacional de gases efecto invernadero. Sector agricultura y cambio de uso de la tierra y silvicultura*. Lima, Perú: Inrena.
18. Kalliola, R., Puhakka, M., & Danjoy, W. (1993). *Amazonía peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Jyväskylä, Finlandia: Universidad de Turku-Onern.
19. 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*. Rossdorf, Alemania: TZ-Verl.-Ges.
20. León, B., et al. (2006). *El libro rojo de plantas endémicas del Perú*. Rev. Peru. Biol., 13(2), 9s-22s.
21. Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. Lima, Perú: Unalm.
22. Matteuci, S., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía n.º 2. Serie biológica. Washington D. C., EE. UU.: OEA.
23. Ministerio del Ambiente del Perú. (2011). *Inventario y evaluación de los recursos naturales de la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas*. Lima, Perú: MINAM
24. Ministerio del Ambiente del Perú. (2011). *Inventario y evaluación del patrimonio natural en los ecosistemas de la selva alta - Parque Nacional Yanachaga Chemillén*. Lima, Perú: MINAM.
25. Ministerio del Ambiente del Perú. (2011). *Inventario y evaluación del patrimonio natural en los ecosistemas marinos costeros*. Lima, Perú: MINAM.
26. Ministerio del Ambiente del Perú. (2012). *Memoria descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú*. Lima, Perú: MINAM.
27. Ministerio del Ambiente del Perú. (2013). *Protocolo para el levantamiento de información de carbono forestal para el inventario nacional forestal*. Manuscrito inédito.
28. Ministerio del Ambiente del Perú. (2015). *Memoria descriptiva: Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. Lima, Perú: MINAM.
29. Mostacedo, B., & Fredricksen, T. S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto manejo forestal sostenible*. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (Bolfor).
30. Nalvarte, W., Kroll, B., & Lombardi, I. (1993). *Plan maestro. Unidad modelo de manejo y producción forestal Dantas*. Lima, Perú: Unalm.
31. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. (1975). *Mapa Ecológico del Perú*. Lima, Perú: Onern.
32. Otero, N. (1970). *Tamaño óptimo de parcela y eficiencia de diseños de muestreo en inventarios forestales de bosques tropicales* (Tesis). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
33. Portugués, H. (2008). *Inventario florístico y evaluación de la producción frutícola de carica candicans gray en Casta-Huarochirí* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
34. Presidencia del Consejo de Ministros. (2004). *Decreto Supremo n.º 087-2004-PCM*. Aprueban el "Reglamento de Zonificación Ecológica Económica (ZEE)". Lima, Perú: PCM.
35. Ríos, J. (1989). *Análisis del hábitat del coto de caza el angolo*. Piura, Perú: Unalm.
36. Schlegel B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2001). *Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
37. Smith, R. L., & Smith, T. (2001). *Ecología*. (4ª ed.). Madrid, España: Addison-Wesley.
38. Tovar Narvaes, A. (ed.). (2010). *Yungas peruanas. Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú*. Lima, Perú: CDC-Unalm.

# Glosario

---



## **Altimontano**

Piso ecológico ubicado en la yunga, entre 3 000 y 4 000 m de altitud.

## **Altoandino**

Piso ecológico ubicado por encima del piso altimontano y por debajo del subnival, entre 4 000 y 4 500-4 700 m de altitud.

## **Árbol**

Planta leñosa con tallo principal (tronco) de por lo menos 3 m de alto y con copa bien definida.

## **Arborescente**

Individuo vegetal que ha alcanzado el aspecto y altura de un árbol.

## **Arbusto**

Planta semileñosa de menos de 2 m de alto, sin tallo principal porque se ramifica desde la base.

## **Basimontano**

Piso ecológico ubicado en la selva alta o yunga entre 800 y 2 000 m de altitud.

## **Bosque**

Se denomina así a comunidades arbóreas o de palmeras arborescentes a partir de 2 m de altura y ocupan una superficie de terreno mínima de 0,5 ha y una cobertura de copa a partir de 10 %.

## **Bosque semidecídúo**

Mixtura de comunidades arbóreas con follaje de siempreverdes y comunidades que pierden su follaje durante un periodo del año.

## **Cardonal**

Predominio de suculentas de la familia *Cactaceae*.

## **Cartografía base**

Representación plana de la superficie terrestre a través de sus elementos, como la escala, coordenadas, curvas a nivel, cotas, red hidrográfica, lagos, lagunas y centros poblados. A partir de esta información básica, se pueden generar mapas temáticos.

## **Colina alta**

Forma de tierra originada por erosión de la antigua acumulación aluvial (anteriores niveles de terraza) comprendida desde los 80 m hasta los 300 m de altura respecto a su base y con pendiente superior a 25 %.

## **Colina baja**

Forma de tierra originada por acumulación fluvial muy antigua y que se presenta con diferentes grados de disección o erosión, cuya pendiente varía de 15-75 % y con una elevación topográfica menor de 80 m de altura con respecto a su base.

## **Comunidad vegetal**

Conjunto de plantas de una o más especies que crecen en mismo lugar y que muestran cierta afinidad entre ellas, tanto en estructura como en forma de vida, patrón espacial, composición de especies, estado de sucesión o biomasa, entre otros.

## **Condición del pastizal**

Definida como el estado de salud del pastizal o pradera. Expresa el grado de conservación del suelo y agua (infiltración y erosión).

## **Copa**

Conjunto de ramas de un árbol que se disponen en la cima o parte superior del tallo o tronco.

## **Disectado**

Terreno en proceso de erosión. Existen diferentes grados de erosión relacionados a la vez con los diferentes grados de pendiente del terreno.

## **Epífita**

Planta que vive sobre otras plantas sin extraer de ellas su nutrimento.

## **Estandarización**

Adaptación o adecuación a un modelo o patrón.

## **Fisonomía**

Rasgos morfológicos externos de una planta.

## **Flora**

Conjunto de especies vegetales que se encuentran en un determinado lugar y su respectiva clasificación taxonómica.

## **Forma de tierra**

Sinónimo de geoforma, que se refiere a los rasgos superficiales de una determinada porción de la tierra. Es el resultado de la acción dinámica de los diferentes agentes y fenómenos que han actuado sobre el medio físico.

## **Formación vegetal**

Conjunto de plantas con determinada forma biológica; por ejemplo, bosque, matorral, herbazal, etc.

## **Herbazal**

Conjunto de hierbas que existen en un área determinada. Predominio de elementos herbáceos sobre otras formas biológicas.

## **Interpretación de imágenes**

Técnica que permite examinar, identificar y delinear objetos a través de imágenes satelitales.

## **Inventario de la flora**

Registro y medición de las especies vegetales de una determinada área.

### **Llanura meándrica**

Forma de tierra que se extiende en las márgenes de los grandes ríos de la selva amazónica y llega hasta los 5 m de altura sobre el nivel del río. Está conformada por sedimentos aluviónicos recientes, tales como las barras semilunares producto de la sedimentación progresiva, diques naturales y meandros abandonados (antiguos cauces de ríos).

### **Macroprovincia de humedad**

Conformada por varias provincias de humedad.

### **Mapeo de la vegetación**

Delimitar o delimitar un determinado tipo de vegetación.

### **Matorral o arbustal**

Conjunto de arbustos que existen en un área determinada. Predominio de elementos arbustivos sobre otras formas biológicas.

### **Montano**

Piso ecológico ubicado en la zona media de la selva alta, por encima del basimontano y por debajo del altimontano, entre 2 000 y 3 000 m de altitud.

### **Montaña**

Forma de tierra que está conformada por una serie de cerros cuyas laderas presentan una red de quebradas que forman muchos valles estrechos en los niveles inferiores, producto de la fuerte erosión producida por la alta pluviosidad. Sus laderas superan los 300 m desde el nivel de su base.

### **Pacal**

Tipo de cobertura vegetal representada por comunidades puras del género *Guadua*, conocido localmente como "paca".

### **Palmeral**

Comunidad de palmeras.

### **Parámetro**

Atributo o valor de una variable basado en una muestra, que es tomado como necesario para analizar o valorar una situación.

### **Perennifolio**

Planta que mantiene su follaje siempre verde durante el año.

### **Piso ecológico**

Espacio geográfico establecido por un rango altitudinal y que representa determinadas condiciones físicas (humedad, temperatura, suelo) y biológicas (tipo de vegetación).

### **Potencial forestal**

Posibilidad de ofrecer productos maderables y no maderables.

### **Potencial florístico**

Posibilidad de ofrecer una diversidad de especies de plantas.

## Provincia de humedad

Categoría de condición de humedad del suelo determinada por la relación de evapotranspiración potencial (Etp/p), donde “Etp” es la evapotranspiración potencial y “p” es la precipitación.

## Regeneración natural

Es la población futura de una comunidad vegetal, conformada por individuos juveniles con DAP < 10 cm en los bosques húmedos y subhúmedos de la selva amazónica y subhúmedos de la selva del pacífico, y con DAP < 5 cm en los bosques áridos y semiáridos del noroeste, así como en los bosques altoandinos.

## Región

Espacio geográfico relativamente grande de tierra definida por parámetros geográficos, físicos y biológicos.

## Relieve

Conjunto de geoformas o formas de tierra.

## Resolución espacial

Referido a la finura de detalles visibles que se observan en el terreno a través de una imagen satelital.

## Selva alta

Conformada por los bosques ubicados en la cuenca amazónica arriba de los 800 m de altitud.

## Selva baja

Conformada por bosques ubicados en la cuenca amazónica abajo de los 800 m de altitud.

## Sotobosque

Vegetación arbustiva, herbácea y regeneración natural de especies leñosas que vive en el nivel inferior del perfil vertical del bosque.

## Subnival

Piso ecológico ubicado por encima del altoandino y por debajo del nival, entre 4 600 y 4 700 metros hasta el área periglacial y glacial.

## Terraza alta

Forma de tierra originada por acumulación fluvial antigua con pendiente de 0-15 % y aproximadamente sobre los 10 m de altura respecto al nivel de las aguas; también existen terrazas de origen tectónico, muchas de ellas alejadas de los ríos. Pueden ser planas, onduladas o disectadas; las disectadas representan el segundo proceso erosivo originado por la precipitación pluvial, la cual produce disecciones en diferentes grados de intensidad y se traducen en cauces desde superficiales hasta profundos.

## Terraza baja inundable

Forma de tierra que se extiende aproximadamente hasta los 5 m de altura respecto al nivel del río, con pendiente de 0-2 %, conformada por sedimentos aluviónicos recientes, provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas. Las áreas más próximas a los ríos y quebradas generalmente se inundan durante el periodo de creciente de los ríos, mientras que en las muy alejadas, la probabilidad de inundación es baja.

## Terraza inundable por aguas blancas

Las aguas provienen del drenaje de los ríos originados en las tierras altas con fuertes pendientes (yunga o selva alta); es decir, de origen andino, ligeramente ácidas a neutras, de color marrón lodoso, debido a la alta carga de sedimentos en suspensión, especialmente en los meses lluviosos.

### **Terraza inundable por aguas negras**

Las aguas provienen del drenaje de los ríos originados en las tierras bajas con poca pendiente (selva baja), con baja carga de sedimentos en suspensión, muy ácidas y de color café oscuro debido a la presencia de gran cantidad de sustancias húmicas y escasa cantidad de minerales; es decir, son pobres en nutrientes.

### **Terraza media**

Forma de tierras que se extiende aproximadamente hasta los 10 m de altura respecto al nivel del río y está conformada por el depósito de sedimentos aluviónicos subcrecientes, pudiendo ser desde plana hasta ondulada, con pendiente entre 0 y 8 %.

### **Tipo de vegetación**

Es una porción de la vegetación definida por su forma de vida vegetal, su composición florística y relacionada por el medio físico donde se desarrolla.

### **Unidad de vegetación**

Es sinónimo de tipo de vegetación y constituye la unidad mínima de análisis y que es el producto del proceso de clasificación de la vegetación en sus diferentes ámbitos de detalle.

### **Matorral esclerófilo**

Tipo de cobertura vegetal representada por plantas de porte arbustivo, de hojas duras o coriáceas.

### **Vegetación esclerófila**

Tipo de cobertura vegetal, arbórea o arbustiva, de hojas duras.

# Anexos



## A1. Proceso de colecta de especímenes

1. Se requiere de la búsqueda de todas las posibles especies presentes en el área, para lo cual se requiere una combinación de habilidad, experiencia, especialización e intuición. Una estrategia de colección es visitar, además de los hábitats más comunes, aquellos hábitats inusuales, límite entre dos biotopos, límite entre dos tipos de vegetación y anomalías geomórficas o geológicas que pueden contener especies muy raras o infrecuentes, lo que enriquecería la lista de especies.
2. Se necesita seleccionar individuos representativos en cuanto al tamaño, morfología y color. Se deben incluir inflorescencias, frutos y semillas, así como todo tipo de hojas (hojas grandes y pequeñas, jóvenes y mayores y hojas de tallo, de roseta, brácteas, entre otras), especialmente en las especies heterófilas. Asimismo, se deberán incluir raíces, bulbos o rizomas. Considerar también que algunas especies dióicas son representadas por plantas femeninas y masculinas.
3. Dentro de las características importantes para la determinación de las especies que no se pueden conocer a partir de la muestra de herbario, se encuentran: características del tallo, estructura de la corteza de tallo y forma de vida y colores y olores de las flores y las hojas, si son notorios. Esta información debe ser registrada en la libreta de campo (catálogo personal de colecta). Asimismo, las fotografías de tales detalles pueden estar adjuntas a la hoja de herbario. Por otra parte, se debe evitar recoger plantas pequeñas atípicas solo porque se ajustan al tamaño de la hoja de colecta; por el contrario, se debe tratar que todas las muestras se adapten mediante el doblado cuidadoso, por lo que los especímenes deben ser típicos y saludables, con hojas completas y totalmente expandidas, mostrando ambas caras.
4. Asimismo, las muestras deben ser colocadas dentro de una hoja plegada de papel de periódico (de aproximadamente, 28 x 41 cm). Aquellas planas más grandes deben ser acomodadas con dobleces delicados que formen figuras en “V”, “N” o “M”, sin que quede ninguna parte fuera de la hoja. Las partes de la planta que sean excesivamente abultadas o con mucho contenido líquido pueden

ser partidas y ambas partes incluidas. Los frutos, dentro de lo posible, deben ser seccionados longitudinal y transversalmente. Para proteger flores delicadas, se puede utilizar papel toalla o higiénico, el cual será removido solo después de seca la muestra.

5. Cada espécimen debe estar provisto de un código de colección único; es decir, un número que, en combinación con el nombre del colector, identifique inequívocamente a la muestra. Este código puede estar unido a la muestra con una etiqueta fija o puede estar marcado con tinta resistente al agua o lápiz.
6. Se debe coleccionar, en lo posible, tres muestras: una para una institución del lugar de origen (si se contara con un herbario), una para el identificador de especies (generalmente de instituciones del extranjero) como recompensa a la determinación y otra para una institución nacional o herbario representativo de la flora peruana. Las localizaciones de los duplicados deben estar documentadas.
7. Se debe de considerar que numerosos grupos de plantas requieren técnicas especiales de colecta, como los cactus y otras plantas suculentas.
8. Las muestras de las plantas pueden ser inmediatamente puestas en prensas de campo o almacenadas en bolsas plásticas con alcohol al 70 % y colocadas delicadamente dentro de bolsas plásticas selladas. Así, serán cuidadosamente transportadas a los laboratorios para su procesamiento e identificación futura.
9. Por último, las muestras colectadas deben ser depositadas en un herbario perteneciente a una institución que asegure su preservación futura.

## A2. Especies legalmente protegidas

El listado de las especies de interés para la conservación se obtendrá a partir de la legislación peruana vigente y el listado de protección internacional.

### 1. Legislación nacional: Decreto Supremo n.º 043-2006-AG

#### a. Especies amenazadas

Incluye la categorización de especies amenazadas de la flora silvestre clasificadas en cuatro, según el grado de amenaza.

- En peligro crítico (CR)
- En peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Amenazado (NT)

#### b. Especies endémicas

Especie endémica se define como aquella que se encuentra naturalmente restringida a una determinada área ya sea un país o una región.

El listado de especies endémicas se determinará a partir de la bibliografía disponible actual sobre plantas endémicas del Perú (e. g., León *et al.*, 2006).



## 2. Listado de protección internacional

### a. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)

La Cites es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos, el cual tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituyan una amenaza para su supervivencia.

Se necesitará que se presente la lista de especies dependiendo de la categoría en la cual se encuentre.

## 3. Listado referencial

### a. Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

Provee información sobre el riesgo de extinción de las especies a escala global. Debe poner énfasis a las categorías siguientes:

- En peligro crítico (CR)
- En peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Amenazado (NT)

## A3. Especies exóticas invasoras

Las especies exóticas invasoras son definidas por la Convención sobre Diversidad Biológica - CBD, como especies no nativas que son introducidas deliberadamente o de manera accidental por fuera de sus hábitat y regiones de origen donde estas se establecen, proliferan y dispersan de tal manera que causan daños a los intereses del ser humano.

Estas especies pueden causar daños a los ecosistemas y a los intereses de las personas, por lo que se hace necesaria su evaluación. Asimismo, se debe de realizar una lista de especies exóticas invasoras y el posible impacto sobre el ecosistema.



Calle Los Laureles n.º 285, San Isidro  
Lima, Perú  
Central telefónica: (+511) 611 6000  
Web: [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe)